

Ueber die Beziehung des Plasmas zu den rothen Blutkörperchen und über den Werth verschiedener Methoden der Blutkörperchenvolumbestimmung.

Von

Dr. E. Biernacki,
Assistent an der Klinik.

(Aus dem Laboratorium der medicinisch-diagnostischen Klinik zu Warschau.)
(Der Redaction zugegangen am 26. Januar 1894.)

Als eine neue klinische Methode der Blutuntersuchung ist die Bestimmung des Gesamtvolums der rothen Blutkörperchen mittelst der Centrifugalkraft und des dazu dienenden Apparates, sog. «Hämatokrit», in der letzten Zeit eingeführt worden. Zuerst haben diese Methode Blix und Hedin beschrieben; bald darauf modificirte Gärtner den ursprünglichen Apparat und in kurzer Zeit ist eine Reihe von «hämatokritischen» Blutuntersuchungen erschienen (Daland¹), Niedergall²), Friedheim³), M. Herz⁴). Man ersah in der Blutkörperchenvolumbestimmung vor allen Dingen die Methode, die die Blutkörperchenzählung vertreten kann; nachdem es sich aber herausgestellt hat, dass die Grösse des Sedimentes in dem Hämatokrite mit der Blutkörperchenzahl nicht immer parallel geht, solle die genannte Methode eine Ergänzungsmethode der Blutkörperchenzählung sein und die Zusammenstellung der Ergebnisse beider Methoden zu

¹) Daland, Ueber das Volum der rothen und weissen Blutkörperchen, Fortschritte der Medicin, 1891, Nr. 20.

²) Niedergall, cit. nach F. A. Hoffmann's Lehrbuch der Constitutionskrankheiten.

³) Friedheim, Ueber die Volumbestimmung der rothen Blutkörperchen etc., Berlin. klinisch. Wochenschr., 1893, Nr. 4.

⁴) M. Herz, Blutkrankheiten, Virchow's Archiv 1893.

Schlüssen über das durchschnittliche Volum einzelner Blutkörperchen führen. Endlich hob man als einen besonderen Vortheil der Methode den Umstand hervor, dass dabei gleichzeitig mit dem Volum der rothen Blutkörperchen auch das der weissen bestimmt wird, was für die Diagnose beginnender Leukämie von grossem Nutzen sein kann (v. Jaksch¹⁾).

Indessen ist vor Kurzem eine Abhandlung von L. Bleibtreu²⁾ erschienen, in welcher der Verfasser nach einer strengen Kritik den Wunsch ausspricht, «dass der Hämatokrit möglichst bald wieder aus den klinischen Laboratorien verschwinden möchte». Nach L. Bleibtreu enthält die hämatokritische Methode vor allen Dingen den principiellen Fehler, dass die Blutkörperchen wegen ihrer biconcaven Gestalt einen homogenen Bodensatz ohne mit Plasma gefüllte Zwischenräume nicht bilden können. Dadurch müsse man schon a priori erwarten, dass die Volumbestimmung mit dem Hämatokrit zu hohe Werthe ergebe. Dies hat sich thatsächlich aus der Zusammenstellung der hämatokritischen Daten mit den Ergebnissen der physiologischen Methode des Verfassers und M. Bleibtreu's herausgestellt: danach gibt der Hämatokrit nicht nur das Volum der gesammten Blutkörperchen zu hoch an, sondern es besteht auch keinerlei gesetzmässiges Verhältniss der falschen zu den richtigen Werthen. So wurde z. B. in einem Falle mit dem Hämatokrit 37,5% Blutkörperchen und nach der Methode von M. und L. Bleibtreu bloss 25,4%, in einem anderen Falle — nach der ersten Methode 42,75%, nach der zweiten 25,16% bestimmt.

Die Methode von M. und L. Bleibtreu³⁾ beruht darauf, dass man defibrinirtes Blut mit physiologischer (0,6%) Kochsalzlösung in verschiedenen Verhältnissen mischt und dann, nachdem sich die Blutkörperchen zu Boden gesenkt haben, in 5 ccm. Serum verschiedener Mischungen den Gehalt an

¹⁾ v. Jaksch, Klinische Diagnostik, III. Ausg.

²⁾ L. Bleibtreu, Kritisches über den Hämatokrit, Berlin, klin. Wochenschr., 1893, Nr. 30.

³⁾ M. und L. Bleibtreu, Eine Methode zur Bestimmung der körperlichen Elemente im Blut, Pflüger's Archiv, 1891, Bd. 51.

Stickstoff nach der Kjeldahl'schen Methode bestimmt. Dabei — «es wird in der Flüssigkeit der Procentgehalt an N in dem Maasse vermindert sein, als der Blutflüssigkeit Salzlösung zugesetzt worden ist». Indem man nun die Werthe der verwendeten Blutmenge, der zugesetzten Kochsalzlösung und des Stickstoffgehaltes in verschiedenen Sera vor sich hat, kann man daraus das Volum der Blutflüssigkeit in dem untersuchten Blute nach der Formel leicht berechnen.

$$x = \frac{1}{n_1 - n_2} \left(n_2 \frac{s_2}{b_2} - n_1 \frac{s_1}{b_1} \right)$$

wo b_1, b_2 etc. die Blutmengen, s_1, s_2 das Volum der zugesetzten Kochsalzlösung, n_1, n_2 den Gehalt an Stickstoff in verschiedenen Mischungen und x den gesuchten Bruchtheil des Serums in der untersuchten Blutvolumseinheit bezeichnen.

Es muss hier speciell darauf aufmerksam gemacht werden, dass die Einwände L. Bleibtreu's nicht nur den Hämatokrit, sondern überhaupt das ganze Sedimentirungsprincip in dieser Methode der Blutkörperchenvolumbestimmung betreffen. Bekanntlich wird das Centrifugiren eben mit dem Zwecke angewendet, um das einfache Sedimentiren zu beschleunigen: dabei wird es im Voraus angenommen, dass das einfache Sedimentiren dieselben Werthe wie das Sedimentiren durch die Centrifugalkraft ergibt. Dies war aber in einigen diesbezüglichen Versuchen von M. und L. Bleibtreu nicht immer der Fall: z. B. in einem Pferdeblut ergab der Hämatokrit 37,5% und das einfache Sedimentiren ohne Anwendung der Centrifuge nur 32,55%. Im zweiten Pferdeblutversuche fand dasselbe statt; in beiden war aber wirkliches Volum nach M. und L. Bleibtreu noch kleiner, als die Senkungsschicht im sich selbst überlassenen Blute.

Die Abhandlung von L. Bleibtreu ist zur Zeit erschienen, als ich im Laufe meiner Untersuchungen über die quantitative Zusammensetzung des pathologischen Blutes¹⁾

¹⁾ E. Biernacki, Ueber die chemische Constitution des pathologischen Blutes, Wiener medicin. Wochenschr., 1893, Nr. 43 u. 44. Zeitschrift f. klin. Medicin, Bd. 24, H. 5 u. 6. Auch in polnischer Sprache: Gazeta lekarska, 1893.

schon im Besitz einer grösseren Reihe der Blutkörperchen-
volumbestimmungen mittelst einfacher Sedimentirung war und
dabei gewisse Beobachtungen und Erfahrungen gemacht hatte,
die mit den L. Bleibtreu'schen Auseinandersetzungen nicht
ganz stimmen konnten. Behufs einer näheren Aufklärung der
ganzen Frage schien es mir vor allen Dingen unentbehrlich,
genauere Kenntnisse über den Vorgang des einfachen Sedi-
mentirens zu sammeln. Deswegen stellte ich eine Reihe von
Versuchen an, die mir einerseits einige bemerkenswerthe That-
sachen in Bezug auf die gegenseitigen Beziehungen des Plasmas
und der rothen Blutkörperchen kennen lernen liessen, anderer-
seits zu einer Auffassung über den Werth der M. und L. Bleib-
treu'schen Methode und des Hämatokrits führten.

Alle meine Versuche wurden ausgeführt am Menschen-
blut, das mittelst Venaesection von gesunden und kranken
Subjecten entnommen wurde; in parallelen Versuchen beobach-
tete ich die Sedimentation einerseits im defibrinirten und nicht
defibrinirten, andererseits im unverdünnten und mit 0,6%
Kochsalzlösung in verschiedenen Verhältnissen verdünnten
Blut. Die Sedimentation geschah in graduirten Cylindern
von etwa 2—2,5 cm. Durchmesser; in jedes Cylinder wurde
gewöhnlich 25 ccm. Blut hineingethan. Zur Verhinderung
der Blutgerinnung wurde Natriumoxalat in der Dose 0,025
bis 0,03 gr. für 25 ccm. Blut gebraucht: das Mittel wurde
entweder in Pulverform in den Cylinder gebracht, wenn das
unverdünnte Blut beobachtet werden sollte, oder mit 5, 10,
25 ccm. 0,6% Kochsalzlösung vermischt, falls das Blut ver-
dünnt werden musste. In beiden Fällen wurde das ent-
strömende Blut zuerst in einen Porzellantiegel aufgefangen,
dann aus demselben in die Cylinder mit Natriumoxalatpulver
und physiologischer Kochsalzlösung mit Natriumoxalat rasch je
25 ccm. Blut gegossen, endlich das Blut durch mehrmaliges
Umrühren des mit Hypothenar geschlossenen Cylinders mit
Natriumoxalat vermischt. Beim Gebrauch von Natriumoxalat-
pulver (0,06—0,1%) gelingt es, die Blutgerinnung zu ver-
hindern ebenso gut und vollständig, wie beim Gebrauch der
Natriumoxalatlösung, die man gewöhnlich bei dieser Me-

thode zu verwenden pflegt. Dagegen ist dies nicht immer der Fall, wenn das Blut zu stark (z. B. im Verhältnisse 1:1) mit physiologischer Kochsalzlösung verdünnt ist: dabei sah ich einige Male kleinere Gerinnsel sich bilden.

Der andere Theil des Blutes wurde durch Schlagen defibrinirt, das Gerinnsel gut ausgepresst, und das Blut wieder in 3 Cylinder mit oder ohne 0,6% Kochsalzlösung zertheilt. Somit wurden 6 Blutproben beobachtet: dies war natürlich nur dann der Fall, wenn dem Subjecte eine etwas grössere Blutquantität ohne Nachtheil entnommen werden konnte. Sonst füllte ich nur 2—4 Gefässe ein. Einige von diesen Blutproben untersuchte ich mit dem Hämatokrit sofort; ausserdem wurde in einer Portion des undefibrinirten Blutes der Gehalt an Trockensubstanz bestimmt. Die Cylinder liess ich an einem kühlen Orte stehen.

Die Trennung des Blutes in zwei scharf abgegrenzte Schichten, zwischen welchen eine schmale grauweisse Zone von weissen Blutkörperchen grösstentheils zu sehen ist, beginnt schon nach einer Stunde, die obere Plasmaschicht nimmt allmählig zu, während die Höhe des Blutkörperchenbodensatzes dementsprechend abnimmt, und es kommt endlich unter bestimmten unten zu erwähnenden Bedingungen zur Bildung einer Senkungsschicht rother Blutkörperchen, deren Grösse tagelang constant bleibt. Die Senkungsgeschwindigkeit der Körperchen und die Grösse des gebildeten Bodensatzes ist aber in den Cylindern nicht gleich trotz Anwendung gleicher Blutmengen. In beiden Beziehungen treten charakteristische Unterschiede zwischen dem nichtdefibrinirten, und defibrinirten, verdünnten und unverdünnten und in geringerem Grade zwischen dem normalen und pathologischen Blute.

Was zuerst die Schnelligkeit der Sedimentation betrifft, konnte Folgendes festgestellt werden:

1. Im nichtdefibrinirten Blute verläuft der Senkungsvorgang viel rascher, als im defibrinirten Blute. Während im ersten Falle das Absetzen der rothen Blutkörperchen schon in 6—8 Stunden fast zu Ende kommt und das constante Sediment sich durchschnittlich in 15—20,

in maximo in 24—30 Stunden bildet, so braucht dazu das defibrinirte Blut wenigstens 30 Stunden, gewöhnlich ca. 48 Stunden und nicht selten noch mehr. Nur ausnahmsweise sedimentirten sich die rothen Blutkörperchen von einigen pathologischen Fällen im defibrinirten Blute fast ebenso schnell, wie die im nichtdefibrinirten. Andererseits gibt es einen pathologischen Blutzustand, «Oligoplasmie» von mir genannt, wo umgekehrt der Senkungsprocess im undefibrinirten Blute ebenso langsam vor sich geht, wie dies in sonstigen normalen oder pathologischen defibrinirten Blutarten der Fall ist.

2. Im mit 0,6% Kochsalzlösung verdünnten Blute setzen sich die Blutzellen langsamer ab, als im unverdünnten Blute, dabei desto langsamer, je stärker die Verdünnung ist. Dies gilt wieder hauptsächlich für das defibrinirte Blut; denn im nichtdefibrinirten, verdünnten Blute kommt es zur Bildung eines constanten Bodensatzes häufig fast zu derselben Zeit, wenigstens nicht viel später, als im unverdünnten Blute. Dagegen nimmt die Höhe der rothen Schicht in stärker verdünnten defibrinirten Blutproben (im Verhältnisse 100 Blut + 40 Na Cl-Lösung, 100 : 100) häufig noch nach 3, 4—5 Tagen etwas ab, wohl nicht bedeutend — 0,5—0,75 cem. in 12 Stunden. Dadurch konnte man aber von der Bildung constanten Senkungsschicht in derartigen Blutproben überhaupt nicht sprechen. Eigentlich habe ich die Bildung eines constanten Bodensatzes rother Blutkörperchen im defibrinirten und stärker verdünnten Blute nur bei der obenerwähnten Oligoplasmie einmal beobachtet.

Sonst ebenso im defibrinirten, wie im nichtdefibrinirten (verdünnten und unverdünnten) Blute, findet in der Regel die Thatsache statt, dass die Grösse des rothen Bodensatzes endlich vollkommen constant wird. Mitunter kommt eine Erscheinung zu Stande — und die gilt meistens, wenn nicht ausschliesslich für hydrämische Blutarten —, die die Bestimmung der Grösse des Sedimentes unmöglich macht: Zur Zeit, als der Senkungsprocess schon zu Ende kommt, d. h. als die Unterschiede der Sedimentsgrössen in 10—12 Stunden minimal werden, zeigen sich die untersten Plasma- resp. Serum-

schichten roth gefärbt. Mit anderen Worten, es findet ein Farbstoffaustritt aus den sich absetzenden Blutkörperchen statt. Diese Erscheinung habe ich im nicht defibrinirten Blute nur sehr selten wahrgenommen. Sie ist aber keine directe Folge der Verdünnung des Blutes, denn sie kommt zu Stande manchmal nur im unverdünnten oder schwächer verdünnten defibrinirten Blute, während die parallelen stärker verdünnten Proben keine Spur von Farbstoffaustritt noch zeigen; weiter ist sie auch keine Folge der übermässigen Dauer des Versuches und sonstiger äusseren Einflüsse. Einige Male wurden Blutproben von zwei Individuen zu gleicher Zeit angestellt und unter denselben Bedingungen beobachtet: nun die Erscheinung fand statt in einer Blutart schon nach 30—48 Stunden und in der anderen gar nicht.

Im defibrinirten Blute ist der Bodensatz im Beginn des Senkungsprocesses hellroth: allmähig wird diese Farbe ebenso dunkel, wie die des Bodensatzes im nicht defibrinirten Blute. Dieses Dunkelwerden beruht bekanntlich auf den im stehenden Blute sich abspielenden Oxydationsprocessen, was von Hoppe-Seyler¹⁾, Nawrocki²⁾ und And. erwiesen worden ist.

In Bezug auf die Grösse der Senkungsschicht liessen sich folgende Thatsachen feststellen:

1. Das defibrinirte Blut liefert gewöhnlich ein etwas grösseres Sediment, als dasselbe nichtdefibrinirte Blut. So z. B. betrug in einem Falle die Senkungsschicht in 25 ccm. nichdefibr. Blutes 14 ccm., und in 25 ccm. desselben defibr. Blutes 16 $\frac{1}{2}$ ccm. u. s. w.

2. Im verdünnten Blute ist das Sediment stets grösser als im unverdünnten (natürlich auf gleiche Mengen des ursprünglichen Blutes bezogen), und dabei desto grösser, je mehr dem Blute 0,6% Kochsalzlösung zugesetzt worden ist. Dieser Schluss ist selbstverständlich nur auf Grund derjenigen Ver-

¹⁾ Hoppe-Seyler, Ueber die Oxydation im lebenden Blute. Medicinisch-chemische Untersuchungen. Berlin 1866, H. 1, S. 133.

²⁾ Nawrocki, Studien der physiolog. Institutes zu Breslau, 1863, H. 2, S. 165.

suche gezogen, wo die Senkungsschichten rother Elemente im verdünnten Blute constant wurden, d. h. in Proben mit nichtdefibrinirtem Blute.

Ich möchte endlich in Bezug auf die absoluten Grössen der Sedimente im undefibrinirten und unverdünnten Blute hinzufügen, dass dieselben in normalen und pathologischen Blutarten trotz gleicher Blutkörperchenzahl häufig nicht gleich sind. Im normalen Blute mit etwa 5,000,000—5,200,000 Blutkörperchen in 1 cbmm. (nach Thoma Zeiss), 95—105 Färbekraft (nach Fleischl) und 21,5—22,5% Trockensubstanz beträgt das Sedimentvolum der gesammten Blutkörperchen jedenfalls über 50%—52%, 56%. Dieser Werth kann in hydrämischen Blutarten auf 30%—20% u. s. w. herabfallen. Bei intacter oder wenig veränderter Blutkörperchenzahl geht in hydrämischem Blute mit einem solchen Abfall eine beträchtliche Abnahme der Färbekraft des Blutes (auf 60—40) immer einher, sodass derartige Combination der Werthe des Zählapparates und des Hämometers umgekehrt auf die Abnahme des Sedimentvolums der rothen Blutzellen hinweist.

Die obigen Schlüsse sind aus folgenden Beobachtungen gezogen.

Versuch 1¹⁾.

Das Blut wurde um 11 Uhr Morgens 11. IX. 93 einem gesunden robusten Individuum entnommen. Trockensubstanz = 22,4%. Färbekraft mit v. Fleischl'schem Hämometer bestimmt = 95—100. Beginn des Versuches um 12 U. Die Cylinder I, II, III enthielten nicht defibr. Blut wegen Zusatz von je 0,025 gr. Natriumoxalat zu 25 cbcm. Blut. Die Cylinder IV, V, VI enthielten je 25 cbcm. defibrinirten Blutes. Das Blut in den Cylindern II und V wurde mit 5 cbcm. physiolog. Kochsalzlösung, das in den III. und VI. mit 25 cbcm. derselben versetzt.

¹⁾ In manchen von den folgenden Fällen wurde auch die Blutkörperchensubstanz auf N- und Fe-Gehalt quantitativ untersucht. Die Ergebnisse dieser Analyse sind in der Tab. F. in meiner obencitirten Arbeit zusammengestellt. Zeitschr. f. klin. Medicin. Bd. 24, H. 5 u. 6.

Die Zahlen in den Tabellen entsprechen der oberen Grenze des Bodensatzes und zeigen seine Grösse in cbem.:

	Nichtdefibr. Blut.			Defibrin. Blut.		
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
	cbem.	cbem.	cbem.	cbem.	cbem.	cbem.
Zusatz von 0,6% NaCl-Lösung . . .	—	5	25	—	5	25
Flüssigkeitsvolum	25	30	50	25	30	50
Senkungsschicht a. 11. IX. 6 U. Ab.	14 ^{1/2}	15 ^{1/4}	18	19	27 ^{3/4}	47 ^{1/2}
» a. 12. IX. 10 U. M.	14 ^{1/2}	15	17 ^{1/2}	17	24	43 ^{3/4}
» » 6 U. Ab.	14 ^{1/4}	14 ^{3/4}	16 ^{1/2}	17	22 ^{3/4}	42
» a. 13. IX. 10 U. M.	14	14 ^{3/4}	16 ^{1/2}	16 ^{3/4}	21 ^{1/4}	38 ^{1/2}
» » 6 U. Ab.	14	14 ^{3/4}	16 ^{1/4}	16 ^{1/2}	21*	37 ^{1/4}
» a. 14. IX. 10 U. M.	14	14 ^{3/4}	16 ^{1/4}	16 ^{1/2}	20 ^{1/2} *	35 ^{1/2}
» » 6 U. Ab.	14	14 ^{3/4}	16	16 ^{1/2}	20 ^{1/4} *	34 ^{1/2}
» a. 15. IX. 10 U. M.	14	14 ^{3/4}	16	16 ^{1/2}	20 ^{1/4} *	32 ^{3/4}
» » 6 U. Ab.	14	14 ^{3/4}	16	16 ^{1/2}	20*	31 ^{3/4} *
Constantes Sedimentvolum auf 100 cbem. Flüssigkeit berechnet . . .	56 ^{0/10}	49,1 ⁰	32 ^{0/10}	66 ^{0/10}	?	?
Sedimentvolum auf 100 cbem. ur- sprüngl. gebraucht. Blut. berechnet	56 ⁰	59 ^{0/10}	64 ^{0/10}	66 ^{0/10}	?	?

Versuch II.

Normales Blut von einem 19jährigen Subjecte. Färbekraft n. v. Fleischl = 95—100, Trockensubstanz = 20,68%. Beginn der Beobachtung 30. X. 93 um 12 U. Mor.

	Nichtdefibr. Blut.		Defibrin. Blut.	
	I.	II.	III.	IV.
	cbem.	cbem.	cbem.	cbem.
Zusatz von 0,6% NaCl-Lösung	—	5	—	5
Flüssigkeitsvolum	26	30	24 ^{1/2}	30
Senkungsschicht 30. X. 6 U. Ab.	13 ^{1/2}	16	21 ^{1/2}	27
» 31. X. 10 U. M.	13	15 ^{3/4}	17 ^{1/2}	23
» » 6 U. Ab.	13	15 ^{1/2}	16 ^{1/2}	22
» 1. XI. 10 U. M.	13	15 ^{1/2}	15 ^{1/2}	19 ^{3/4}
» » 6 U. Ab.	13	15 ^{1/2}	15 ^{1/2}	19 ^{1/4}
Constant. Sedimentvol. auf 100 cbem. Flüssig- berechnet	52 ^{0/10}	51,6 ^{0/10}	63,2 ^{0/10}	?
Const. Sedimentvol. auf 100 cbem. ursprüngl. Blutes berechnet	52 ^{0/10}	61 ^{0/10}	63,2 ^{0/10}	?

*) Bedeutet den Beginn des Farbstoffaustrittes, der im Cylinder II mit defibrinirtem und schwach verdünnten Blute am 13. IX. um 6 U. M., d. h. 24 Stunden nach dem Beginn des Versuches wahrgenommen wurde, im Cylinder IV dagegen erst nach 5 Tagen und 6 Stunden.

Versuch III.

Normales Blut von einem 28jährigen Subjecte. Zahl der rothen Blutkörperchen 5,235,000. Färbekraft nach v. Fleischl = 95—100. Trockensubstanz = 21,97%. Beginn des Versuches 3. XI. 12 U. Morg.

	Nichtdefibr. Blut.		Defibrin. Blut.		
	I.	II.	III.	IV.	V.
	cbcm.	cbcm.	cbcm.	cbcm.	cbcm.
Zusatz von 0,6% NaCl-Lösung . . .	—	10	—	—	10
Flüssigkeitsvolum	26	35	25	25	30
Senkungsschicht 3. XI. 7 U. Ab. . .	14 $\frac{1}{2}$	15 $\frac{1}{2}$	16 $\frac{1}{2}$	16 $\frac{1}{2}$	30 $\frac{1}{2}$
» 4. XI. 10 U. M. . .	14	15 $\frac{1}{2}$	15 $\frac{1}{2}$	15 $\frac{1}{2}$	24
» » 7 U. Ab. . .	14	15 $\frac{1}{2}$	15	15	22
» 5. XI. 10 U. M. . .	14	15 $\frac{1}{2}$	15	15	21
» » 6 U. Ab. . .	14	15 $\frac{1}{2}$	15	15	20 $\frac{1}{2}$
» 6. XI. 10 U. M. . .	14	15 $\frac{1}{2}$	15	15	19 $\frac{1}{2}$
Sedimentvol. auf 100 cbcm. Flüssigk. berechnet	53,8%	44,3%	60%	60%	?
Sedimentvol. auf 100 cbcm. ursprüngl. Blut berechnet	53,8%	62%	60%	60%	?

Versuch IV.

Alle Cylinder wurden mit defibrinirtem Blute von Färbekraft = 80 n. Fleischl gefüllt. Beginn: 28. VIII. 12 U. M.

	I.	II.	III.	IV.	V.
	cbcm.	cbcm.	cbcm.	cbcm.	cbcm.
Zusatz von 0,6% NaCl-Lösung . . .	—	2 $\frac{1}{2}$	5	12 $\frac{1}{2}$	25
Flüssigkeitsvolum	25	27 $\frac{1}{2}$	30	37 $\frac{1}{2}$	50
Senkungsschicht 28. VIII. 7 U. Ab. .	14 $\frac{1}{4}$	17	20 $\frac{3}{4}$	32	46 $\frac{1}{2}$
» 29. VIII. 10 U. M. .	14	15 $\frac{3}{4}$	17 $\frac{1}{2}$	25 $\frac{3}{4}$	41
» » 6 U. Ab. .	13 $\frac{3}{4}$	15 $\frac{1}{2}$	17 $\frac{1}{4}$	24	38
» 30. VIII. 10 U. M. .	13 $\frac{3}{4}$	15 $\frac{1}{4}$	16 $\frac{3}{4}$	21 $\frac{1}{2}$ *	33
» » 6 U. Ab. .	13 $\frac{3}{4}$	15 $\frac{1}{4}$	16 $\frac{1}{2}$	20 $\frac{1}{2}$ *	30 $\frac{1}{2}$
» 31. VIII. 10 U. M. .	13 $\frac{3}{4}$	15 $\frac{1}{4}$	16 $\frac{1}{2}$	20*	27
» » 6 U. Ab. .	13 $\frac{3}{4}$	15 $\frac{1}{4}$	16 $\frac{1}{2}$	19 $\frac{1}{2}$ *	26*
Constant. Sedimentvol. auf 100 cbcm. Flüssigk. berechnet	55%	55,4%	55%	?	?
Constant. Sedimentvol. auf 100 cbcm. ursprüngl. Blut berechnet	55%	61%	66%	?	?

Versuch V.

Blut von einem chronisch. Nephritiker. Färbekraft = 55. Trockensubstanz = 18,61%. Beginn: 4. IX. 93 12 U. M. Nur defibrin. Blut. In den Gefäßen V und VI wurde das Blut gleichzeitig mit anderen Cylindern mit 0,6% NaCl vermischt, im VII. dagegen 1 $\frac{1}{4}$ St. später.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
	cbcm.	cbcm.	cbcm.	cbcm.	cbcm.	cbcm.	cbcm.
Zusatz von 0,6% NaCl-Lösung	—	2 $\frac{1}{2}$	5	12 $\frac{1}{2}$	25	25	25
Flüssigkeitsvolum	25	27 $\frac{1}{2}$	30	37 $\frac{1}{2}$	50	50	50
Senkungsschicht 4. IX. 6U. Ab.	19	21 $\frac{3}{4}$	25	34 $\frac{1}{2}$	46 $\frac{3}{4}$	46 $\frac{1}{4}$	45
» 5. IX. 10U. M.	15 $\frac{1}{2}$	17 $\frac{1}{2}$	18 $\frac{3}{4}$	27 $\frac{3}{4}$	40 $\frac{3}{4}$	40	35*
» » 6U. Ab.	14 $\frac{1}{4}$	16	16 $\frac{3}{4}$	24	37 $\frac{1}{4}$	36 $\frac{1}{4}$	30 $\frac{1}{2}$ *
» 6. IX. 10U. M.	14	15	15 $\frac{3}{4}$	20	31 $\frac{1}{2}$	36 $\frac{1}{2}$	23*
» » 6U. Ab.	13 $\frac{3}{4}$	15	15 $\frac{1}{2}$ *	19*	28 $\frac{1}{2}$	28	20*
» 7. IX. 10U. M.	13 $\frac{3}{4}$	14 $\frac{3}{4}$	15*	18*	24	23 $\frac{1}{2}$	—
» » 6U. Ab.	13 $\frac{3}{4}$	14 $\frac{3}{4}$	14 $\frac{3}{4}$ *	17*	24*	22 $\frac{1}{2}$	—
Constant. Sedimentvol. auf 100 cbcm. Flüssigk. berechnet .	55 $\frac{0}{6}$	53,6 $\frac{0}{6}$?	?	?	?	—
Constant. Sedimentvol. auf 100 cbcm. ursp. Blut berechnet	55 $\frac{0}{6}$	59 $\frac{0}{6}$	—	—	—	—	—

Versuch VI.

Tuberculosis pulmon. Färbekraft = 65. Blutkörperchenzahl = 5,125,000. Trockensubstanz = 18,16%. Beginn des Versuches: 10. XI. 12 U. M.

	Nichtdefibr. Blut.		Defibrin. Blut.	
	I.	II.	III.	IV.
	cbcm.	cbcm.	cbcm.	cbcm.
Zusatz von 0,6% NaCl-Lösung	—	10	—	10
Flüssigkeitsvolum	28	35	25	35
Senkungsschicht 10. XI. 7 U. Ab.	17	13 $\frac{1}{2}$	12	17
» 11. XI. 10 U. M.	13 $\frac{1}{2}$	13	12	15
» » 6 U. Ab.	13	12 $\frac{1}{2}$	11 $\frac{1}{2}$	14 $\frac{1}{2}$
» 12. XI. 10 U. M.	13	12 $\frac{1}{2}$	11 $\frac{1}{2}$	14
» » 6 U. Ab.	13	12 $\frac{1}{2}$	11 $\frac{1}{2}$	13 $\frac{3}{4}$
Const. Sedimentvol. auf 100 cbcm. Flüssigkeit berechnet	46,4 $\frac{0}{6}$	35,2 $\frac{0}{6}$	46 $\frac{0}{6}$?
Const. Sedimentvol. auf 100 cbcm. Blut berechnet	46,4 $\frac{0}{6}$	50,0 $\frac{0}{6}$	46 $\frac{0}{6}$?

Versuch VII.

Chronische Nephritis. Färbekraft = 65. Trockensubstanz = 19,11%. Beginn: 15. XI. 12 U. M.

	Nichtdefibr. Blut.		Defibrin. Blut.	
	I. cbcm.	II. cbcm.	III. cbcm.	IV. cbcm.
Zusatz von 0,6% NaCl-Lösung	—	10	—	10
Flüssigkeitsvolum	25	37	25	35
Senkungsschicht 15. XI. 6 U. Ab.	12	17 ¹ / ₄	18	30
» 16. XI. 10 U. M.	11 ³ / ₄	16 ³ / ₄	14 ³ / ₄	22 ¹ / ₂
» » 6 U. Ab.	11 ³ / ₄	16 ¹ / ₂	14	19 ¹ / ₂
» 17. XI. 10 U. M.	11 ³ / ₄	16 ¹ / ₂	13 ¹ / ₂	17 ¹ / ₂
» » 7 U. Ab.	11 ³ / ₄	16 ¹ / ₂	13 ¹ / ₄	16 ¹ / ₂
» 18. XI. 10 U. M.	—	—	13	15 ¹ / ₂
» » 7 U. Ab.	—	—	12 ³ / ₄	15
» 19. XI. 10 U. M.	—	—	12	14 ¹ / ₂
Const. Sedimentvol. auf 100 cbcm. Flüssigkeit berechnet	47 ⁰ / ₀	44,5 ⁰ / ₀	?	?
Const. Sedimentvol. auf 100 cbcm. urspr. Blut berechnet	47 ⁰ / ₀	61,1 ⁰ / ₀	?	?

Versuch VIII.

Vitium cordis. Aneurysma aortae. Compensationsstadium. Blutkörperchenzahl = 4,512,500. Färbekraft des Blutes = 60. Trockensubstanz = 19,53%.

	Nichtdefibr. Blut.		Defibrin. Blut.			
	I. cbcm.	II. cbcm.	III. cbcm.	IV. cbcm.	V. cbcm.	VI. cbcm.
Zusatz von 0,6% NaCl-Lösung	—	25	—	—	10	25
Flüssigkeitsvolum	25	50	25	25	35	50
Senkungsschicht 27. XI. 6 U. Ab.	14	18	20 ³ / ₄	20 ³ / ₄	32	46 ¹ / ₂
» 28. XI. 10 U. M.	13 ¹ / ₂	17 ¹ / ₂	17 ¹ / ₂	16 ¹ / ₂	27	41
» » 6 U. Ab.	13 ¹ / ₂	17 ¹ / ₄	16 ¹ / ₂	16,0	24 ¹ / ₂	38 ¹ / ₂
» 29. XI. 10 U. M.	13 ¹ / ₂	17	16,0	15 ¹ / ₂	20 ¹ / ₂	33 ¹ / ₂
» » 6 U. Ab.	13 ¹ / ₂	16 ¹ / ₂	15 ¹ / ₂	15 ¹ / ₂	20 ¹ / ₂	32
» 30. XI. 10 U. M.	—	16 ¹ / ₂	15 ¹ / ₂	15 ¹ / ₂	19 ¹ / ₂	28 ¹ / ₂
» » 6 U. Ab.	—	16 ¹ / ₂	15 ¹ / ₂	—	18 ¹ / ₂ *	27 ¹ / ₂ *
» 1. XII. 10 U. M.	—	—	—	—	18*	24 ¹ / ₂ *
Const. Sedimentvol. auf 100 cbcm. Flüssigk. berechnet	54 ⁰ / ₀	33 ⁰ / ₀	62 ⁰ / ₀	62 ⁰ / ₀	?	?
Const. Sedimentvol. auf 100 cbcm. Blut berechnet	54 ⁰ / ₀	66 ⁰ / ₀	62 ⁰ / ₀	62 ⁰ / ₀	?	?

Versuch IX.

Anaemia nephritica. Färbekraft = 65. Trockensubstanz = 19,46%. Beginn: 17. XI. 12 U. M.

	Nichtdefibr. Blut.		Defibrin. Blut.
	I. cbcm.	II. cbcm.	III cbcm.
Zugesetzt 0,6% NaCl-Lösung	—	10	—
Flüssigkeitsvolum	27	35	25
Senkungsschicht 17. XI. 6 U. Ab.	13,0	14,0	13 ¹ / ₂
» 18. XI. 10 U. M.	12 ³ / ₄	13 ³ / ₄	12 ¹ / ₂
» » 6 U. Ab.	12 ³ / ₄	13 ³ / ₄	12 ¹ / ₄
» 19. XI. 10 U. M.	12 ³ / ₄	13 ³ / ₄	12,0
» » 6 U. Ab.	12 ³ / ₄	13 ³ / ₄	12,0
Constant. Sedimentvol. auf 100 cbcm. Flüssigkeit berechnet	47,2 ⁰ / ₁₀	39,2 ⁰ / ₁₀	48,0 ⁰ / ₁₀
Constant. Sedimentvol. auf 100 cbcm. ursprüngl. Blut berechnet	47,2 ⁰ / ₁₀	55 ⁰ / ₁₀	48,8 ⁰ / ₁₀

Versuch X.

Leicht hydrämisches Weib von 32 J. Blutkörperchenzahl = 4,858,300. Färbekraft = 85. Trockensubstanz = 19,83%. Das Cylinder IV war zweimal enger (etwa 1¹/₄—1¹/₂ cm. Durchmesser), als die sonstigen. Beginn: 8. XII. 12 U. M.

	Nichtdefibr. Blut.		Defibrin. Blut.			
	I. cbcm.	II. cbcm.	III. cbcm.	IV. cbcm.	V. cbcm.	VI. cbcm.
Zusatz von 0,6% NaCl-Lösung	—	10	—	—	10	25
Flüssigkeitsvolum	24 ¹ / ₂	35	25	25	35	50
Senkungsschicht 8. XII. 6 U. Ab.	12 ¹ / ₂	22	22 ¹ / ₂	22 ¹ / ₂	31 ¹ / ₂	48
» 9. XII. 10 U. M.	11 ³ / ₄	16 ¹ / ₂	17 ¹ / ₄ *	18 ¹ / ₂ *	25*	48*
» » 6 U. Ab.	11 ³ / ₄	15	16 ¹ / ₄ *	17*	22 ¹ / ₂ *	39*
» 10. XII. 10 U. M.	11 ³ / ₄	15 ¹ / ₂ *	15 ¹ / ₄ *	17*	19 ³ / ₄ *	34 ¹ / ₂ *
» » 6 U. Ab.	11 ³ / ₄	15 ¹ / ₄ *	15*	15 ¹ / ₂ *	19*	32*
Constant. Bodensatz	47,9 ⁰ / ₁₀	?	?	?	?	?

Versuch XI.

Hysteriasis. Anaemia. Weib 24 J. Färbekraft = 60.
Trockensubstanz = 20,54%. Beginn: 21. XI. 12 U. M.

	Nichtdefibr. Blut. I. cbcm.	Defibrin. Blut.	
		II. cbcm.	III. cbcm.
Zusatz von 0,6% NaCl-Lösung	—	—	10
Flüssigkeitsvolum	51	25	35
Senkungsschicht 21. XI. 6 U. Ab.	28	18 $\frac{1}{2}$	32
» 22. XI. 10 U. M.	27	15 $\frac{3}{4}$	26 $\frac{1}{2}$
» » 6 U. Ab.	27	15 $\frac{1}{4}$	24
» 23. XI. 10 U. M.	27	15	21 $\frac{1}{2}$
» » 6 U. Ab.	27	14 $\frac{1}{2}$	21
» 24. XI. 10 U. M.	—	14 $\frac{1}{2}$	19 $\frac{1}{2}$
» » 6 U. Ab.	—	14 $\frac{1}{2}$	19
» 25. XI. 10 U. M.	—	14 $\frac{1}{2}$	18 $\frac{1}{2}$
Constant. Sedimentvol.	53 $\frac{0}{10}$	58 $\frac{0}{10}$?

Versuch XII.

Emphysema. Leichte Hydrämie. Blutkörperchenzahl
= 5,850,000. Färbekraft = 90. Trockensubstanz = 19,84%.
Beginn: 16. XII. 12 U. M.

	Nichtdef. Blut. I. cbcm.	Defibrin. Blut.		
		II. cbcm.	III. cbcm.	IV. cbcm.
Zusatz von 0,6% NaCl-Lösung	—	—	10	25
Flüssigkeitsvolum	28 $\frac{1}{2}$	25	35	50
Senkungsschicht 16. XII. 6 U. Ab.	16 $\frac{1}{2}$	22 $\frac{3}{4}$	32 $\frac{1}{2}$	48
» 17. XII. 10 U. M.	15 $\frac{3}{4}$	18 $\frac{1}{2}$	30	44 $\frac{3}{4}$
» » 6 U. Ab.	15 $\frac{3}{4}$	17 $\frac{1}{2}$	29	43
» 18. XII. 10 U. M.	15 $\frac{3}{4}$	16 $\frac{3}{4}$	26 $\frac{3}{4}$	40 $\frac{1}{4}$
» » 6 U. Ab.	15 $\frac{3}{4}$	16*	24 $\frac{1}{4}$ *	35 $\frac{3}{4}$
» 19. XII. 10 U. M.	—	15 $\frac{3}{4}$ *	23 $\frac{3}{4}$ *	35 $\frac{1}{2}$ *
Constant. Sediment.	55,2 $\frac{0}{10}$?	?	?

Versuch XIII.

Chronische Lungentuberculose. Blutkörperchenzahl = 4,933,000. Färbekraft = 65. Trockensubstanz = 17,61%.
Beginn: 4. XII. 12 U. M.

	Nichtdefibr.	Defibrin. Blut.	
	Blut. I. cbcm.	II. cbcm.	III. cbcm.
Zusatz von 0,6 % Na Cl-Lösung . . .	—	—	9
Flüssigkeitsvolum	23	26	18 (9 + 9)
Senkungsschicht 4. XII. 6 U. Ab. .	11 $\frac{1}{2}$	13,0	11
» 5. XII. 10 U. M. . .	10 $\frac{1}{2}$	12,0	6 $\frac{1}{2}$
» » 6 U. Ab. . .	10 $\frac{1}{2}$	12,0	5 $\frac{3}{4}$
» 6. XII. 10 U. M. . .	10 $\frac{1}{3}$	11 $\frac{3}{4}$	4 $\frac{1}{2}$
» » 6 U. Ab. . .	10 $\frac{1}{2}$	11 $\frac{3}{4}$	5 $\frac{1}{4}$
Constant. Sedimentvol.	40,3 $\frac{0}{0}$	45,1 $\frac{0}{0}$?

Versuch XIV.

Lungentuberculose. Färbekraft = 45. Blutkörperchenzahl = 4,825,000. Trockensubstanz = 17,89%. Beginn: 5. XII. 93. 12 U. M.

	Nichtdefibr.	Defibrin. Blut.	
	Blut. I. cbcm.	II. cbcm.	III. cbcm.
Zusatz von 0,6 % Na Cl-Lösung . . .	—	—	18
Flüssigkeitsvolum	29	26	36 (18 + 18)
Senkungsschicht 5. XII. 6 U. Ab. .	10 $\frac{3}{4}$	10 $\frac{1}{4}$	—
» 6. XII. 10 U. M. . .	10 $\frac{1}{2}$	9 $\frac{1}{2}$	14 $\frac{1}{2}$
» » 6 U. Ab. . .	10 $\frac{1}{4}$	9 $\frac{1}{2}$	12,0
» 7. XII. 10 U. M. . .	10 $\frac{1}{4}$	9 $\frac{1}{4}$	10 $\frac{1}{4}$
» » 6 U. Ab. . .	10 $\frac{1}{4}$	9 $\frac{1}{4}$	9*
Constant. Sedimentvol. auf 100 cbcm. Flüssigkeit resp. Blut berechnet .	35,3 $\frac{0}{0}$	35,5 $\frac{0}{0}$?

Im Versuche X wurde eine Portion defibrinirten Blutes in einem engen Cylinder zur Sedimentation gelassen; der Senkungsprocess zeigte gewisse, wohl nicht bedeutende Unterschiede von demselben in einem zweimal breiteren Cylinder. Dieses

abweichende Verhalten konnte aber nicht so ohne Weiteres auf den Einfluss des Gefässes zurückgeführt werden, denn z. B. im Versuche VIII war der Verlauf der Sedimentation in zwei gleichen Cylindern mit defibrinirtem Blute nicht absolut identisch, obgleich die constanten Endsedimente von gleicher Grösse wurden. Im diesbezüglichen Versuche mit verdünntem defibrinirten Blute verlief aber der Senkungsprocess in engem Gefässe langsamer, als im breiten Cylinder. Anders weisen dabei einige sonstige Versuche darauf hin, dass die Sedimentation im stark verdünnten defibrinirten Blute zu eigenthümlichen Schwankungen sehr geneigt ist. So z. B. im Versuche V setzten sich die Blutkörperchen im defibrinirten Blute, das $1\frac{1}{2}$ Stunden später als sonst mit der 0,6% Kochsalzlösung verdünnt wurde, viel schneller ab, als im früher verdünnten Blute. Auch zeigte dieses später verdünnte Blut sehr bald darauf den Farbstoffaustritt, der in der parallelen Blutportion gar nicht stattgefunden hat. In einem anderen Versuche (s. unter Vers. XVI) vollzog sich der Senkungsprocess im verdünnten Blute grösstentheils im Laufe der ersten 7 Stunden, trotz allgemeiner Regel.

Versuch XV.

Chronische Nephritis. Färbekraft = 50. Blutkörperchenzahl = 3,675,000. Trockensubstanz = 15,29%. Die Cylinder III und VI waren zweimal enger, als die sonstigen. Beginn am 6. XII. 93 um 12 U. M.

	Nicht-defibr. Blut.	Defibrin. Blut.				
		I.	II.	III.	IV.	V.
	ebem.	ebem.	ebem.	ebem.	ebem.	ebem.
Zusatz von 0,6% NaCl-Lösung	—	—	—	10	25	25
Flüssigkeitsvolum	28	25	25	35	50	50
Senkungsschicht 6. XII. 6 U. Ab.	11 $\frac{1}{2}$	16 $\frac{1}{2}$	17	29	44	47 $\frac{1}{2}$
„ 7. XII. 10 U. M.	11,0	14	12 $\frac{1}{2}$	19 $\frac{1}{2}$	31	39
„ „ 6 U. Ab.	10 $\frac{3}{4}$	12 $\frac{1}{2}$	11 $\frac{3}{4}$	17	25 $\frac{1}{2}$	31
„ 8. XII. 10 U. M.	10 $\frac{3}{4}$	12	11 $\frac{1}{4}$	14 $\frac{1}{4}$	17 $\frac{1}{2}$	25
„ „ 6 U. Ab.	10 $\frac{3}{4}$	11 $\frac{3}{4}$	10 $\frac{3}{4}$	13 $\frac{3}{4}$	15 $\frac{1}{2}$	22 $\frac{1}{2}$

Versuch XVI.

Nephritische Anaemie. Färbekraft = 60. Blutkörperchenzahl = 3,650,000. Trockensubstanz = 20,06 %. Das Cylinder III war zweimal enger, als die sonstigen. Beginn: 5. I. 94. 12 U. M.

	Nichtdefibr.	Defibrin. Blut.		
	Blut. I. cbcm.	II. cbcm.	III. cbcm.	IV. cbcm.
Zusatz von 0,6 % Na Cl-Lösung	—	—	—	25
Flüssigkeitsvolum	32	25	25	50
Senkungsschicht 5. I. 6 U. Ab.	17 $\frac{1}{2}$	21	16 $\frac{1}{2}$	26 $\frac{1}{2}$
» 6. I. 10 U. M..	15 $\frac{1}{2}$	13 $\frac{1}{2}$	13	20
» » 6 U. Ab.	15 $\frac{1}{2}$	13,0	12 $\frac{1}{2}$	18 $\frac{3}{4}$
» 7. I. 10 U. M..	15 $\frac{1}{4}$	12 $\frac{1}{2}$	12	17 $\frac{1}{2}$
» » 6 U. Ab.	15 $\frac{1}{4}$	12 $\frac{1}{2}$	12	16 $\frac{1}{2}$

Einige Versuche wurden zu einer näheren Aufklärung des Unterschiedes angestellt, den das constante Sedimentvolum des defibrinirten Blutes im Vergleich mit demselben des nichtdefibrinirten hinsichtlich der Grösse fast durchweg zeigte. Vor allen Dingen liess ich einige Male das verdünnte oder unverdünnte Blut im Cylinder spontan gerinnen; nach 2—3 Tagen, als das rundliche Gerinnsel keine auffallende Abnahme seines Volums mehr zeigte, wurde das Serum abgegossen und gemessen. Nun war dessen Quantität in allen diesbezüglichen gelungenen Versuchen der Menge des Plasmas im nicht geronnenen Blute (d. h. im Blute mit Zusatz von Natriumoxalat) fast absolut gleich, und dementsprechend grösser, als die Serummenge über der Senkungsschicht des defibrinirten Blutes. Ich sage «gelungen», denn in zahlreichen sonstigen Versuchen bildete sich kein festes Gerinnsel und neben demselben lag am Boden des Gefässes eine Senkungsschicht rother Blutkörperchen, wodurch das Abgiessen und genaues Messen des Serums unmöglich war.

In der folgenden Tabelle unter I ist die abgegossene Serummenge aus dem geronnenen Blute, unter II Plasma- menge im nichtdefibrinirten Blute, unter III Serummenge

im defibrinirten Blute — Alles auf 100 cbcm. Flüssigkeit berechnet — bezeichnet.

	I.	II.	III.	
	cbcm.	cbcm.	cbcm.	
Unverdünntes Blut	48	48	38	(Versuch II).
Verdünntes Blut (100:20)	51,7	48,4	38,4	(Ders. Vers.).
Verdünntes Blut (100:40)	54,3	55,7	44,3	(Versuch III).

Somit übt das Verhindern der Blutgerinnung mittelst Natriumoxalat keinen Einfluss auf die sich während der Sedimentation abscheidende Menge der Blutflüssigkeit aus, bzw. das Verhindern der Blutgerinnung auf diese Weise ist keine Ursache davon, dass das Sedimentvolum im nichtdefibrinirten Blute kleiner ist, als der Bodensatz rother Blutkörperchen im defibrinirten Blute.

Es blieb noch zu entscheiden übrig, wieviel das Defibriniren selbst in dieser Beziehung von Bedeutung ist. Schon längst hat man darauf aufmerksam gemacht, dass das defibrinirte Blut nicht selten einen höheren Concentrationsgrad aufweist, als das nichtdefibrinirte, sowohl in Bezug auf Hämoglobingehalt, als auch in Bezug auf Trockensubstanz (Götschel¹⁾, Kupffer²⁾). Auch M. und L. Bleibtreu³⁾ fanden bei ihren Untersuchungen, dass das Blut durch den Process des Defibrinirens in vielen Fällen eine Zunahme seines Gehaltes an Stickstoff zeigt⁴⁾). Die Verfasser erklären diese bemerkenswerthe Erscheinung mit dem Umstande, dass infolge der Ausscheidung der Trockensubstanz die Zwischenflüssigkeit einen Verlust an ihrem Volum erleidet, wodurch auch das defibrinirte Blut an wasserarmen Blutkörperchen relativ reicher unter Umständen wird, als das nichtdefibrinirte.

¹⁾ E. v. Götschel, Vergleichende Analyse des Blutes gesunder und septisch inficirter Schafe. Diss. Dorpat 1883.

²⁾ F. Kupffer, Analyse septisch inficirten Hundeblasses. Diss. Dorpat 1884.

³⁾ M. und L. Bleibtreu, loc. cit., Anhang, S. 223.

⁴⁾ Vgl. auch: H. J. Hamburger, Vergleichende Untersuchungen von arteriell. und venösem Blute und über den bedeutenden Einfluss der Art des Defibrinirens auf die Resultate von Blutanalysen. Archiv f. Anatomie und Physiologie. Physiol. Abth., Suppl. 1893, S. 157.

In Uebereinstimmung mit dieser Meinung habe ich tatsächlich in zwei Fällen in 1 cbmm. defibrinirten Blutes etwas mehr Blutkörperchen gefunden, als in 1 cbmm. entsprechenden nichtdefibrinirten.

	Blutkörperchen in 1 cbmm.	
	Nichtdefibrin. Blut.	Defibrin. Blut.
Versuch XIII . . .	4,512,500	4,666,000
Versuch XV . . .	3,675,000	3,787,500

Im dritten Falle war dagegen das defibrinirte Blut an Blutzellen relativ ärmer, als das nicht defibrinirte.

	Blutkörperchen in 1 mm.	
	Nichtdefibrin. Blut.	Defibrin. Blut.
Versuch X	4,858,300	4,750,000

Trotzdem war das Sedimentvolum in diesem Falle, wie in den zwei ersteren im defibrinirten Blute grösser (ca. 60%), als im nicht defibrinirten (47,9%).

Auch die Zählung der Blutkörperchen im Bodensatz selbst ergab, dass der relative Reichthum des defibrinirten Blutes an Körperchen bei der in Rede stehenden Erscheinung keine Grundrolle spielen kann. Falls das grössere Sedimentvolum im defibrinirten Blute nur von dessen Zunahme an körperlichen Elementen herrührte, so würde man in 1 cbmm. der Senkungsschicht des defibrinirten Blutes gleiche Blutkörperchenzahl, wie in 1 cbmm. des Bodensatzes des nichtdefibrinirten erwarten müssen. Dagegen habe ich im ersten Falle weniger Blutzellen als im zweiten bestimmt.

	In 1 cbmm.	
	Bodensatz des defibrin. Blutes.	Bodensatz des nichtdefibrin. Blutes.
Vers. II. { Unverdünntes Blut	9,568,750	10,531,250
{ Verdünntes Blut (100:40).	8,887,500	9,475,000

In Bezug auf den auffallenden Unterschied in der Schnelligkeit der Sedimentation, die das defibrinirte Blut gegenüber dem nichtdefibrinirten zeigte, konnte die Frage nicht unberücksichtigt gelassen werden, ob in dieser Beziehung der höhere

Gehalt an O im defibrinirten Blute nicht von Bedeutung ist. Desswegen habe ich in einem Versuche das dunkle, nicht geronnene (mit Zusatz von Natriumoxalat) Blut so lange geschüttelt, bis es ebenso hellroth, wie das entsprechende defibrinirte wurde; und andererseits in zwei Versuchen durch das hellrothe defibrinirte Blut CO_2 so lange durchgelassen, bis die Blutfarbe ebenso dunkel wurde, wie die des nichtdefibrinirten Blutes. Es sei erwähnt, dass die hellrothe Farbe im nichtdefibrinirten Blute viel rascher in die dunkle überging, als dies im defibrinirten Blute der Fall zu sein pflegte; und zweitens, dass das Plasma im geschüttelten nichtdefibrinirten Blute sich immer leicht hämoglobinämisch erwies.

Die Resultate dieser Versuche fielen aber fast ganz negativ aus: im hellen nichtdefibrinirten Blute verlief der Senkungsprocess ebenso schnell wie im dunklen, und im dunklen defibrinirten Blute ebenso langsam wie im hellen; dabei erwies sich das Sedimentvolum im dunklen defibrinirten Blute grösser, als im hellrothen.

Versuch XVII.

Normal. Blut. Färbekraft = 100. Trockensubstanz 21,82%. In Cylindern II und IV wurde das Blut nach dem Abmessen und Versetzen mit 0,025 Natriumoxalat mittelst Schütteln und Schlagen hellroth gemacht; in die Cylinder VI und VII CO_2 durchgelassen, bis die Blutfarbe im Cylinder VI schwach dunkel und im VII so dunkel wie die Blutfarbe im im Cylinder I wurde. Beginn: 6. XI. 93. 12 U. M.

	Nichtdefibrin. Blutes.				Defibrin. Blut.		
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
	cbem.	cbem.	cbem.	cbem.	cbem.	cbem.	cbem.
Zusatz von 0,6% NaCl-Lösung	—	—	10	10	—	—	—
Flüssigkeitsvolum	26	25	35	35	25	25	25
Senkungsschicht 6. XI. 6 U. Ab.	16,0	14 $\frac{1}{2}$	26 $\frac{1}{2}$	26	21	24	24
› 7. XI. 10 U. M.	15,0	14,0	22	21 $\frac{1}{2}$	17	17 $\frac{1}{2}$	20
› › 6 U. Ab.	15,0	14,0	21	20 $\frac{1}{4}$	16 $\frac{1}{2}$	16 $\frac{1}{2}$	19 $\frac{1}{2}$
› 8. XI. 10 U. M.	15,0	14,0	20 $\frac{1}{4}$	19,0	15 $\frac{1}{2}$	16,0	18,0
› › 6 U. Ab.	15,0	14,0	19 $\frac{3}{4}$	19,0	15 $\frac{1}{2}$	16,0	18,0
› 9. XI. 10 U. M.	—	—	19 $\frac{1}{4}$	18 $\frac{3}{4}$	15 $\frac{1}{2}$	16,0	18,0
› › 6 U. Ab.	—	—	19,0	18 $\frac{1}{4}$	15 $\frac{1}{2}$	—	18,0
Constantes Sedimentvolum . .	57,6%	56%	?	?	62%	64%	72%

Versuch VII (bis).
Die Versuchsanordnung s. oben S. 190.

	Defibrin. Blut.		Defibrin. Blut + CO ₂ .	
	III. cbcm.	IV. cbcm.	V. cbcm.	VI. cbcm.
Zusatz von 0,6% NaCl-Lösung	--	10	—	10
Flüssigkeitsvolum	25	35	25	35
Senkungsschicht 15. XI. 6U. Ab.	18,0	30	20 ¹ / ₂	32
» 16. XI. 10U. M.	14 ³ / ₄	22 ¹ / ₂	16	26 ¹ / ₂
» » 6U. Ab.	14	19 ¹ / ₂	15 ¹ / ₂	23 ¹ / ₂
» 17. XI. 10U. M.	13 ¹ / ₂	17 ¹ / ₂	14 ¹ / ₂	20
» » 6U. Ab.	13 ¹ / ₄	16 ¹ / ₂	14 ¹ / ₂	20
» 18. XI. 10U. M.	13	15 ¹ / ₂	14	18 ¹ / ₂
» » 6U. M.	12 ³ / ₄	15	14	18
» 19. XI. 10U. Ab.	12 ¹ / ₂	14 ¹ / ₂	14	17 ¹ / ₂
Constantes Sedimentvolum . .	?	?	56 ⁰ / ₁₀	?

Im Versuche III habe ich, nachdem sich im nichtdefibrinirten und verdünnten Blute constanter Bodensatz von 15¹/₂ cbcm. in 24 Stunden gebildet hat, denselben mit zugehörigem Plasma im Cylinder wieder vermischt, das Gemisch bis zum Hellrothwerden der Flüssigkeit geschüttelt und es dann stehen gelassen. Nach 36 Stunden setzten sich die Blutkörperchen vollständig ab; das constante Sediment war aber grösser (17¹/₂ cbcm.) als das ursprüngliche.

Somit konnte aus diesen Versuchen keine Deutung für die in Rede stehenden Erscheinungen gefolgert werden. Dass aber dieselben eine natürliche Folge des Defibrinirens waren und mit dem Mangel, resp. Armuth des defibrinirten Blutes an Fibrinogenen im directen Zusammenhang standen, dafür lieferte die Beobachtung des «oligoplasmischen» Blutes an sich einen lehrreichen Beweis.

Unter dem Namen «Oligoplasmie» habe ich¹⁾ einen eigenthümlichen Blutzustand beschrieben, wo bei normaler oder unbedeutend vermindeter Blutkörperchenzahl und normaler

¹⁾ E. Biernacki, loc. cit. Ausführlich. Untersuchungen über die chemische Beschaffenheit bei pathologischen, insbesondere bei anämischen Zuständen. Zeitschr. f. klin. Medicin. Bd. 24, H. 5 u. 6.

oder fast normaler Färbekraft des Blutes die Senkungsschicht der rothen Zellen viel grösser ist, als in der Norm, also statt 50—56%—75, 65, 80% beträgt. Diese Erscheinung ging in meinen Beobachtungen mit Zunahme des durchschnittlichen Diameters rother Blutzellen immer einher; im frisch untersuchten venösen, nicht geronnenem oder defibrinirten Blute zeigten dieselben Alle, oder fast Alle durchweg Durchmesser 10 μ statt normalen 7,5 μ , 8,5 μ .

Die Oligoplasmie habe ich bisher 6 Mal bei verschiedenen Kranken gesehen, die meistens junge Leute im Alter von 25—30 Jahren, von gutem Körperbau und normalem Aussehen waren, also bei Neurasthenie mit Hyperacidität, nervöser Dyspepsie, beginnender Lungentuberkulose, spastischer Paraparese, ausserdem in einem Falle von Lebertumor und einem anderen von Herzfehler im Dyscompensationsstadium. Der Trockenrückstand und der Gehalt an Cl, K, Na, Fe zeigten sich ganz normal oder sehr wenig von der Norm abweichend (im Sinne der Hydrämie).

Die wesentlichste chemische Abnormität des oligoplasmischen Blutes scheint, wie mir die Beobachtung von drei letzteren Fällen zeigt, Mangel oder Armuth an Fibrinogenen zu sein. Das oligoplasmische Blut zeigt sehr wenig Neigung zu Gerinnung und lässt sich sehr schwer defibriniren, so dass erst nach längerem Schlagen (15—20 Minuten) ein ganz kleines Fibrinflöckchen herauszuholen ist. Dabei schäumt es ausserordentlich und der Schaum kann mitunter stundenlang festbleiben.

Nun, wie schon einmal erwähnt, zeigt der Senkungsprocess im nicht defibrinirten oligoplasmischen Blute diejenigen Eigenschaften, die sonst dem defibrinirten Blute eigen sind. Also, er verläuft ebenso langsam wie im letzteren, und die Senkungsschicht ist trotz normaler Blutkörperchenzahl grösser als in der Norm.

Nichtsdestoweniger verhält sich das defibrinirte oligoplasmische Blut, wie jedes andere nicht defibrinirte: der Senkungsprocess vollzieht sich noch langsamer, als in entsprechendem nicht defibrinirten Blute, und ist auch das Sediment grösser, als im letzteren. Die Unterschiede in dieser Beziehung treten

dabei noch ausgeprägter hervor als sonst: die abgeschiedenen Serumquantitäten können minimal sein. So hat sich in einem Falle aus 25 cm. defibrinirten Blutes blös ein Cubikcentimeter Serum angesammelt.

Versuch XVIII.

Lebertumor bei einem 60jährigen Weibe. Färbekraft = 95.
Trockensubstanz = 22,3%. Beginn 20. XI. 12 U. M.

	Nichtdefibr. Blut.		Defibr. Blut.	
	I.	II.	I.	II.
	cbcm.		cbcm.	
Unverdünntes Blut. Flüssigkeitsvolum	25		25	
Senkungsschicht 20. XI. 6 U. Ab.	43 $\frac{1}{2}$		24	
» 21. XI. 10 U. M.	39		24	
» » 6 U. Ab.	38 $\frac{3}{4}$		23 $\frac{3}{4}$	
» 22. XI. 10 U. M.	38 $\frac{3}{4}$		23 $\frac{3}{4}$	
» » 6 U. Ab.	38 $\frac{3}{4}$		23 $\frac{3}{4}$	
» 23. XI. 10 U. M.	38 $\frac{3}{4}$		23 $\frac{3}{4}$	
Constantes Sedimentvolum	77,5%		95%	

Versuch XIX.

Herzfehler. Oedeme mittleren Grades. Blutkörperchenzahl in 1 cbmm. 4,500,000. Trockensubstanz = 19,19%. Färbekraft = 90. Beginn: 29. XI. 12 U. M.

	Nichtdef. Blut.	Defibrin. Blut.		
		I.	II.	III.
	cbcm.	cbcm.	cbcm.	cbcm.
Zusatz von 0,6% Na Cl-Lösung	—	—	10	25
Flüssigkeitsvolum	26	25	35	50
Senkungsschicht 29. XI. 6 U. Ab.	17	24 $\frac{1}{4}$	33 $\frac{3}{4}$	48 $\frac{3}{4}$
» 30. XI. 10 U. M.	15 $\frac{1}{2}$	12 $\frac{1}{4}$	31 $\frac{1}{4}$	45 $\frac{1}{4}$
» » 6 U. Ab.	15 $\frac{1}{2}$	21 $\frac{1}{4}$	30	44 $\frac{1}{4}$
» 1. XII. 10 U. M.	15 $\frac{1}{2}$	19 $\frac{1}{2}$	28	41 $\frac{1}{4}$
» » 6 U. Ab.	—	19	27 $\frac{1}{4}$	40
» 2. XII. 10 U. M.	—	18	26 $\frac{1}{2}$	37
» » 6 U. Ab.	—	17 $\frac{3}{4}$	24 $\frac{3}{4}$	35 $\frac{3}{4}$
» 3. XII. 10 U. M.	—	17 $\frac{1}{2}$	23 $\frac{1}{2}$	33 $\frac{1}{2}$
» » 6 U. Ab.	—	17 $\frac{1}{2}$	23 $\frac{1}{4}$	32 $\frac{3}{4}$
Constantes Sedimentvolum	60%	70%	?	?

Versuch XX.

Spastische Parese. Färbekraft = 95. Beginn des Versuches 21. VIII. 93. Nur defibrinirtes Blut angewendet.

	I.	II.	III.	IV.	V.
	cbem.	cbem.	cbem.	cbem.	cbem.
Zusatz von 0,6% NaCl-Lösung	—	2 $\frac{1}{2}$	5	12 $\frac{1}{2}$	25
Flüssigkeitsvolum.	25	27 $\frac{1}{2}$	30	37 $\frac{1}{2}$	50
Senkungsschicht 22. VIII. 6 U. Ab.	18 $\frac{3}{4}$	21	22 $\frac{3}{4}$	29 $\frac{3}{4}$	40 $\frac{1}{2}$
» 23. VIII. 10 U. M.	18	20	21 $\frac{1}{2}$	26 $\frac{3}{4}$	36
» 25. VIII. 10 U. M.	18	20	21 $\frac{1}{2}$	26 $\frac{3}{4}$	36
» » 6 U. Ab.	18	20	21 $\frac{1}{2}$	26 $\frac{3}{4}$	36
Constantes Sedimentvol. auf 100 cbem. Flüssigkeit berechnet	72 $\frac{0}{10}$	72,7 $\frac{0}{10}$	71,6 $\frac{0}{10}$	72,3 $\frac{0}{10}$	72,7 $\frac{0}{10}$

In diesem (XX.) Versuche fiel vor allen Dingen auf, dass sich in allen verdünnten Blutportionen constante Sedimente bildeten, und zweitens war die Erscheinung höchst bemerkenswerth, dass die Sedimentvolumina auf 100 cbem. Flüssigkeit berechnet, sich ganz gleich erwiesen. Mit anderen Worten: das verdünnte Blut verhielt sich in diesem Falle in Bezug auf gegenseitige quantitative Volumverhältnisse zwischen den Blutzellen und dem Serum ganz auf dieselbe Weise, wie das Mutterblut.

Dieselbe Erscheinung fand, auch im Versuche XIX in den ersten Tagen des Senkungsprocesses statt: später nahm das Blutkörperchenvolum in zwei verdünnten Proben im Vergleich mit der unverdünnten ab.

	Auf 100 cbem. Flüssigkeit berechnet.		
	II.	III.	IV.
29. XI. 6 U. Ab.	97 $\frac{0}{10}$	96 $\frac{3}{7}$ $\frac{0}{10}$	97 $\frac{1}{2}$ $\frac{0}{10}$
30. XI. 10 U. M.	89 »	89 $\frac{2}{7}$ »	91 »
» 6 U. Ab.	85 »	85,7 »	88 $\frac{1}{2}$ »
1. XII. 10 U. M.	78 »	80,0 »	82 $\frac{1}{2}$ »
» 6 U. Ab.	76 »	77,8 »	80 »
2. XII. 10 U. M.	72 »	75,7 »	74 »
» 6 U. Ab.	72 »	70,7 »	71 $\frac{1}{2}$ »
3. XII. 10 U. M.	70 »	67,1 »	67 »
» 6 U. Ab.	70 »	66,4 »	65 $\frac{1}{2}$ »

Endlich war das constante Sedimentvolum im verdünnten defibrinirten Blute auch im Versuche IV (normales Blut) und V (nephritisches Blut) demselben im unverdünnten Blute procentig gleich. Dies hatte aber nur in schwach verdünnten Blutportionen (100 : 10 und 100 : 20) stattgefunden.

Die auseinandergesetzten Thatsachen, die die Gesetzmässigkeit und verschiedene Modificationen des Senkungsprocesses und dessen Endresultates unter bestimmten Bedingungen erwiesen, gestatteten nicht mehr anzunehmen, dass die Grösse des Sedimentes etwas Zufälliges ist und mit dem wirklichen Volum der gesammten Blutkörperchen Nichts zu thun hat. In dieser Beziehung waren besonders lehrreich die Resultate des XX. Versuches, in welchem das verdünnte Blut eigenthümliche Eigenschaft zeigte, das relative Sedimentvolum des ursprünglichen Blutes zu behalten. Hierbei bildete eine und dieselbe Blutkörperchenzahl in unverdünntem Blute 18 cbem., und im Verhältniss 1 : 1 verdünnten 36 cbem. grosses Sediment. Dieselben wohl nicht so ausgeprägten Erscheinungen traten auch im nichtdefibrinirten Blute nicht selten ein.

Die natürlichste und plausibelste Erklärung für derartige Thatsachen war die ungleiche Grösse einzelner Blutkörperchen, als Ursache verschiedener Sedimentvolumina. Ich wandte mich daher an die mikroskopische Untersuchung. Wenn auch diese Methode der Untersuchung wegen ihrer Subjectivität für unsere Zwecke nicht einwandfrei genannt werden konnte, so wurden nichtsdestoweniger auf diesem Wege so auffallende und demonstrative Thatsachen ermittelt, dass sie wichtige Hinweise für die in Rede stehenden Fragen mit sich brachten. Dies geschah aber nicht früher, ehe ich mich überzeugt hatte, dass es dabei unentbehrlich ist, den Bodensatz an sich selbst mikroskopisch zu untersuchen.

Um den Blutkörperchenbodensatz isolirt zu untersuchen, wurde zuerst das darüber sich befindende Plasma, resp. Serum mittels trockener Pipette vollständig abgehoben: dies gelingt beim vorsichtigen Vorgehen sehr leicht, so dass die

Blutkörperschicht gar nicht gerührt wird und nur die Schicht weisser Blutkörperchen und eine kleine Plasmaschicht übrig bleibt. Darauf wurde eine andere trockene Pipette mit der mit dem Finger geschlossenen oberen Oeffnung tief in den Bodensatz hinein eingeführt, dieselbe ganz langsam in die Pipette eingezogen und in einer kleinen Porcellanschale gesammelt. Zur Untersuchung nahm ich einen nicht zu kleinen Tropfen des Bodensatzes, jeder Druck auf das Deckglas wurde sorgfältig vermieden. Ein zweiter Tropfen wurde in einem Tropfen entsprechenden Plasmas als Einbettungsflüssigkeit untersucht; der dritte in einem Tropfen 0,6% Kochsalzlösung. Zur Untersuchung bediente ich mich des Zeiss'schen Apochromats 4,0 mm., Ap. 0,95, und des mikrometrischen Oculars 3 bei Tubuslänge 16 cm. Dabei entsprechen 3 Theilungen des Mikrometers = 10 μ . ganz genau.

Wiewohl die untersuchten Blutarten meistens pathologischer Herkunft waren (Tuberkulose, Nephritis etc.), so zeigten sie doch bei mikroskopischer Untersuchung keine wesentlichen Anomalien: im Tropfen des frischen venösen Blutes oder (ohne Unterschied) des mit Natriumoxalat versetzten und defibrinirten lagen alle Körperchen in Geldrollen und zeigten die Diameter von 7,5—8,3 μ . Mitunter schien es mir, als ob im defibrinirten Blute etwas grössere Körperchen oder eine grössere Anzahl von Körperchen mit grösserem Durchmesser (8—8,5 μ), als im nichtdefibrinirten vorhanden wäre. Dies würde wohl mit den Befunden von Manassein¹⁾ stimmen, nach welchem die mit O gesättigten Blutzellen grösser, als die mit CO₂ gesättigten sind. Sonst erwiesen sich die Blutkörperchen im defibrinirten Blute nur etwas blässer, resp. heller, als die im nichtdefibrinirten.

Nun bietet ein Tropfen des Blutkörperchenbodensatzes bei mikroskopischer Untersuchung²⁾ ein wesentlich anderes Bild.

¹⁾ Manassein, Ueber die Dimensionen der rothen Blutkörperchen. Berl. 1872.

²⁾ Die unten beschriebenen Erscheinungen wurden ausser Herrn Prof. Dr. J. Stolnikow (jetzig. Leiter der Klinik) und klinischen Kollegen auch Herrn Dr. W. Mayzel, Assistenten am hies. mikroskop. Laboratorium des Herrn Prof. H. Hoyer demonstrirt.

als das ursprüngliche Blut: 1. die Blutkörperchen im Bodensatze sind auffallend kleiner als dieselben im frischen Gesamtblute; 2. die Bodensatzkörperchen bilden keine Geldrollen, sondern eine Mosaik.

Die Abnahme des Volums einzelner Blutkörperchen im Sediment ist so charakteristisch, dass sie sogar ohne weitere Untersuchung auffällt. Bei Messungen zeigten die Bodensatzkörperchen Diameter von bloß 5,8—5,0 μ , in manchen pathologischen Fällen noch weniger 3,3 μ —4,1 μ , statt des normalen Durchmessers von 7,5—8,2 μ . Gewöhnlich sind alle Bodensatzkörperchen kleiner, so dass ihr Durchmesser nur in engen Grenzen schwankt, also in einem Falle zwischen 5,0—5,8 μ , in einem anderen zwischen 4,1 μ —5 μ , in einem dritten 3,33 μ —4,1 μ u. s. w. Nur zweimal bin ich der Erscheinung begegnet, dass die Sedimentkörperchen nicht alle gleichmässig vermindert waren: neben ca. 30—40% ganz kleine Elemente waren auch unzählreiche Zellen von normaler oder fast normaler Grösse, und einige unbedeutend verminderte sichtbar.

Der zweite wichtige Unterschied, d. h. der Mangel an Geldrollen tritt nur dann hervor, wenn das Sediment constante Grösse erreicht hat, somit ist er zugleich ein Kriterium für den abgelaufenen Senkungsprocess. In einigen Fällen, wo zwei parallele Portionen defibrinirten Blutes zur Sedimentation angestellt wurden, habe ich in der einen Portion das Sediment früher, als in der anderen untersucht, d. h. als noch dasselbe kein constantes geworden war. In einem solchen Sediment waren nun Geldrollen wohl unzählreiche und atypische, eher «Andeutung» an Geldrollen zu sehen, — in dem später untersuchten — dagegen keine. Die in diesem Falle in Geldrollen oder deren «Andeutungen» liegenden Blutzellen waren gewöhnlich grösser, als die die Mosaik bildenden Körperchen.

Zum Nachweis aller dieser Erscheinungen empfiehlt es sich, wie erwähnt, einen nicht zu kleinen Tropfen Bodensatzes zu untersuchen. Falls der Tropfen so klein ist, dass er den Raum unter dem Deckglase nicht ausfüllt, so unterliegen die Körperchen in der Mitte des Präparates, wo die Bodensatz-

schicht am dünnsten ist, infolge des Druckes u. s. w. hochgradigen Veränderungen: sie werden nämlich ganz blasse grosse Blutschatten. Andererseits stellt das Mikroskopiren von dickeren Schichten mitunter den Nachtheil dar, dass der Bodensatz nicht mehr als Mosaik aussieht, sondern eher als eine stellenweise homogene schwer bewegliche röthliche Masse, in welcher die Contouren einzelner Blutkörperchen nicht leicht oder gar nicht zu unterscheiden sind¹⁾. In dieser Masse sind öfter kleine weisse Körperchen enthaltende Lücken sichtbar. Jedenfalls sind auch dann neben einer solchen Masse zahlreiche Mikrocyten ganz deutlich nachzuweisen. Diese Mikrocyten tragen in diesem Falle wie sonst keine Zeichen des Wasserverlustes und der Schrumpfung, was bekanntlich in jedem frischen Blutpräparate nach einiger Zeit geschieht: übrigens spreche ich von dem Bilde, das sofort nach der Herstellung des Präparates zu sehen ist.

Ganz anders verhält sich die Sache, wenn man den Bodensatztropfen in einem Tropfen seines eigenen Plasmas oder Serums untersucht: es treten dabei Geldrollen mit Körperchen von normaler Grösse, resp. von normalem Durchmesser sofort auf. Dasselbe geschieht auch dann, wenn man das Sediment mit entsprechendem Plasma resp. Serum in durch die Sedimentation erwiesenem Verhältnisse zusammenmischt, d. h. ein künstliches Gesamtblut macht und einen Tropfen dieses Gemisches untersucht. In beiden Fällen wird im Präparate nicht selten ein Bild wiedergeben, das dem Bilde des frischen nativen Blutes vollkommen entspricht. Dies gilt besonders für das defibrinirte Blut (resp. dessen Bodensatz). Beim Untersuchen des Bodensatzes aus nicht defibrinirtem Blute kommen gewöhnlich neben Geldrollen von normalem Durchmesser noch sehr zahlreiche Mikrocyten vor, die keine Geldrollen bilden und deren Zahl nach 5—10 Minuten

¹⁾ Eben deswegen eignet sich für die Untersuchung sehr wenig die Blutkörperchenmasse, die im Hämatokrit mittelst des Centrifugirens erhalten wird. Uebrigens wirkt die Centrifugalkraft sehr bedeutend auf die Blutkörperchen ein, was unten näher besprochen wird.

allmählig abnimmt. Bei defibrinirtem Blute ist dies meistens nicht der Fall: kleine Bodensatzzellen verschwinden sofort nach dem Zusatz von Plasma und in solchem Präparate findet man Mikrocyten ebenso selten, wie sie selten im frischen Blute in allen meinen Fällen zu sehen waren. Dagegen bin ich bei nicht defibrinirtem Blute sogar zweimal der Erscheinung begegnet, dass die Bodensatzzellen nach dem Zusatz von Plasma in ersteren 5—10 Minuten gar nicht an Volum zunahmen, auch keine Geldrollen bildeten: alle lagen dabei frei und zeigte dasselbe Aussehen und dieselbe Grösse, wie im Bodensatztropfen. Erst nach 5—10 Minuten konnte man einzelne grössere Körperchen wahrnehmen, die sich allmählig zu Geldrollen vereinigten.

Alle in Rede stehenden Befunde gelten im Allgemeinen in demselben Grade sowohl für das verdünnte Blut, als für das unverdünnte. In Bezug auf das mit 0,6% Kochsalzlösung verdünnte Blut muss aber die Bedeutung der Geldrollenbildung, als Kriterions für den Senkungsprocess beschränkt werden und nun dank dem Umstande, dass die physiologische Kochsalzlösung an sich selbst die Geldrollenbildung sehr wesentlich beeinflusst. Untersucht man nämlich einen Tropfen des frisch mit 0,6% NaCl-Lösung im Verhältniss 1:1 verdünnten Blutes, so fällt es sofort auf, dass die Körperchen nicht so dicht nebeneinander in Geldrollen liegen. Nach ein Paar Minuten sind ziemlich zahlreiche isolirte Körperchen sichtbar, deren Aussehen und Durchmesser während der Beobachtung eine Aenderung erleidet: die Diameter nehmen etwa bis auf 6,6 μ ab, und die Körperchen erscheinen scharf contourirt. In noch höherem Grade geschieht dasselbe, wenn man einen kleinen Tropfen frischen Blutes in einem grösseren Tropfen 0,6% NaCl-Lösung untersucht: am Rande des Bluttröpfens liegen dann alle scharf contourirte Blutzellen isolirt. Versetzt man einen Tropfen rothen Bodensatzes mit physiologischer Kochsalzlösung, so fallen wieder diese höchst charakteristischen «0,6% Kochsalzlösung» Körperchen auf: nur treten sie viel rascher und in grösserer

Anzahl hervor, als beim Untersuchen des nativen Blutes. Ueberhaupt war es höchst bemerkenswerth, dass die physiologische Kochsalzlösung das Streben zeigte, den Körperchen — möchte es sich um defibrinirtes oder nichtdefibrinirtes Blut oder Bodensatz allein handeln — immer dasselbe Aussehen und dasselbe Diameter (etwa 6 μ) zu geben. Dementsprechend nahm der Durchmesser der Bodensatzkörperchen immer zu, das der Blutkörperchen dagegen ab.

In Uebereinstimmung mit solchem Verhalten stand die Thatsache, dass die Bodensatzkörperchen des defibrinirten und verdünnten (1:1) Blutes den « 0,6% NaCl-Lösung »-Körperchen fast immer stark ähnelten. Unter dem Einflusse ihres Serumtropfens (das Serum war wohl in diesem Falle wasserreicher als das normale) nahmen sie sofort an Grösse zu, zwar bildeten sie Geldrollen sehr ungern.

Die Abnahme der Grösse der rothen Blutkörperchen unter dem Einflusse des Senkungsprocesses wurde auch für das Hunde- und Kaninchenblut festgestellt. Sonstige Blutarten waren mir nicht zugänglich. Beim nichtdefibrinirten und defibrinirten Hundeblut fiel diese Thatsache noch demonstrativer aus, als ich je beim Menschenblute gesehen hatte. Das Blut stammte von einem Hunde, der durch Chloroformisation getödtet wurde. Im Sedimente zeigten alle in Mosaik liegenden Körperchen den Durchmesser von etwa 5 μ statt des normalen 7,2—7,8 μ . Beim defibrinirten Kaninchenblut, das nur 30% Serum ausgeschieden hatte, lagen die Dinge nicht so ausgeprägt vor: jedenfalls waren auch hierbei sehr zahlreiche Mikrocyten von 4 μ Diameter sichtbar. Beim Vermischen des Bodensatzes mit Plasma, resp. Serum habe ich aber die Zunahme der Blutkörpergrösse, auch eine Geldrollenbildung weder beim Hunde- noch beim Kaninchenblut eintreten gesehen; dabei konnte nur die Mikrocytose noch evidenter constatirt werden. In Bezug auf die Geldrollenbildung unterschied sich aber das von mir untersuchte frische Hunde- und Kaninchenblut sehr wesentlich von dem Menschenblute: denn es lagen in ersteren nicht alle Körperchen in Geldrollen, während bei Untersuchung eines Tropfens frischen Menschen-

blutes unter gleichen Bedingungen überhaupt keine (wenigstens sehr selten) isolirt liegende Erythrocyten zum Vorschein kamen. Somit gilt die oben auseinandergesetzte Bedeutung der Geldrollenbildung bisher nur für das Menschenblut.

Die auseinandergesetzten Thatsachen glaube ich nur mit der Annahme erklären zu können, dass die rothen Blutkörperchen im nativen Blute Plasma in ihrem Innern enthalten. Demnach ist die Verminderung des Volums einzelner Bodensatzkörperchen eine Folge der Plasmaabgabe; die Zunahme des Volums bis zur Norm beim Vermischen des Bodensatzes mit zugehörigem Plasma ist dagegen Wiederherstellen des natürlichen Verhaltens.

Durch diesen Schluss kehre ich zu den ältesten Anschauungen über die Beziehungen zwischen dem Plasma und den Blutkörperchen einigermaßen zurück. Prevost und Dumas¹⁾, die als erstere bahnbrechende Untersuchungen über die physich-chemische Constitution des Wirbelthierblutes ausführten, sprachen den Satz aus, dass «die Blutzelle vom umgebenden Plasma durchtränkt, mechanisch imbibirt zu betrachten ist». Dieser Hypothese trat C. A. Schmidt²⁾ ein Vierteljahrhundert später in seiner berühmten «Charakteristik der epidemischen Cholera» entgegen und suchte deren Unzulässigkeit, zwar ziemlich aprioristisch, zu beweisen. Im Gegensatz zu Prevost und Dumas stellte C. A. Schmidt die Anschauung auf, dass die rothen Zellen und das Plasma zwei besondere, quantitativ in jeder einzelnen Blutart genau bestimmte Blutcomponente sind, zwischen welchen Diffusionserscheinungen wohl existiren können, doch kein inniger directer Zusammenhang besteht. In diesem Sinne sind auch alle späteren Untersuchungen über den Blutchemismus ausgeführt, wobei man sich bemühte, möglichst «reine» Blutkörperchen zu bekommen.

¹⁾ Prevost und Dumas, cit. nach C. A. Schmidt.

²⁾ C. A. Schmidt, Charakteristik der epidemischen Cholera gegenüber verwandten Transsudationsanomalien. Leipzig und Mitau, 1850, S. 5, 7.

Nichtsdestoweniger wiesen auch unsere zahlreichen Beobachtungen über die Sedimentation an sich mit Bestimmtheit darauf hin, dass der Senkungsprocess keine rein mechanische Erscheinung sein kann, mit anderen Worten, dass derselbe keine einfache Senkung, sondern zugleich «Ausscheidung» von Plasma ist. In der That, es lässt sich die Erscheinung, dass das defibrinirte Blut viel langsamer als das nichtdefibrinirte sedimentirt, in keiner Weise der rein mechanischen Theorie unterziehen. Analoge Thatsachen führt auch M. Bleibtreu¹⁾ an. So setzten sich in seinen Versuchen die Blutkörperchen im Pferdeblut meist in 24 Stunden vollständig ab, während man beim Schweineblut mehrere Tage darauf warten musste. Noch viel langsamer verlief die Sedimentation im Rinderblut²⁾. Trotzdem zeigte sich das specifische Gewicht der Schweineblutkörperchen nur unbedeutend niedriger, als das der Pferdeblutkörperchen: die Differenz des Senkungs Vorganges wurde desto dunkler, als dabei die specifischen Gewichte der Sera sich fast ganz gleich erwiesen. Neben diesen Beobachtungen kann ich die meinige aus dem Versuche stellen, wo die Sedimentation im, eine Stunde später verdünnten defibrinirten Blute viel rascher vor sich ging, als in der Portion, die bald nach der Defibrinirung mit 0,6 % physiologischer Kochsalzlösung verdünnt und also eine Stunde früher sich absetzen gelassen wurde.

Alle derartige Erscheinungen werden durch den Umstand erklärt, dass augenscheinlich die Eigenschaft der Blutkörperchen beim Absterben des Blutes das Plasma abzugeben nicht gleichen Grades in verschiedenen Blutarten ist, und speciell, dass sie durch das Defibriniren wesentlich beeinflusst wird. In Folge des Defibrinirens behalten die Körperchen das Serum besonders zähe und dementsprechend zeigen nachher eine viel grössere Wiederaufnahmefähigkeit des letzteren, als die Körperchen des nichtdefibrinirten Blutes.

¹⁾ M. Bleibtreu, Widerlegung der Einwände etc. Pflüger's Archiv, 1893, Bd. 55, S. 402.

²⁾ Analoge Erscheinungen hat noch vor Jahren F. Hoppe-Seyler beobachtet. Beiträge zur Kenntniss des Blutes des Menschen und der Wirbelthiere. Medicinisch-chemische Untersuchungen, H. 2, 1867, S. 172—173.

Dass das Plasma ein unentbehrlicher Bestandtheil der Blutkörperchen im nativen Blute sein muss, dafür scheint noch der Farbstoffaustritt zu sprechen, der, wie erwähnt, in manchen Blutarten zur Zeit zu Stande kommt, wo die Sedimentation schon ihrem Ende sich nähert. Zugleich weist diese Erscheinung darauf hin, dass nach der stattgehabten Ausscheidung des Plasmas aus den Blutkörperchen auch anderweitige Abgaben seitens derselben, gar nicht infolge des eintretenden Zerfallprocesses, manchmal vorkommen können. Dies kann besonders im verdünnten Blute stattfinden; vielleicht deswegen auch ist eine constante Bodensatzschicht in solchem Blute schwer zu bekommen. In einigen Fällen habe ich das während des ersten Tages abgeschiedene Serum im verdünnten Blute und dann das nach 2—3 Tage abgeschiedene auf den Stickstoffgehalt untersucht: nun erwies sich das später abgeschiedene Serum um Geringes an N₂ reicher als das früher gesammelte.

	In 5 ccm	
	früheren Serums.	späteren Serums.
Vers. XXI: Verdünnung 100:50 . .	0,04312 N.	0,04396 N.
» » 100:100 . .	0,02954 »	0,03010 »
Vers. XV: Verdünnung 100:40 . .	0,02397 »	0,02506 »

Derartige kleine Unterschiede sprechen gegen die schon von C. A. Schmidt bewiesene Thatsache gar nicht, dass die während der Sedimentation, resp. der Blutgerinnung abgeschiedenen einzelnen Serumportionen dieselbe Zusammensetzung zeigen. Somit sollen auch die Blutkörperchen das Plasma in toto enthalten.

Dabei können aber zwei Fragen nicht beantwortet werden: erstens, ob alle Blutkörperchen im totalen Blute Plasma in ihrem Innern bergen; zweitens, wieviel Plasma überhaupt in den Blutkörperchen selbst sich befindet. Im circulirenden Blute muss freies Plasma sein; andererseits ist es aber sicher, dass im circulirenden Blute viel weniger freies Plasma vorhanden ist, als bei der Sedimentation abgeschieden wird. Am wahrscheinlichsten befindet sich im circulirenden Blute nur dasjenige freie Plasma, das zur

Zeit als Blutkörperchenstrom nach den Geweben hinaus, oder als Gewebestrom in die Blutkörperchen hereintritt. Andererseits giebt es zweifellos pathologische Zustände, wie z. B. idiopathische Anämien und Hydrämien, wo die Menge des Plasmas überhaupt und des freien Plasmas vermehrt ist, und andererseits Zustände, wie Oligoplasmie mit Abnahme der Quantität des freien Plasmas.

Zugleich ist es aus einigen Beobachtungen zu schliessen, dass umgekehrt auch die rothen Blutkörperchen des circulirenden Blutes nicht in allen Fällen gleiche Menge Plasmas in sich beherbergen. Ich habe schon oben erwähnt, dass in manchen pathologischen Blutarten mit normaler oder fast normaler Blutkörperchenzahl und verminderter Färbekraft, die Senkungsschicht viel kleiner ist, als in der Norm, als statt 52—56% nur 35—40% beträgt. In Bezug auf derartige Fälle habe ich den Satz ausgesprochen, dass «die Abnahme des Sedimentvolums der rothen Masse auf die Abnahme des durchschnittlichen Volums jedes einzelnen Körperchens zurückgeführt werden muss». Nun als ich mich im Laufe der in Rede stehenden Beobachtungen an die Messung der Diameter der Körperchen in einigen diesbezüglichen Blutarten wandte, so fand ich — anfänglich zu meinem Erstaunen — in dieser Beziehung keine deutlichen Unterschiede von der Norm: im Tropfen des undefibrinirten oder defibrinirten Blutes zeigten die Körperchen den Durchmesser von 7,7—8,2 μ , also dasselbe wie in gesundem Zustande. Erst die Untersuchung des Sedimentes allein bestätigte die Richtigkeit meiner Voraussetzung: denn die Körperchen waren hier noch kleiner, als im Bodensatz des normalen Blutes, und überhaupt waren sie hierbei die kleinsten, etwa von 3,3 μ Durchmesser, die ich je gesehen hatte.

Hier ging also die Grösse des Sedimentes mit der Grösse einzelner Blutkörperchen in Parallele einher. Ein solches Verhalten konnte übrigens auch sonst nachgewiesen werden, natürlich ganz objectiv nur für diejenigen Fälle, wo bei gleicher Blutkörperchenzahl die Sedimentgrössen von einander wesentlich differirten. Also erwiesen sich die Bodensatzkörperchen

« oligoplasmischen » Blutes auffallend grösser, als die des normalen; die « 0,6% Na Cl-Lösung »-Körperchen des Bodensatzes im verdünnten Blute waren wieder grösser, als die des unverdünnten nichtdefibrinirten Blutes.

Uebrigens stellt es sich aus allem Gesagten klar heraus, dass das constante Sediment an sich selbst einen wirklichen Werth besitzt. Es stellt aber mit sich kein « Volum der gesamten Blutkörperchen des circulierenden Blutes », sondern das echte « Volum der eigentlichen Blutkörperchensubstanz ». Es unterliegt auch keinem Zweifel mehr, dass im constanten Sediment diese « gesammte Blutkörperchensubstanz » rein ist: denn, wie erwähnt, sind in nicht constant gewordenen Sedimenten, wo noch Zwischenflüssigkeit vorhanden ist, Geldrollen zu sehen, die das beste Reagens für die Anwesenheit des Plasmas im Sediment mit sich darstellen. Möchte aber die Sedimentation ein rein mechanischer Vorgang sein; so würden auch die Körperchen einen ganz homogenen und reinen Bodensatz bilden können und eben infolge ihrer Biegsamkeit, dank welcher sie die Filterporen beim Filtriren des Blutes ganz leicht passiren. Andererseits würde dabei die Erklärung für die Erscheinung, dass eine zweimal grössere constante Senkungsschicht (wie im Versuche XX) aus gleicher Blutkörperchenzahl nur infolge einer grösseren zurückgebliebenen Menge der Zwischenflüssigkeit entstanden sei, nur unter Zugrundelegung irgend einer mystischen Kraft möglich sein.

Ich wende mich jetzt zu der Besprechung der M. u. L. Bleibtreu'schen Methode. Diese Methode ist von den Verfassern ersonnen: erstens unter Voraussetzung im Sinne der herrschenden Theorie, dass die ganze Plasmamenge im circulirenden Blute ganz frei ist und zweitens, dass sich die zugesetzte Kochsalzlösung nur mit dem vorhandenen Serum vermische, wobei die Blutkörperchen unverändert bleiben. (Gegen letzteren Punkt hat Hamburger¹⁾ neulich principiell

¹⁾ H. J. Hamburger. Die physiologische Kochsalzlösung und die Volumbestimmung der körperlichen Elemente im Blute. Centralbl. f. Physiologie, 1893, H. 6.

Einwände erhoben, indem er behauptet, dass bei dem Versetzen des Blutes mit 0,6% Kochsalzlösung in den von M. u. L. Bleibtreu geübten Verhältnissen eine Flüssigkeitsaufnahme seitens der Blutkörperchen stattfindet, wonach deren Gesamtvolum zunehme. Die Richtigkeit seiner Meinung wollte Hamburger in der Weise beweisen, dass er einige Portionen zu je 40 ccm. Blut, die eine mit 40 ccm. Serums, die andere mit 40 ccm. einer 0,6% Na Cl-Lösung, die dritte mit 40 ccm. einer 1% Na Cl-Lösung und die vierte mit 40 ccm. einer Mischung von 30 ccm. Serums und 10 ccm. Wassers versetzte und nachher die Mischungen in calibrierten Röhren centrifugirte, bis die Blutkörperchenmasse keine Volumsabnahme mehr zeigte. Nun war das Sediment in der Portion mit physiologischer Kochsalzlösung grösser (15 ccm.), als in der Norm (13,5 ccm.).

Andererseits hat Lackschewitz¹⁾ aus dem Laboratorium von Al. Schmidt Versuche veröffentlicht, gemäss welchen bei Einführung einer 0,6% Kochsalzlösung ins Blut die rothen Blutkörperchen sowohl intra wie extra corpus die Fähigkeit zeigen, «grosse Mengen Wasser aufzunehmen, es dem Serum zu entziehen versuchen». Dasselbe hat Hamburger²⁾ noch früher gesehen: «bei Injection einer sehr mässigen Quantität einer 0,6 procentigen Kochsalzlösung in die Blutbahn soll der Wassergehalt der rothen Blutkörperchen um 52% bis 115% wachsen; der Wassergehalt des Serums soll aber fast unverändert bleiben.»

In seiner neuestens publicirten «Widerlegung» bestreitet M. Bleibtreu³⁾ sowohl die Schlussfolgerungen Lacksche-

¹⁾ Th. Lackschewitz. Ueber die Wasseraufnahmefähigkeit der rothen Blutkörperchen nebst einigen Analysen pathologischen Blutes. Diss. Dorpat. 1892, S. 24 und fol.

²⁾ H. J. Hamburger. Ueber die Regelung der Blutbestandtheile bei experimenteller hydrämischer Plethora, Hydrämie und Anhydrämie. Zeitschr. f. Biologie, Bd. XXVII, 1890, S. 259—308.

³⁾ M. Bleibtreu. Widerlegung der Einwände des Herrn H. J. Hamburger gegen das Princip der von L. Bleibtreu und mir begründeten Methode der Blutkörperchenvolumbestimmung. Pflüger's Archiv, Bd. 55, 1893, S. 402. Derselbe: Ueber die Wasseraufnahmefähigkeit der rothen Blutkörperchen. Pflüger's Archiv, Bd. 54, S. 1.

witz, als besonders die Einwände Hamburger's » und versichert dabei, dass beim Versetzen des Blutes mit 0,6% Na Cl-Lösung in dem von ihm gewöhnlich gebrauchten Verhältnisse (1:1, 2:1) die rothen Blutkörperchen gegen dieselbe vollkommen indifferent sind, so dass weder eine Veränderung des Volums, noch das Stickstoffgehaltes in denselben in einer nachweisbaren Menge nicht stattfindet. Es nimmt jedoch der Verfasser an, dass dies bei bedeutend stärkerer Verdünnung vorkommen kann: deswegen hält er für zweckmässig, der Vorsicht halber sich bei der Ausführung der Bestimmung nach seiner Methode mit der Verdünnung von Blut und 0,6% Kochsalzlösung zu gleichen Theilen zu begnügen.

Auf Grund meiner eigenen mikroskopischen Beobachtungen steht es für mich ausser jedem Zweifel, dass die physiologische Kochsalzlösung auf die rothen Blutkörperchen einwirkt, wodurch die Bildung jener charakteristischen «0,6% Na Cl-Lösung»-Körperchen zu Stande kommt. Diese Einwirkung habe ich sowohl beim Versetzen des Blutes mit physiologischer Kochsalzlösung zu gleichen Theilen, als auch beim Untersuchen eines kleinen Tropfens des Blutkörperchenbodensatzes oder des Blutes in einem grösseren Tropfen der 0,6% Na Cl-Lösung eintreten gesehen, d. h. sowohl bei Anwesenheit kleinerer, wie grösserer Mengen dieser Flüssigkeit. Der einzige Unterschied zwischen beiden Einwirkungen bestand nur — was an sich selbstverständlich war — in der Schnelligkeit; bei Einwirkung grösserer Mengen erfolgte die Bildung «0,6% Na Cl-Lösung»-Körperchen und das Verschwinden der Geldrollen viel rascher, als bei Anwesenheit kleinerer Mengen. Nur kann ich nicht den ganzen dabei stattfindenden Vorgang eine «Quellung» der Blutkörperchen nennen: denn beim Gesamtblute quellten dabei die Körperchen gar nicht auf, sondern nahmen sie an ihrem Volum eher ab. Diese Erscheinung geschieht augenscheinlich infolge der Diffusionsvorgänge, die zwischen den Blutkörperchen und der sie umgebenden 0,6% Na Cl-Lösung sich einstellen. Die Existenz solcher Diffusionsvorgänge erhellt weiter aus dem Umstande, dass auch im verdünnten Blute die zeitlich verschiedenen Serumportionen fast denselben Eiweissgehalt

zeigen. Verhielten sich die Blutkörperchen vollkommen indifferent gegen die zugesetzte Kochsalzlösung, so würde dies gar nicht stattfinden können und würden die ersten Serumportionen viel wasserreicher sein, als die späteren.

Die Diffusion muss dabei gemäss den von C. A. Schmidt aufgestellten Gesetzen in der Weise verlaufen, dass gegen ein aus den Blutkörperchen austretendes Eiweissäquivalent ein Wasseräquivalent in dieselben hereintritt: somit werden endlich die Blutkörperchen des mit 0,6% NaCl-Lösung versetzten Blutes wasserreicher, als in der Norm.

So steht es mit dem Princip der M. u. L. Bleibtreu'schen Methode. Was deren Ergebnisse anbelangt, so ist der Umstand wichtig (den eben die Verfasser als Prüfstein für die Richtigkeit ihrer Methode ansehen), dass sie sich selbst controllirt. D. h. sobald mehr als eine Mischung angewandt wird, z. B. drei Blutportionen, die eine unverdünnte und die zwei verdünnten im Verhältnisse 2:1 und 1:1, so gehen bei der Berechnung der Plasmaquantität aus N-Werthen im abgehobenen Serum identische Ziffer heraus. So fanden die Verfasser bei Untersuchung eines defibrinirten Menschenblutes (aus der Leiche) die Werthe 75,11%, 74,8% und 74,89%; in den Versuchen mit Thierblut in einem Fall: 66,0%, 66,96% und 67,93% (V. 11, S. 180), in einem anderen 60,66%, 61,98% und 59,82% u. s. w.

Ich habe in ziemlich zahlreichen Sedimentationsversuchen die abgeschiedenen Sera mit der Kjeldahl-Argutinsky'schen Methode (Methylorange als Indicator) auf den Stickstoffgehalt untersucht und dann mit den erhaltenen Werthen nach dem Beispiel von L. u. M. Bleibtreu die Berechnung ausgeführt. Die Ergebnisse waren nun verschieden. Ueberhaupt habe ich in keinem Falle eine so völlige Uebereinstimmung der Berechnungsergebnisse erhalten, wie dies in der Arbeit der Verfasser der Fall ist; es standen wohl dabei die Werthe ziemlich nahe zu einander. In einer anderen Reihe der Versuche differirten sie dagegen sehr stark, trotzdem die Versuchsanordnung ganz dieselbe blieb und jeder Untersuchungsfehler dabei ausgeschlossen war. Jedenfalls waren

die erhaltenen Werthe sowohl in der ersten Reihe, wie in den Versuchen nur mit zwei Mischungen, kleiner, als die beobachteten Sedimentvolumina.

Analyse I (Versuch I).

1. In 5 ccm. Plasma aus dem nichtdefibrinirten und unverdünnten Blute 65,8 mgr. N.
2. In 5 ccm. Plasma aus der Mischung 25 ccm Blut + 5 ccm. 0,6 % NaCl-Lösung (100:20) 50,12 » »
3. In 5 ccm. Pl. bei Mischung 100:100 26,46 » »

Daraus ergibt sich nach der Formel:

$$1:2 = 63,9 \% \text{ Plasma im untersuchten Blute.}$$

$$2:3 = 69,4 \% \text{ » » » »}$$

$$1:3 = 67,2 \% \text{ » » » »}$$

Im Mittel = 66,8 % Serum oder 33,2 % Blutkörperchen.
Das Sediment im unverd. Blute = 56 %.

Analyse II (Versuch VII).

Defibrinirtes Blut.

1. In 5 ccm. unverdünnten Serums 62,72 mgr. N.
2. In 5 ccm. verdünnten (100:40) 40,88 » »

Daraus 1:2 = 74,8 % Serum oder 25,2 % Blutkörperchen.

Sedimentvolum im undef. Blute . 47 »

Analyse III (Versuch IX).

Nichtdefibrinirtes Blut.

1. In 5 ccm. unverdünnten Plasmas 69,16 mgr. N.
2. In 5 ccm. verdünnten (100:40) 40,88 » »

Daraus 1:2 = 57,8 % Serum oder 42,2 % Blutkörperchen.

Sedimentvolum im nichtdef. Blut . 47,2 »

Analyse IV (Versuch VIII).

Defibrinirtes Blut.

1. In 5 ccm. unverdünnten Serums 62,72 mgr. N.
2. In 5 » verdünnten 100:40 38,36 » »
3. In 5 » » 100:100 24,5 » »

Daraus 1:2 = 62,9 %

$$1:3 = 76,0 \% \text{ »}$$

$$2:3 = 66,0 \% \text{ »}$$

Im Mittel = 68,3 % Serums oder 31,7 % Blutkörperchen.
Sedimentvolum im undef. Blute . 54 »

Analyse V (Versuch X).

Defibrinirtes Blut.

1. In 5 ccm. unverdünnten Serums	62,32 mgr. N.
2. In 5 » verdünnten (100: 40)	39,34 » »
3. In 6 » » (100:100)	25,76 » »

Daraus 1:3 = 70,4 ‰.

1:2 = 69,4 »

2:3 = 73,7 »

Im Mittel = 70,8 ‰ Serum oder 29,2 ‰ Blutkörperchen.

Sedimentvolum im undef. Blute 47,9 » »

Analyse VI (Versuch XIX).

Defibrinirtes Blut.

1. In 5 ccm. unverdünnten Serums	59,388 mgr. N.
2. In 5 » verdünnten 100: 40	36,288 » »
3. In 5 » » 100:100	21,700 » »

Daraus 1:2 = 62 ‰.

1:3 = 57,5 ‰.

2:3 = 42,3 »

Analyse VII (Versuch XXI).

1. In 5 ccm. unverdünnten Serums	71,54 mgr. N.
2. In 5 » verdünnten 100: 50	43,12 » »
3. In 5 » » 100:100	29,54 » »

Daraus 1:3 = 70,3 ‰.

1:2 = 75,8 »

2:3 = 58,7 »

Die Ursache derjenigen starken Unterschiede, welche bei Analysen IV, VI, VII vorgekommen sind, bleibt mir vollkommen dunkel. Es könnten daran verschiedene Umstände betheiligt werden. So habe ich vor allen Dingen an ganz frischem Menschenblut experimentirt; das Versetzen des Blutes mit 0,6 ‰ NaCl-Lösung erfolgte gleich nach der Defibrinirung. Möglicherweise waren dabei die im frischen Blute stattfindenden Oxydationen nicht ohne Einfluss auf den normalen Ablauf der Diffusionsvorgänge und daher auch auf die Resultate der Analyse. Andererseits habe ich das Serum zur Analyse gewöhnlich zur Zeit abgehoben, als der Senkungsprocess sich seinem Ende näherte. Bei der Analyse VII waren aber die Sera schon am ersten Tage abgehoben, trotzdem differirten die Berechnungsergebnisse auch wesentlich von einander. Die Frage bleibt also offen.

Somit können nur die eigenen Versuche von M. und L. Bleibtreu in Rede kommen. Ganz sicher ist es, dass der nach dieser Methode erhaltene Werth in Bezug auf die Plasmamenge falsch ist. Er bezeichnet also nicht nur die Plasmamenge, sondern auch noch Etwas, und namentlich glaube ich, die Menge derjenigen Stoffe, die beim Versetzen des Blutes mit physiologischer Kochsalzlösung aus den Blutkörperchen in dieselbe, gleich einigen Plasmabestandtheilen, diffundiren. Denn gewiss unterliegen dabei dem Diffusionsprocesse nicht alle Bestandtheile der Blutkörperchen, sondern nur einige; das Hämoglobin ist daraus bekanntlich vollkommen ausgeschlossen. Die Blutkörperchensubstanz enthält aber ausser Hämoglobin noch andere N haltige Substanzen, wie Eiweissstoffe, Nucleine und dergl., von denen manche zweifellos unter dem Einflusse der physiologischen Kochsalzlösung, resp. auch anderer Kochsalzlösungen in die umgebende Zwischenflüssigkeit heraustreten. Wie ich aber neuestens in Bestätigung der ersten eigenen Befunde und der alten Befunde von C. A. Schmidt mich überzeuge, kann die Menge dieser N-haltigen Blutkörperchenbestandtheile schon in der einen Blutart, d. h. im Menschenblute sehr stark schwanken. Dementsprechend war es mir ganz klar, dass auch bei meinen Bestimmungen die nach der Methode von M. und L. Bleibtreu erhaltenen Werthe in einem regellosen Verhältnisse zu den Sedimentvolumwerthen standen.

Die hämatokritischen Bestimmungen wurden mit dem Gärtner'schen Apparate und der Gärtner'schen Kreisselecentrifuge ausgeführt. Zur Untersuchung wurde immer dasjenige Blut aus den Cylindern genommen, sofort nach deren Einfüllung, mit dem Sedimentvolum dessen die hämatokritische Date verglichen werden sollte. Danach wurde der Hämatokrit solange centrifugirt, bis die Blutkörperchenmasse keine Volumabnahme mehr zeigte — also durchschnittlich ca. eine Stunde lang. Bei manchen Blutarten konnte noch nach $1\frac{1}{2}$ - $1\frac{3}{4}$ Stunden langem Centrifugiren keine constante Senkungsschicht ermittelt werden.

Es hat sich nun Folgendes herausgestellt:

1. Im nichtdefibrinirten normalen und pathologischen Blute stimmen die mit dem Hämatokrit

erhaltenen Werthe mit den Sedimentvolumina überhaupt nicht, zwar sind die Unterschiede in manchen Fällen recht unbedeutend. In zwei normalen Blutarten wurde mit dem Hämatokrit um 5—6% mehr Blutkörperchen bestimmt, in pathologischen Fällen dagegen meistens um 7—8% weniger, als mittelst der einfachen Sedimentation.

Tabelle I.
Nichtdefibrinirtes Blut.

	Sedimentvolum.	Hämatokrit.
1. Normales Blut (Vers. II)	52 %	57 %
2. „ „ (Vers. III)	53,8 „	59 „
3. Nephritisch. Blut (Vers. VII)	47,0 „	44 „
4. „ „ (Vers. IX)	47,2 „	52 „
5. Einfache Anämie (Vers. XI)	53 „	47 „
6. Nephritisch. Blut (Vers. XXII)	33 „	35 „
7. Blut beim Herzfehler (Vers. VIII)	54 „	53 „
8. Oligoplasm. Blut (Vers. XIX)	60 „	52 „
9. „ „ (Vers. XVIII)	77,5 „	57 „
10. Blut von einem Neurasth. (Vers. XXIII)	46,1 „	37 „

Besonders sind die Unterschiede in den Versuchen 8, 9 und 10 auffallend, während beide Bestimmungen in den Versuchen 6 und 7 fast absolut übereinstimmen.

2. Im defibrinirten Blute ergibt der Hämatokrit stets kleinere Werthe, als die einfache Sedimentation. Von vier Versuchen, wo nichtdefibrinirtes und defibrinirtes Blut parallel centrifugirt wurden, stimmten in zwei Fällen die daraus erhaltenen Werthe vollkommen überein, in zwei anderen dagegen nicht.

Tabelle II.
Defibrinirtes Blut.

	Constantes Sedimentvolum im defibr. Blute.	Hämatokr. Werthe	
		in entspr. defibr. Blute.	in nicht- defibr. Blute.
1. Normales Blut (Vers. II)	63,2 %	57 %	57 %
2. „ „ (Vers. III)	61,2 „	59 „	59 „
3. Tuberculos. pulm. (Vers. IV)	56,1 „	48 „	—
4. Chronische Neph. (Vers. V)	55 „	48 „	—
5. Hyster. Anämie (Vers. XI)	58 „	54 „	47 „
6. Herzfehler (Vers. VIII)	62 „	48 „	53 „
7. Oligoplasmie (Vers. XX)	72 „	57 „	—

In den Versuchen 1, 3, 4, 6 und 7 wurde das ganz frische defibrinirte Blut centrifugirt, in den Versuchen 2 und 5 wurde dagegen das Blut, nachdem es sich vollkommen abgesetzt hatte, wieder vermischt und nur dann centrifugirt.

3. Im mit 0,6% NaCl-Lösung verdünnten Blute, sowohl nichtdefibrinirten als auch defibrinirtem, sind die hämatokritischen Werthe nicht nur kleiner als die Sedimentvolumina, sondern auch als die entsprechenden hämatokritischen Daten des unverdünnten Blutes und gewöhnlich gehen sie mit der Blutkörperchenzahl in einer Volumeinheit des verd. Blutes parallel. Somit ist der hämatokritische Werth im zu gleichen Theilen mit 0,6% NaCl-Lösung verdünnten Blute zweimal kleiner, als im diesbezüglichen unverdünnten, u. dergl. Dabei bildet sich beim Centrifugiren des frisch verdünnten Blutes der Bodensatz im Hämatokrit überhaupt bedeutend rascher, als im unverdünnten Blute, also ist das Verhalten in dieser Beziehung ganz umgekehrt, als bei einfacher Sedimentation. Dagegen rührt man das verdünnte Blut um zur Zeit, als es sich schon abgesetzt hat, und centrifugirt man dasselbe, so sedimentiren die Blutkörperchen schon viel langsamer als im frisch verdünnten Blute, und es bildet sich gewöhnlich ein grösserer Bodensatz als im letzteren.

Tabelle III.
Verdünntes Blut.

	Hämatokritische Werthe.	Sedimentvolum.
1. { Unverdünntes defibrin. Blut (Vers. II)	48 %	55 %
{ Dasselbe Blut verdünnt 100:20	40	50,8
{ " " " 100:100	24 (v. 28 %)	14 (?)
2. { Unverdünntes defibrin. Blut (Vers. I)		66
{ Dasselbe Blut verdünnt 100:100	39	64 (?)
3. { Unverdünntes defibrin. Blut (Vers. II)	57	63,2
{ Dasselbe Blut verdünnt 100:100	29	61,6 (?)
4. { Nichtdefibr. unverd. Blut (Vers. XVI)		57,6
{ Dasselbe Blut verdünnt 100:40	48	52
5. { Nichtdefibr. unverd. Blut (Vers. VI)		46,4
{ Dasselbe Blut verdünnt 100:40	34	35,2
6. { Unverdünntes defibr. Blut (Vers. XI)	54	58
{ Dasselbe Blut verdünnt 100:40	37	52,8

In den Versuchen 1, 2, 3 wurde das frisch verdünnte, in den 4, 5 und 6 dagegen das abgesetzte und wieder vermischte Blut centrifugirt. Im Versuche 1 ergab der Hämatokrit im frisch verdünnten Blute 24% Bodensatz, in demselben nach der stattgehabten Sedimentation 28%. Aus allen diesen Versuchen geht es klar heraus, dass man die hämatokritischen Werthe mit den Ergebnissen der einfachen Sedimentation nicht — im Gegensatz zu der herrschenden Ansicht — identificiren darf. Die Werthe, die der Hämatokrit ergibt, unterscheiden sich sogar in unverdünntem Blute von den Sedimentvolumina häufig ebenso stark, wie die letzteren von den Ergebnissen der M. und L. Bleibtreu'schen Methode.

Man hat bei den Volumbestimmungen mit dem Hämatokrit die Centrifugalkraft mit dem Zwecke angewendet, um die «Senkung» der Blutkörperchen zu beschleunigen. Wäre die mechanische Theorie der Sedimentation richtig, so würde man dieselben Ergebnisse von der einfachen Sedimentation wie von dem Absetzen mittelst des Hämatokriten einigermaßen erwarten können und würden derartige Erscheinungen, dass die einfache Sedimentation niedrigere Werthe, als das mehrstündige Centrifugiren manchmal ergibt (was auch M. u. L. Bleibtreu aufgefallen ist) recht unverständlich sein. Augenscheinlich kommen derartige Unterschiede dadurch zu Stande, dass die Centrifugalkraft den Process der Plasmaausscheidung aus den Blutkörperchen wesentlich beeinflusst, wobei die Anwesenheit der Kalibichromatlösung und sonstiger Flüssigkeiten wahrscheinlich auch nicht ohne Rolle bleibt.

Man darf hoffen, dass weitere Forschung nähere Bedingungen dieser Einwirkung kennen lernen lässt, wodurch auch die Differenzen zwischen den Ergebnissen der einfachen Sedimentation und der hämatokritischen Untersuchung auch eine Bedeutung bekommen. Bis dies geschehen, besitzt die Untersuchung des Blutes mit dem Hämatokrit überhaupt wenig Sinn und Nutzen, vielleicht den Fall ausgenommen, wenn der Hämatokrit bei leukämischem Blute angewendet

wird. Sonst ist aus den hämatokritischen Daten nicht viel zu schliessen: besonders sind etwaige Folgerungen betreffs der Grösse einzelner Blutkörperchen gar nicht zulässig. Eben in dieser Hinsicht erweist sich der Hämatokrit vollkommen werthlos, wie mir die Untersuchung des oligoplasmischen Blutes zeigte: denn es war hierbei das Sediment im Hämatokrit von normaler Grösse (vgl. Tab. I, Ver. 8 und 9; Tab. II, Ver. 7), trotzdem dass die Blutkörperchen bei diesem Zustande grösser als in der Norm sind. Somit kann man nicht mit dem Hämatokrit diese interessante Blutanomalie nachweisen.

Die abweichenden Resultate der hämatokritischen Blutuntersuchung von der einfachen Sedimentation beruhen sowohl bei der Oligoplasmie, als beim defibrinirten und manchem undefibrinirten Blute offenbar darauf, dass die Centrifugalkraft ausser Plasma noch eine andere Flüssigkeit aus den Blutkörperchen herauspresst. Daher möchte ich bei analytischen, besonders quantitativen Untersuchungen über die Blutkörperchen die Anwendung der Centrifugalkraft dringend abrathen. Dafür sprechen auch diejenigen höchst schwankenden Werthe der Trockensubstanz, die von den Schülern von Al. Schmidt (Sommer¹⁾, Göttchel²), Kupffer³), Arronet⁴), Schneider⁵) in den Blutkörperchen bestimmt wurde. Die Bestimmungen geschahen hierbei nach der Methode von Al. Schmidt, wo die Blutkörperchenmasse mit 2—2,5% Glaubersalzlösung lange centrifugirt wird. Uebrigens haben auch dieselben Schüler darauf aufmerksam gemacht, dass je länger die Blutkörperchenmasse centrifugirt wird, sie desto mehr Kochsalz verliert. Demgegenüber ist — gemäss allen unseren Auseinandersetzungen — die beste Methode der quantitativen Untersuchung über

¹⁾ Sommer. Zur Methodik der quantit. Blutanalyse. Diss. Dorpat, 1893.

²⁾ v. Göttchel, loc. cit.

³⁾ Kupffer, loc. cit.

⁴⁾ H. Arronet. Quantitative Analyse des Menschenblutes. Diss. Dorpat, 1887.

⁵⁾ A. Schneider. Zusammensetzung des Blutes der Frauen verglichen mit derjenigen der Männer. Diss. Dorpat, 1891.

die Blutkörperchen die Analyse des Sedimentes aus dem unverdünnten nichtdefibrinirten Blute. Dieses Sediment stellt wie bewiesen eine «echte» reine Blutkörperchensubstanz: in derselben habe ich in Uebereinstimmung mit älteren Daten von C. A. Schmidt in der Norm ca. 32% Trockensubstanz und ca. 34% Eiweiss (nach dem N-Gehalt berechnet) bestimmt — gegen die schwankenden Werthe von obenerwähnten Autoren — 35%—40% Trockensubstanz.

Somit sind wir zu der Ueberzeugung gekommen, dass die drei Methoden der Blutkörperchenvolumbestimmung — die M. u. L. Bleibtreu'sche Methode, die einfache Sedimentation, und die Untersuchung mit dem Hämatokrit — gar nicht einheitliche Ergebnisse liefern, die miteinander verglichen werden dürften. Wenn nun die Frage beantwortet werden muss, welche Methode sich zu den «volumetrischen» Bestimmungen eignet, so ist eine solche nur die einfache Sedimentation, während wir den Sinn der hämatokritischen Werthe noch nicht kennen. Durch die Sedimentation wird aber nicht — wie erwähnt — das Volum der gesamten Blutkörperchen des circulirenden Blutes, sondern nur das Volum der Blutkörperchensubstanz bestimmt. Neben dieser Methode kann die parallele Untersuchung mit der Methode M. u. L. Bleibtreu's ganz neue und wichtige Gesichtspunkte in der Physiologie und Pathologie des Blutes gewinnen lassen.



