

Archiv  
für  
pathologische Anatomie und Physiologie  
und für  
klinische Medicin.

---

Bd. XXIX. (Zweite Folge Bd. IX.) Hft. 3 u. 4.

---

IX.

Experimentelle Untersuchungen über die Veränderungen der Mengenverhältnisse des Blutes und seiner Bestandtheile durch die Inanition.

Von Prof. Dr. P. L. Panum in Kiel.

---

Bei den Untersuchungen über die Physiologie des vegetativen Lebens im gesunden und kranken Zustande genügt es meist nicht, die Verhältnisse in einer einzelnen Beziehung an einigen Individuen und in einer anderen Beziehung an anderen Individuen zu verfolgen, weil eben die individuellen Compensationsverhältnisse hier so mannigfaltig variabel sind, dass die Gesetze des Stoffwechsels sich bei einer solchen Untersuchungsweise der Wahrnehmung des Forschers meist ganz entziehen. Die Harnanalysen z. B. bekommen erst ihre volle Bedeutung, wenn man sie in ihrem Verhältniss zur Nahrungsaufnahme, zur Respiration, zur Gewebsernährung, zu den übrigen Secretionen, zur Zusammensetzung des Blutes und zur Blutmenge gleichzeitig bei demselben Individuum untersucht. Da es aber für den einzelnen Forscher nicht möglich ist, den Einzelfall nach allen diesen Seiten hin vollständig zu bearbeiten, weil die Zeit dafür immer viel zu kurz wird, so muss man, sofern man nicht seine Kräfte durch Association tüchtiger und zu-

verlässiger Mitarbeiter verstärken kann, theils suchen die Complication geringer zu machen, z. B. indem man das Moment der Nahrung dadurch ausschliesst, dass man die Thiere durch eine bestimmte, mehr oder weniger lange Inanitionsdauer darmleer macht, theils muss man aber seine Untersuchung auf solche Verhältnisse beschränken, die zunächst mit einander in solidarischem Zusammenhange stehen. So ermöglichte z. B. in neuerer Zeit bekanntlich die Berücksichtigung des solidarischen Zusammenhanges der Harnstoffsecretion mit der Nahrungsaufnahme und mit der Gewebsernährung die Feststellung sehr wichtiger Gesetze des allgemeinen Stoffwechsels. Ja schon durch die Berücksichtigung der 24stündigen Harnmenge neben der quantitativen Untersuchung des Harnstoffs im Harn unter bestimmten Lebensverhältnissen und bei verschiedenen Krankheiten wurden wichtige Verhältnisse aufgedeckt, die früher, als man sich mit der procentischen Analyse begnügte, nicht an den Tag kommen konnten.

In einem ganz ähnlichen solidarischen Zusammenhange wie die Menge des in 24 Stunden ausgeschiedenen Harns zur procentischen Zusammensetzung dieses Secrets, steht nun aber offenbar die Blutmenge zur quantitativen Blutanalyse. Denn wenn man bei der Analyse ein concentrirtes, an Blutkörperchen reiches Blut findet, so könnte dieses entweder nur von einer reichlichen Wasser- oder Serumabscheidung und einer dadurch bewirkten Verminderung der Blutmenge abhängen, oder, aber es könnte das Blut wirklich und absolut reicher geworden sein, wenn nämlich die Blutmenge unverändert geblieben wäre — und umgekehrt: ein an festen Bestandtheilen armes Blut könnte diese Beschaffenheit entweder dem Umstände verdanken, dass die Blutmasse durch Wasser- aufnahme vermehrt wurde, bei gleich gebliebener absoluter Menge der festen Theile, oder aber es könnte wirklich die Menge der festen Theile geringer geworden sein, bei gleich gebliebener Blutmenge. Der Werth aller quantitativen Blutanalysen für Theorie und Praxis ist somit ganz und gar von der Frage über die Grösse der Schwankungen der Blutmenge unter den verschiedenen Lebensverhältnissen abhängig. Da man nun aber a priori vermuten kann, und

## Übersicht über die Verhältnisse der Blutmenge und der Blutbestandtheile hungender Thiere in der ersten Versuchsserie (im Winter 1854 — 1855).

	I. Hungern und Transfusion.		II. Hungern und Transfusion.		III. Normal.		W. Hungern u. Dursten.		
	Am 13. Nov. An 13. Nov. nach norma- ler Fütterung bis dahin.		Am 19. Nov. Am 19. Nov. nach auch transfusio- nem fremdes Blut.		Am 21. Nov. Am 21. Nov. nach norma- ler Fütterung hungerig in- fusion.				
	Am 23. Nov. Am 23. Nov. 10higer In- fusion.	Am 23. Nov. Am 23. Nov. 10higer In- fusion.	Am 29. Nov. Am 29. Nov. 10higer In- fusion durch verbüllung geblödet.	Am 29. Nov. Am 29. Nov. noch norma- ler Fütterung bis dahin.	Am 7. Dec. Am 7. Dec. noch norma- ler Fütterung objektiver In- fusion.	Am 12. Dec. Am 12. Dec. immer nor- mal gefüttert und gesund.			
Gewicht des Thieres in Grammen.	3320	4100	—	3760	—	2750	2630	10170	7705
Gewicht des Jarmteines Thieres in Grammen.	—	—	3060	—	—	—	2470	—	7670
Blutmenge in Grammen.	—	160	—	260	255,78	257,79	197,2	20 entzogen	655,81
Verhältniss der Blutmenge zum ursprünglichen Körpergewicht in p.c.t.	—	—	—	—	5,37 %	—	0,1 %	7,40 % Brutto	6,7 %
Verhältniss der Blutmenge zum Endgewicht des (darmreichen) Thieres in p.c.t.	—	—	—	—	7,9 %	—	9 %	7,9 %	8,9 %
Verhältniss der festen Blutbestandtheile zum Endgewicht des (harnreichen) Thieres in p.c.t.	—	—	—	—	1,95 %	—	2,44 %	1,465 %	1,77 %
Fibrin in 1000 Theilen Blut.	2,886	170,7	194,67	206,61	4,08	1,435	1,74	1,615	2,26
Fester Rückstand in 1000 Theilen gefüllten Blutes.	151,329	59,367	—	241,74	212,317	200,217	219,02	236,56	1,6
Fester Rückstand in 1000 Theilen Serum.	135,770	—	—	54,15	73,933	64,849	74,45	75,88	181,367
Erwasssstoffe in 1000 Theilen gefüllten Blutes.	45,196	—	—	—	229,25	202,02	205,231	204,76	213,99
Erwasssstoffe in 1000 Theilen Serum.	97,948	—	—	—	39,76	56,229	51,442	61,61	71,190
Blutkörperchen in 1000 Theilen gefüllten Blute nach Bergatrete.	95,14	—	—	—	198,34	147,697	144,837	156,35	186,936
Blutkörperchen in 1000 Theilen gefüllten Blute auch Schärer.	—	—	—	—	195,86	154,03	141,36	132,9	199,69
Austruck für die Blutkörperchenmenge nach der Differenz der festen Rückstände in 1000 Theilen gefüllten Blutes und in 1000 Theilen Serum.	91,902	—	—	—	187,59	136,384	135,308	144,57	180,48
Austruck für die Blutkörperchenmenge nach der Differenz der Eiweißstörthe in 1000 Theilen gefüllten Blutes und in 1000 Theilen Serum.	90,574	—	—	—	—	188,49	145,793	133,809	143,15
Spezifisches Gewicht des gefüllten Blutes.	1044	—	—	—	—	106,77	106,0,7	105,7,04	106,3,86
Spezifisches Gewicht des Serum.	1020	—	—	—	—	—	102,5	102,2,2	102,5,02
Austruck für die Blutkörperchenmenge nach der Differenz des spezifischen Gewichts des gefüllten Blutes und des Serum.	24	—	—	—	—	35,2	34,84	38,84	44,53
						—	—	28,11	—
									31,9

\*) Der Hund II. hatte am 7. December kurz vor der Blutentziehung 125 Ccm. destillirtes Wasser getrunken, sonst aber während der ganzen Dauer des Versuches weder Wasser noch Trinken.

\*\*) Die geringe Abnahme der Blutkörperchenmenge, die in diesem Falle nach der Ionisation vorhoben zu sein scheint, dürfte davon abhängen, dass bei der letzten Analyse das zur Bestimmung der Blutkörperchen dienende gefüllte Blut nicht, wie bei den anderen Analysen, das zuerst ausgeflossene Blut war, sondern erst gesammelt wurde, nachdem 45,5 Gramm zur Serumanalyse und 54,05 Gramm zur Fäcesbestimmung ausgeflossen waren.

manche Erfahrungen wirklich dafür zu sprechen scheinen, dass die bedeutendsten Schwankungen der Blutmenge durch die Verhältnisse der Nahrungsaufnahme bedingt werden, namentlich dass sie durch die Inanition sehr sinkt, und da ferner ein ähnlicher Einfluss der Nahrungsaufnahme und der Inanition auf die quantitative Zusammensetzung des Blutes *a priori* vermutet werden kann und durch manche Erfahrungen wahrscheinlich gemacht zu werden scheint, so ist es durchaus nöthig, vor Allem gerade diesen Einfluss der Nahrungsaufnahme auf die Blutmenge und auf die Zusammensetzung des Blutes in Angriff zu nehmen, wenn man sich der Hoffnung hingeben will, auf diesem Wege zu einer wesentlichen Ausbeute zu gelangen. Gewiss wäre es nun auch sehr wünschenswerth in den Einzelfällen die Verhältnisse der Harnstoffausscheidung, der Respirationsverhältnisse und der übrigen Ausscheidungen zugleich zu verfolgen, aber andererseits liegen, namentlich bezüglich der Harnstoffausscheidung, so wohl constatirte Resultate des Einflusses der Inanition vor, dass der Ausfall dieser Seite der Untersuchung weniger wesentlich erscheint.

Berücksichtigt man nun zunächst das bisher schon vorliegende wissenschaftliche Material, so stösst man auf die grössten Widersprüche, die durchaus nicht durch eine einfache Kritik zu beseitigen sind, und zwar sowohl bezüglich der quantitativen Veränderungen der einzelnen Blutbestandtheile durch die Inanition, als auch bezüglich der normalen Blutmenge und endlich bezüglich des Einflusses der Inanition auf die Blutmenge:

Chossat\*) gibt freilich nur im Allgemeinen, ohne Analysen mitzutheilen, an, dass er das Blut verhungernder Thiere sehr dünn und serös gefunden habe. Hiermit stimmen die Angaben von Andral-Gavaret und von Delafond\*\*) gut überein, denen zufolge der Blutkörperchenreichtum bei den kräftigsten Thieren durchschnittlich am grössten ist. Wenn im Mittel als Ausdruck für die Blutkörperchenmenge im Schafblut 93 gefunden wurde, so ergab sich im Blute recht schöner und kräftiger Schafe 101 — 110 und für

\*) *Recherches expérimentales sur l'inanition. Mémoires de l'académie royale des sciences T. VIII des savants étrangers. Paris, 1843.*

\*\*) *Annales de chimie et de phys. 1842; 3e série. T. 5.*

das schönste Schaf der ganzen Heerde wurde 123 gefunden. Bei einem sehr kräftigen Hunde wurde als Ausdruck für die Blutkörperchenmenge 176 gefunden, während sonst bei Hunden 136 bis 165 als Ausdruck für die Blutkörperchenmenge gefunden wurde. Auch die klinischen Blutuntersuchungen haben, besonders bei Berücksichtigung der ausserordentlichen Uebereinstimmung der Symptome bei Verdünnung des Blutes durch Blutentziehungen und vieler bei der Inanition zu beobachtenden Erscheinungen, allgemein die Meinung begründet, dass das Blut bei der Inanition ausserordentlich arm an festen Bestandtheilen, besonders aber an Blutkörperchen werde. Besonders stark scheint dieses in ein Paar von Andral und Gavaret \*) mitgetheilten Analysen ausgesprochen zu sein, welche Kranke mit Cancer ventriculi betrafen. Bei einem solchen Kranken, der Alles erbrach, ohne jedoch Blutbrechen gehabt zu haben, fanden sich nur 125 pr. m. feste Theile und darin nur 49,1 pr. m. Blutkörperchen, während Andral - Gavaret's Normalzahl für die Blutkörperchen 127 pr. m. ist. Die organischen Stoffe des Serums waren in fast normaler Menge vorhanden. Bei einem zweiten Kranken mit Cancer ventriculi, der fast Alles erbrach, fanden sich 76,7 pr. m. Blutkörperchen. Der Einfluss der Nahrungsentziehung scheint noch dadurch stärker hervorzutreten, dass die Krankheit an und für sich nicht diese Wirkung auf das Blut zu haben schien, da die Untersuchung des Blutes eines dritten Kranken mit Cancer ventriculi, der aber nicht Alles erbrach, 219,2 pr. m. feste Theile und 130,6 pr. m. Blutkörperchen ergab, also mehr als das normale Mittel. Für die Meinung, dass die Menge der Blutkörperchen durch langdauernde Inanition sehr stark abnehme, spricht dann auch noch eine Mittheilung von Vierordt \*\*), der bei einem Murmelthiere während des Winterschlafes die Menge der Blutkörperchen nach der von ihm angegebenen Zählungsmethode bestimmte. Er fand nämlich die Zahl der Blutkörperchen in 1 Cubikmillimeter Blut am 1. November = 7748000, am 5. Januar = 5100000 und am 4. Februar = 2355000. Inwiefern aber dieses Verhältniss

\*) Annales de chimie 1840. 2e série. T. 75.

\*\*) Vierordt, Beiträge zur Physiologie des Blutes. Archiv für physiologische Heilkunde 1854. T. XIII. S. 409.

bei dem winterschlafenden Murmelthier und den Winterschläfern überhaupt constant ist oder von zufälligen Nebenumständen abhing, und inwiefern man ferner berechtigt ist bei dem Winterschlaf, der doch in so vielfachen Beziehungen ein Ausnahmszustand ist, gerade die Inanition als das für eine solche Abnahme der Blutkörperchen maassgebende Moment zu betrachten, das Alles wird freilich nicht erörtert.

Mit diesen Angaben und mit der durch dieselbe begründeten Annahme stimmen aber die von Magendie, Simon, Collard de Martigny und Arnold mitgetheilten Analysen durchaus nicht überein.

Magendie \*) liess eine 9jährige, mit Rotz behaftete Stute zu Tode hungern, indem ihr alle feste Nahrung vollständig entzogen ward, während ihr nur alle 24 Stunden 6 Litres Wasser gereicht wurden. Sie erlag am 24. Tage. Die Blutanalyse während dieses Versuches ergab in 1000 Theilen:

	nach 6tägigem Hungern.	nach 8tägigem Hungern.	nach 15tägigem Hungern.	nach 17tägigem Hungern.
an festem Rückstand . . .	178,33	191,120	197,08	244,479
an trockenen Blutkörperchen	86,96	86,51	97,61	161,89
an Fibrin . . . . .	3,45	2,23	6,91	6,09
an Eiweiss und Salzen . .	87,92	102,46	92,79	76,81

Diese Analysen wurden von dem Chemiker Leconte ausgeführt.

Ein von Simon \*\*) ebenfalls an einem mit Rotz behafteten Pferde angestellter Versuch ergab ebenfalls eine Zunahme der festen Theile und namentlich der Eiweissstoffe des Serums, aber eine Abnahme der Blutkörperchenmenge, die freilich nach der Simon eigenthümlichen, sehr unvollkommenen Methode bestimmt wurde. Er fand nämlich:

	festen Rückstand	Fibrin	Albumin	Hämatoglobulin
zu Anfang . . . . .	182,1	5,1	62,14	96,1
nach 4tägigem Hungern	191,191	9,011	103,74	58,96

\*) Leçons faites au Collège de France pendant le semestre d'hiver 1851—1852.  
Paris, 1852. p. 29—33.

\*\*) Simon, Physiologische und pathologische Anthropochemie. Berlin, 1849. S. 235.

in 1000 Theilen Blut. — Collard de Martigny \*) fand bei seinen Untersuchungen an 3 Kaninchen desselben Wurfes in 119 Gran Blut.

	Eiweissstoffe u. Blutkörperchen	Fibrin	Wasser u. Salze
bei dem normal gefütterten K.	10,2 Gr.	2,5	106,3
bei dem 2ten K. nach 5tägigem			

Hungern und Dursten	12,6 Gr.	1,9	104,5
---------------------	----------	-----	-------

bei dem 3ten K. nach 11tägigem

Hungern und Dursten	13,79 Gr.	0,97	104,24
---------------------	-----------	------	--------

Bei einem Hunde fand er in 112 Gran Blut vorher 15,4 Eiweissstoffe und Blutkörperchen, 3,2 Fibrin und 93,4 Wasser und Salze, nach 36tägigem Hungern und Dursten bei demselben Thiere aber, ebenfalls in 112 Gr. Blut, 23,9 Eiweissstoffe und Blutkörperchen, 1,1 Fibrin und 87 Gr. Wasser und Salze. Bei einem anderen Hunde in 125 Gr. Blut vorher 17,4 Eiweissstoff und Blutkörperchen, 3,7 Fibrin und 103,8 Wasser und Salze, nach 10tägigem Hungern in derselben Blutmenge 21,3 Gr. Eiweiss und Blutkörperchen, 2,9 Fibrin und 100,8 Wasser und Salze. Arnold fand bei Versuchen über die Wirkung des Salmiaks, wobei die Thiere den Appetit so verloren, dass sie als hungernd betrachtet werden konnten, einmal vorher 46,56 pCt. Cruor, 53,48 pCt. Serum und 0,48 pCt. Fibrin, nach 10tägiger Appetitlosigkeit 56,65 pCt. Cruor, 43,35 pCt. Serum und 0,41 pCt. Fibrin. Ein anderes Mal vorher 53,44 Cruor, 46,56 Serum und 0,77 Fibrin; nach 13tägiger Appetitlosigkeit 46,03 Cruor, 53,97 Serum und 0,52 pCt. Fibrin. Die Menge der Lymphe, welche die Lymphgefässe erfüllt, soll während der 10—12 ersten Hungertage sehr stark zunehmen, und die Chylusgefässe werden dabei nicht leer. Nachher soll die Menge abnehmen. Auch soll die Lymphe concentrirter werden. Vorher betrug die Eiweiss-, Fett- und Farbstoffmenge 57 pro mille, die Menge des Fibrins 3 und die Menge des Wassers und der Salze 940. pro mille; nach 9tägigem Hungern fanden sich 62,8 pro mille Eiweiss, Fett und Farbstoff, 5,8 Fibrin und 931,4 pro mille Wasser und Salze; nach 21tägigem Hungern 60 pro mille Eiweiss, Fett und Farbstoff, 3,2 pro mille Fibrin und 936,8 pro mille Salze und

\*) Collard de Martigny: Recherches expérimentales sur les effets de l'abstinence complete etc. sur la quantité du sang et de la lymphe (Magendie, Journal de physiol. T. 8. p. 152—210).

Wasser. Chevreul fand, damit in Uebereinstimmung, nach mehrätigem Hungern in der Lymphe 61 pro mille Eiweiss, Fett- und Farbstoff, 4,2 Fibrin und 934,8 pro mille Wasser und Salze.

Dieser Mangel an Uebereinstimmung der Resultate, welche bezüglich der Blutkörperchenmenge besonders in Magendie's Versuche hervortritt, würde allerdings auf leichte Weise dadurch beseitigt werden können, dass man die letztangeführten Versuche auf irgend einem Irrthum in den Analysen bezöge, ein solches Verfahren bleibt aber immer achtbaren Forschern gegenüber sehr misslich. Ueberdies bin ich von der Zuverlässigkeit der von Leconte angestellten Untersuchung und von der in diesem Falle vorhandenen Unmöglichkeit einer Verwechslung, nach den von ihm mir mündlich gemachten Mittheilungen, persönlich vollkommen überzeugt. Um so auffallender bleiben also die angeführten Widersprüche bezüglich des Einflusses der Inanition auf die Zusammensetzung des Blutes.

Nicht geringer sind aber die Widersprüche bezüglich des Einflusses der Inanition auf die Gesamtblutmenge. Dieses kann nun allerdings weniger befremden, da die Bestimmung der Blutmenge überhaupt, auch für den normalen Zustand, recht misslich erscheint.

Herbst \*) bestimmte die Blutmenge, welche bei dem Verbluten aus der Carotis und Jugularis ausfliesst, fand dabei aber sehr grosse Verschiedenheiten, bei Hunden z. B. von  $4\frac{1}{2}$  — 8 pCt. des Körpergewichts. Er fand die Menge auf diese Weise ungefähr am grössten beim Ochsen (c.  $\frac{1}{2}$ ) und am kleinsten bei Hühnern ( $\frac{1}{3}$  —  $\frac{1}{8}$ ), sehr klein auch bei Kaninchen (c.  $\frac{1}{4}$ ), was ziemlich mit den älteren Resultaten Anderer übereinstimmt. Er betrachtet diese Methode, obgleich er ihre Unvollkommenheiten anerkennt, doch noch als weit besser als diejenige, die Blutmenge durch die aufgenommene Injectionsmasse zu bestimmen u. dergl. Falk bediente sich 1854 noch derselben Methode und fand bei 8 jüngeren Teckelhunden die Blutmenge = 4,55 — 6,15 pCt. des Körpergewichts. Heidenhain \*\*) fand, wie zu erwarten war, dass die

\*) E. F. G. Herbst, *Comment. historico-critica et anat.-physiol. in qua de sanguinis quantitate etc. demonstratio tentata est.* Göttingen, 1822. 4te. 59 pp.

\*\*) *Disquisitiones criticae et experimentales de sanguinis quantitate in mammalium corpore existantis.* Halis, 1857. 4te. 36 pp.

Menge des auf diese Weise erlangten Blutes sehr viel grösser wird, wenn man nicht nur diejenige Menge sammelt, die frei aus den Gefässen ausfliest, sondern auch durch Drücken, Kneten und Streichen das im Körper noch zurückgebliebene Blut zu gewinnen sucht, dass aber die durch diese letzteren Manipulationen gewonnene Menge sehr variabel ist. Bei Kaninchen erlangte er durch freies Ausfliessen des Blutes  $\frac{1}{25} - \frac{1}{36}$  des Körpergewichts, kam aber die durch Drücken und Kneten gewonnene Menge hinzu, so erhielt er  $\frac{1}{15} - \frac{1}{20}$  des Körpergewichts. Bei Hunden erlangte er durch freies Ausfliessen nur  $\frac{1}{20} - \frac{1}{36}$ , im Mittel  $\frac{1}{18}$ , wenn aber die durch Drücken und Kneten gewonnene Menge hinzukam  $\frac{1}{12} - \frac{1}{18}$ , im Mittel  $\frac{1}{13} - \frac{1}{14}$  des Körpergewichts. Die Menge des freiwillig ausgeflossenen zu der Gesammtmenge, in welche auch das durch jene nachträglichen Manipulationen gewonnene Quantum einbegriffen war, wechselte wie 1 : 1,5 und 1 : 2,5. Die Menge des freiwillig ausfliessenden Blutes steht offenbar in genauem Zusammenhange mit dem Zeitpunkte, wo das Herz seine Thätigkeit einstellt, und hiervon dürfte es grossentheils abhängen, dass die Vögel bei ihrer Verblutung so wenig Blut liefern. Die Methode leidet aber noch an anderen sehr wesentlichen Mängeln, obgleich man den grössten Theil des Blutes auf diese Weise sammeln kann und obgleich sehr grosse Unterschiede durch dieselbe jedenfalls erkennbar sein werden, wenn man gleichmässig verfährt. Diese Fehler aber liegen theils darin, dass immer eine gewisse Blutmenge im Körper zurückbleibt, deren Grösse man nicht bestimmt; hierdurch wird die Blutmenge natürlich kleiner gefunden, als sie wirklich ist. Theils aber sind sie auch darin begründet, dass während der Verblutung ein nicht unerhebliches Quantum seröser und wässriger Flüssigkeit resorbirt wird. Zimmermann fand z. B. bei demselben Aderlass in der zuerst ausgeflossenen Portion 110, in der zuletzt gewonnenen nur 106,7 pr. m. Blutkörperchen, und Vierordt fand mittelst der Zählungsmethode in dem bei der Verblutung eines Thieres zuletzt ausgeflossenen Blute nur 68 — 52 pCt. der anfangs vorhanden Zahl der Blutkörperchen. Auch bei meiner Untersuchung über die Transfusion war diese Aufsaugung während des Bluttausches sehr deutlich. Durch diesen Umstand

erscheint die ausgeflossene Blutmenge grösser, als sie es wirklich ist, und es kann, wie Vierordt sehr richtig bemerkt, bei sehr langsamer Verblutung selbst mehr Blut aus dem Körper ausfliessen, als ursprünglich in demselben vorhanden war. — Valentini's \*) Methode, die Blutmenge dadurch zu bestimmen, dass man, nachdem man eine Blutprobe entzogen und untersucht hatte, ein bestimmtes Quantum destillirtes Wasser durch die Jugularvene injicirte, um dann nach Verlauf von ein Paar Minuten eine zweite Probe zu untersuchen und aus der gefundenen Veränderung des Wassergehalts die Blutmenge zu berechnen lieferte jedenfalls viel zu hohe Resultate — im Mittel  $\frac{2}{3}$  oder c. 20 pCt. des Körpergewichts ( $\frac{1}{6}2$  —  $\frac{1}{4}3$ ). Sie ist für absolute Bestimmungen jedenfalls unbrauchbar, weil die Menge, in der das Wasser während der Paar Minuten, die zur gleichmässigen Mischung erforderlich sind, aus den Gefässen ausschwitzt, gar nicht zu berechnen ist. Immerhin ist es jedoch möglich, dass die ausschwitzenden Mengen einigermaassen proportional, dass mithin die Resultate doch einigermaassen vergleichbar sind, und in der That scheint die Ueber-einstimmung seiner Resultate untereinander hierfür zu sprechen. Die von Lehmann und Weber angewandte Methode ist wohl eher bei Thieren anwendbar, als bei Hinrichtungen von Menschen. Denn wenn nach dem Köpfen Flüssigkeit durch den Oesophagus ausfliessst, die Blase sich entleert u. dergl., so müssen diese Flüssigkeiten bei der Rückwägungsmethode als Blut in Rechnung gebracht werden. Hierzu kommen aber noch ein Paar Umstände hinzu, welche die Anwendung dieser Methode auch bei Thieren, wo man das Blut direct sammeln und wägen kann, zweifelhaft machen. Das Wasser löst nämlich die Blutkörperchen auf, und transfundirt durch die Gefässwandungen in die Gewebe und in die Höhlen des Körpers mit einer solchen Leichtigkeit, dass der Körper sogleich ödematös wird und dass die blutig gefärbte Flüssigkeit aus allen Orificien, namentlich Mund und Nase ausfliessst. Ferner aber kann das injicirte Wasser noch andere feste Stoffe ausspülen, als die Blutbestandtheile. Man weiss also nicht, wie viel Blut mit dem Wasser in die Gewebe infiltrirt und daher für

\*) Repertorium Bd. III. S. 285. Lehrbuch der Physiologie I. S. 490 u. flgde.

die Untersuchung verloren geht, und auch nicht, wie viel feste Stoffe man dem Blute irrthümlich zu Gute rechnet, wenn man die im Blutwasser enthaltene Blutmenge aus dem Verhältnisse des festen Rückstandes oder der Eiweissstoffe bei Vergleichung mit dem Blute bestimmt. Das von Lehmann-Weber bei einem Hingerichteten gefundene Verhältniss  $\frac{1}{3}$  oder  $12\frac{1}{2}$  pCt. und das durch Günther durch einfaches Rückwagen gefundene Verhältniss scheint namentlich wegen des oben zuerst genannten Umstandes zu hoch ausgefallen zu sein. Vierordt berechnete die Blutmenge aus den Kreislaufsverhältnissen zu etwa  $\frac{1}{3}$  oder 7,5 pCt. des Körpergewichts. Angenommen, dass der Querschnitt der Aorta 4,39 Quadratcentimeter beträgt, dass das Blut in der Carotis mit einer Geschwindigkeit von 281 Mm. pr. Secunde, in der Aorta  $\frac{1}{4}$  Mal schneller strömt, so ergibt sich 219 Gramm als die durch dieselbe in 1 Secunde durchströmende Blutmenge. Kommt nun  $1\frac{1}{2}$  Systolen auf die Minute, so ergibt sich 180 Grm. oder 172 Cc. als die mit jeder Systole ausgetriebene Blutmenge. Da nun nach Herring's, von Vierordt verbesserter Methode der Kreislauf nach 23,7 — 31,6, im Mittel nach 27 Systolen beendigt ist, so ergibt sich die Blutmenge  $= 27 \times 172$  Cc.  $= 4760$  Cc. oder  $27 \times 180$  Grm.  $= 5000$  Grm. Nimmt man dann 65000 Grm. als das mittlere Körpergewicht an, so findet man jenes Verhältniss der Blutmenge. Es ist einleuchtend, dass diese Methode sich nur eignet, um eine allgemeine Vorstellung über die Blutmenge zu geben, nicht aber für Einzelversuche und Versuchsreihen geeignet ist. Der Gedanke, die Blutmenge aus dem Eisengehalt des eingeäscherten Körpers zu bestimmen, ist natürlich durchaus unbrauchbar, da das Blut nicht der einzige eisenhaltige Bestandtheil des Körpers ist, und da, abgesehen von der immensen Arbeit, kleine Fehler der Analyse, ganz enorme Fehler des Gesammtresultats ergeben müssen.

Einen sehr wesentlichen Fortschritt in der Bestimmung der Blutmenge machte Welcker \*), indem er von der Beobachtung ausging, dass man schon sehr geringe Unterschiede der einem

\*) Archiv des Vereins für gemeinsame Arbeiten etc. von Vogel, Nasse und Benecke. Bd. 1. Hft. 2. S. 195. — Prager Vierteljahrsschrift 1854. Bd. 4. S. 11.

bestimmten Wasserquantum (bei bestimmter Dicke der Flüssigkeitschicht) zugesetzten Blutmengen durch die Verschiedenheit der Färbung des Wassers unterscheiden kann, und dass der Blutfarbstoff seine Fähigkeit in gleicher Menge ein gleiches Wasserquantum in gleicher Weise zu färben sehr lange bewahrt. Hierauf gründete er eine Methode der Bestimmung der Blutmenge, die, obwohl nicht ganz fehlerfrei, doch der Wahrheit jedenfalls nahe kommt. Er bestimmte hiernach die Blutmenge bei Mäusen und Sperlingen zu  $\frac{1}{18} - \frac{1}{32}$  oder 7,6 — 8,5 pCt. des Körpergewichts, bei einem neugeborenen Kinde zu  $\frac{1}{9}$  oder 5,2 pCt., in der Placenta dieses Kindes  $\frac{1}{6}$  oder 21,9 pCt., für das Kind mit der Placenta zusammen  $\frac{1}{4}$  oder 7 pCt., bei Eidechsen  $\frac{1}{63} - \frac{1}{76}$  oder 5,94 — 6,13 pCt., für Fische  $\frac{1}{56} - \frac{1}{253}$  oder 3,87 — 6,42 pCt., für Fische  $\frac{1}{3} - \frac{1}{5}$  oder 1,07 — 1,87 pCt. und für Kaninchen  $\frac{1}{8}$  oder 5,5 pCt. In entsprechender Weise bestimmte Bischoff \*) die Blutmenge in einem Hingerichteten zu  $\frac{1}{3} - \frac{1}{4}$  oder 7,5 pCt. Heidenhain \*\*) fand bei Anwendung im Wesentlichen derselben Methode, die von ihm mit vieler Sorgfalt und kritischer Rücksicht auf die Fehlerquellen ausgeführt wurde, im Mittel für 6 gesunde, wohlgenährte Hunde  $\frac{1}{353}$  oder 7,42 pCt.

Obgleich man mit Rücksicht auf die schwankenden Angaben der normalen Blutmenge schon erwarten konnte, dass die Mittheilungen über die Veränderungen der Blutmenge durch die Inanition wesentlich auseinander gehen würden, muss man doch über den Grad der Meinungsverschiedenheiten erstaunen.

Chossat \*\*\*) fand nämlich bei gesunden Tauben 12,74 Grm. Blut, bei solchen die der Inanition unterworfen gewesen waren nur 4,88 Grm.; es würden demnach während der Inanition von 1000 Theilen Blut 617 verschwunden sein. Mit Rücksichtnahme auf das Körpergewicht fand er die normale Blutmenge bei Tauben gleich 3,3 pCt., nach der bis zum Tode fortgesetzten Inanition aber nur gleich 1,3 pCt. des Körpergewichts. Da er aber das Blut zu-

\*) Siebold und Kölliker's Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie. Bd. 7. 1855.

\*\*) Disquisitiones criticae et experimentales etc. Halis, 1857. 4te.

\*\*\*) Chossat, Recherches expérimentales sur l'inanition. 1843. 4te. p. 69. Tabl. 40 u. 41.

gleich seröser und durchsichtiger als im Normalzustande fand, hält er die procentische Abnahme für noch stärker und schlägt dieselbe auf 0,750 des ursprünglichen Gewichtes an, so dass von 1000 Theilen des ursprünglich vorhandenen Blutes bei dem Hungertode nur 250 Theile zurückgeblieben, 750 aber verschwunden sein sollten. Demnach sollte das Blut bei der Inanition viel stärker abnehmen, als alle übrigen Bestandtheile des Körpers, mit alleiniger Ausnahme des Fettes, und die grosse Blässe der Schleimhäute und noch mehr des Kammes der dem Verhungern nahe gebrachten Vögel bestärkte Chossat in dieser Meinung.

Dieses merkwürdige Resultat fand die vollkommenste Bestätigung in der zum Theil mit Recht berühmten Arbeit von Bidder und C. Schmidt: die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel 1852, 8. p. 328—332. Tab. 16—18. Bei der Gewichtsbestimmung der Organe und Theile einer durch Inanition zu Grunde gegangenen Katze und bei Vergleichung derselben mit den Gewichtsbestimmungen der entsprechenden Organe und Theile einer gesunden, normal gefütterten Katze kamen sie nämlich zu dem Resultate, dass das Gesammtblut bei der Inanition 93,7 pCt., die festen Blutbestandtheile aber 90,4 pCt. verloren hätten. Von 1000 Theilen des ursprünglich vorhandenen Blutes sollten also bei dem Inanitions-tode nur 63 Theile zurückgeblieben, 937 Theile aber verschwunden sein und von 1000 ursprünglich vorhandenen festen Blutbestandtheilen sollten nur 96 restiren. Es würde demnach der Verlust des Blutes nach Schmidt noch grösser sein, als nach Chossat und den des Fettes erreichen oder selbst übertreffen.

Es kann bei der leider zu gewöhnlichen Weise die Klassiker zu lesen nicht Wunder nehmen, dass diese „Resultate“ zweier Arbeiten, die in der Physiologie Epoche gemacht haben wie wenige andere, in fast alle Handbücher der Physiologie und Pathologie übergegangen sind. Sie waren den Pathologen und Klinikern ganz vorzüglich willkommen, weil sie in sehr befriedigender Weise die Uebereinstimmung der Symptome, welche durch Blutverluste und derjenigen, welche durch Nahrungsentziehung beobachtet werden, erklärten.

Wenn man sich indessen bemüht hätte nachzusehen, wie

Chossat und C. Schmidt verfahren, indem sie zu jenem merkwürdigen Resultate kamen, so würde man freilich bald zu der Ueberzeugung gelangt sein, dass ihre Resultate, bezüglich der Abnahme der Blutmenge bei der Inanition, vollkommen werthlos sind, und bei einem Nachdenken würde man auch erkannt haben, dass die Uebereinstimmung der Symptome nach Blutverlusten und nach Nahrungsentziehung in dieser Beziehung Nichts beweisen.

Chossat gelangte nämlich auf folgende Weise zu seinem Resultate. Er rupfte die Vögel, entfernte den Musculus pectoralis, unterband die Axillargefässer, drückte das Blut aus dem Muskel und sammelte es. Dann öffnete er die Axillargefässer und fing das Blut mit vorher gewogenen Schwämmen auf, entleerte die Stämme durch Druck und entfernte den Rest des Blutes aus den geöffneten Gefässen. Dieselbe Operation wurde dann an der anderen Seite vorgenommen und nachdem das mit den Schwämmen aufgefangene Blut möglichst gesammelt war, wurde so schnell als möglich gewogen (um den Verlust durch Verdunstung zu vermeiden) und endlich das bekannte Anfangsgewicht der Schwämme abgezogen. Dass bei einem solchen Verfahren durch Verdunstung ein Verlust entsteht, hat Chossat freilich eingesehen, er hält diesen Verlust indess für gering, da man die Operation möglichst beschleunigte und für irrelevant, da derselbe Fehler sich sowohl bei den normal gefütterten, als bei den verhungerten Thieren wiederholen müsste. Man sieht aber einerseits ein, dass der durch die Verdunstung erlittene Verlust bei der starken Ausbreitung der verdunstenden Oberfläche auf den Schwämmen sehr gross gewesen sein muss, dass die möglichste Beschleunigung ein sehr dehnbarer Begriff ist, und dass die Grösse der Verdunstung je nach der Trockenheit der Luft, der Temperatur u. s. w. sehr starken Schwankungen unterworfen sein musste. Andererseits ist es aber klar, dass es auch mit der Vergleichbarkeit der Resultate sehr schlecht bestellt ist. Denn die verschiedene Kraft, mit der die Herzthätigkeit während des Aufsammelns des Blutes geschieht, die verschiedene Schnelligkeit, mit der die Gewinnung erfolgt, die verschiedene Trockenheit und Imbibitionsfähigkeit der festen Theile und manche andere Umstände können dazu beitragen, dass bei

einem solchen Verfahren in den durch Inanition geschwächten Thieren mehr Blut zurückbleibt (oder respective verdunstet), als in den normal ernährten. Wenn aber die Thiere durch Inanition schon gestorben waren, musste der Unterschied natürlich noch grösser erscheinen, wenn man die aus den todteten Thieren gesammelte Blutmenge mit der aus einem noch lebenden gewonnenen verglich. Die Blässe des Kammes, der Schleimhäute u. s. w. ist hierbei natürlich ganz bedeutungslos, da sie von der Blutvertheilung abhängen könnte; ein Mensch kann ja oft blass werden, ohne dass darum seine Blutmenge abgenommen haben müsste! — Die von Chossat ferner von 617 auf 750 vorgenommene Veränderung der supponirten, bei der Inanition vermeintlich zu Grunde gegangenen Blutmenge stützt sich endlich nicht etwa auf bestimmte Blutanalysen, sondern nur darauf, dass das Blut seröser und wässriger aussah, als im Normalzustande!

Das von Bidder und Schmidt\*) angewandte Verfahren war wo möglich noch unzulässiger. Sie sammelten bei der verhungerten Katze „die Blutcoagula im Herzen und den grossen Venen“ und erhielten pro Kilo Katze 7,96 Grm. frische Coagula, welche 1,9 Grm. festen Rückstand lieferten. Bei einem gesunden wohlgenährten jungen Kater, der durch Aetherisation getötet wurde, „floss bei der Section heraus“ per Kilo 60,36 Grm. frisches Blut, welche 9,6 Grm. festen Rückstand lieferten. Hieraus leitete man nun den Verlust des Gesamtblutes bei der Inanition ab und berechnete denselben, wie gesagt, zu 93,7 pCt. und für den Verlust an festen Bestandtheilen zu 90,4 pCt. Dieses suchten Bidder und Schmidt zu rechtfertigen, indem eine Anmerkung hinzugefügt wurde, in der es heisst: „Im vorliegenden Falle durfte nicht die Gesamtblutmenge, sondern nur die bei der Section des ohne Blutverlust (durch Aether) getöteten Thieres ausfliessende Quantität in Anschlag gebracht werden. Erstere ist natürlich viel bedeutender, gestattet aber keinen Vergleich mit dem (der Inanition) gleichfalls ohne Blutentweichung erlegenen Thiere.“ — Demnach sollte also die Menge der „im Herzen und den grösseren

\*) Die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel. Von Dr. F. Bidder und Dr. C. Schmidt, Professoren in Dorpat. Mitau und Leipzig, 1852.

Venen gesammelten Blutcoagula“ vergleichbar sein „der bei der Section eines durch Aetherisation getödteten Thieres ausfliessenden Blutmenge“ \*)!

Man wird jedenfalls zugeben müssen, dass die von Chossat und von Bidder-Schmidt angewandten Methoden zur Bestimmung der Blutmenge unter allen versuchten die schlechtesten sind, und dass die auf solche Weise gewonnenen Resultate durchaus nicht das ihnen gespendete Lob und Vertrauen verdienen.

Mit den durch so unvollkommene Methoden gewonnenen Resultaten von Chossat und Bidder-Schmidt stimmten übrigens die älteren Resultate von Collard de Martigny \*\*) überein, dessen Versuche insofern mehr Beachtung zu verdienen scheinen, als die Thiere, die der Inanition unterworfen waren, durch Verblutung getötet wurden, ohne den tödtlichen Ausgang der Nahrungsentziehung abzuwarten. Für die eine Versuchsreihe wurden 5 Kaninchen gleichen Alters, von derselben Mutter und von gleicher Grösse verwandt. Von zwei derselben, welche bis zum Tode normal gefüttert waren, lieferte eines 1 Unze 17 Gran Blut, das zweite 7 Drachmen 49 Gran. Ein drittes lieferte nach 3tägigem Hungern nur 5 Drachmen 21 Gran, ein vierter nach 7tägigem Hungern 3 Drachmen 37 Gran und das fünfte nach 11tägiger Nahrungsentziehung nur 1 Drachme 63 Gran. Hiermit stimmt die zweite Versuchsreihe, für welche 3 Kaninchen gleichen Alters und von derselben Mutter verwandt wurden, vollkommen überein. Das normal gefütterte Thier, das schwächer war als die anderen, lieferte 1 Unze 1 Drachme 21 Gran Blut, das zweite gab nach 5tägigem Hungern

\*) Auf analoger Grundlage ruhen auch die „Resultate“, die unter Leitung Carl Schmidt's von Schröder und Grünwald bezüglich des Magensaftes gewonnen wurden. Einer mit einer engen Fistelöffnung in der Magengegend versehenen Kranken wurde ein elastischer Katheter durch dieselbe in den Magen hineingeschoben. Das ausfliessende Fluidum wurde als Magensaft betrachtet und untersucht und aus der während bestimmter Zeiten ausfliessenden Flüssigkeitsmenge trug man kein Bedenken, die Grösse dieser Secretion zu bestimmen, um dadurch die „Resultate“ zu controlliren, die von Bidder-Schmidt durch einfache Uebertragung und Berechnung der Secretionsgrössen des Hundes auf den Menschen gewonnen waren!

\*\*) Magendie, Journal de physiologie. T. 8. p. 152—210.

5 Drachmen 41 Gran und das dritte nach 11tägigem Hungern nur 1 Drachme 57 Gran. Für die Bestimmung der Blutmenge wurde jedesmal das aus der geöffneten Cruralarterie ausfliessende Blut gesammelt und dann wurden noch die Blutgerinnsel, die im Herzen und in den grossen Gefässen gefunden wurden, hinzugefügt. Auch bei diesen Versuchen bleibt man indess darüber in Zweifel, ob nicht mehr Blut im Körper der durch Hungern sehr geschwächten Thiere zurückgeblieben ist, indem bei der verminderten Kraft der Herzaction weniger ausfloss.

Diesen Resultaten Chossat's, Bidder - Schmidt's und Collard de Martigny's gegenüber stehen nun diejenigen, zu welchen Valentin und Heidenhain gelangten.

Valentin \*) fand nämlich bei Anwendung seiner oben besprochenen Methode, deren Resultate freilich absolut unrichtig, aber doch vielleicht unter einander vergleichbar waren, bei sehr geschwächten Thieren die Blutmenge nicht geringer, als bei den kräftigen. Er fand z. B. bei einem durch zu häufigen Coitus sehr abgemagerten Widder die Blutmenge =  $\frac{100}{562}$  und bei einem Hunde, der durch Hydrorbachis paralytisch war =  $\frac{100}{481}$ . Er schloss daher: „die Natur hat eine gewisse unveränderliche Blutmenge festgestellt und behauptet ihre Menge auch in den Zehrkrankheiten, wo fast keine Nahrung genommen wird, durch Aufnahme aus den Geweben.“

Hiermit stimmen nun diejenigen Resultate, zu welchen Heidenhain \*\*) gelangte, vollkommen überein. Er verwandte für diese Untersuchung 3 Hunde. Der erste wog anfangs 1484 Grm., nach 6tägigem Hungern und Dursten 1207 Grm.; er hatte also 188 pro mille an Gewicht verloren. Seine Blutmenge betrug, nach Welcker's Methode untersucht, 85,59 Grm., also  $\frac{100}{1235}$  oder 7,47 pCt. des Körpergewichts. — Der zweite wog anfangs 8090 Grm., nach 9tägigem Hungern und Dursten 6270 Grm.; er hatte also 227 pro mille an Gewicht abgenommen. Seine Blutmenge betrug 498,53 Grm., also  $\frac{100}{1233}$  oder 8,11 pCt. des Körpergewichts. — Der dritte wog anfangs 3566 Grm., nach 14tägigem Hungern und

\*) Repertorium Bd. III. 289.

\*\*) Disq. criticae et experimentales etc. Halis, 1857.

Dursten 2418 Grm.; er hatte also 321 pro mille an Gewicht verloren. Seine Blutmenge betrug 184,39 Grm., also  $\frac{199}{1276}$  oder 7,83 pCt. des Körpergewichts. Da nun Heidenhain nach derselben Methode als Mittel aus 6 an gesunden und bis zum Tode wohlgenährten Hunden, wie bereits oben bemerkt, die Blutmenge =  $\frac{199}{1353}$  oder 7,42 pCt. fand, so schloss er, dass die Blutmenge bei der Inanition ihr Verhältniss zum Körpergewicht nicht verändere.

Sofern Heidenhain's Versuche mit grosser Sorgfalt nach einer Methode angestellt wurden, die jedenfalls bei Weitem besser ist, als die bis dahin angewandten und welche der Wahrheit jedenfalls nahe kommende Resultate lieferte, muss man ihnen das grösste Gewicht beilegen. Es fehlen indess bei denselben die Blutanalysen, und man erfährt daher nicht, ob auch die festen Blutbestandtheile, namentlich die Blutkörperchen in normaler Menge vorhanden gewesen sind. Wenn nun das Verhältniss der Blutbestandtheile, des Wassers, der festen Stoffe im Serum und der Blutkörperchen durch die Inanition in seinen Fällen wesentlich verändert worden wäre, so wäre eine starke Abnahme, z. B. der Blutkörperchen in ihrem Verhältniss zum Körpergewicht doch sehr wohl denkbar. Sowohl mit Rücksicht hierauf, als auf die ausserordentliche Tragweite dieser Fragen und auf die eingewurzelten Meinungen, die sich bei den Pathologen und Physiologen über dieselben gebildet haben, dürften meine Beobachtungen, die ich nun mittheilen werde, von Interesse sein.

Ich muss zunächst die Bemerkung vorausschicken, dass der Anfang dieser Untersuchungen schon im Winter 1854 bis 1855 gemacht wurde, also nicht nur vor Heidenhain's Arbeit, sondern auch bevor Welcker's Methode bekannt geworden war, und dass ich schon, auf die damals gewonnenen Resultate gestützt, in meinen Vorlesungen und anderen mündlichen Mittheilungen den von Chossat und Bidder-Schmidt veröffentlichten Resultaten und der gangbaren Vorstellung entgegengrat. Mit dieser Bemerkung bezwecke ich nicht eine Wahrung meiner Priorität, da es für die Wissenschaft gleichgültig sein kann, wer zuerst etwas festgestellt hat, sondern ich will damit nur erklären, warum die ersten Versuche nach einer anderen und unvollkommenen Methode

angestellt wurden als die späteren, und zugleich den Gedanken-gang bezeichnen, durch den ich, ursprünglich von einer anderen Frage ausgehend, dazu kam, diese Untersuchung anzustellen.

Bei einer Vorlesung über allgemeine Pathologie drängte sich mir die Frage auf, ob es nicht möglich sein sollte, ein Thier z. B. einen Hund, ohne Nahrungsaufnahme in den Darm, einfach durch ab und zu wiederholte Transfusion des Blutes eines Hundes, der für ihn das Fressen besorgte, am Leben zu erhalten? Wenn nämlich Chossat's und Bidder-Schmidt's Angaben über die enorme Abnahme der Blutmenge bei der Inanition und die Angaben Chossat's, Andral und Vierordt's, dass das Blut über-dies beim Verhungern sehr arm an Blutkörperchen werde, der Wahrheit entsprächen, woran ich damals eigentlich nicht zweifelte, und wofür mir auch die Uebereinstimmung der Symptome nach Blutentziehungen und bei Beschränkung der Nahrungsaufnahme zu sprechen schien, so wäre es einerseits doch sehr wahrscheinlich, dass eben der Mangel an Blut und besonders an Blutkörperchen die pathologischen Erscheinungen bei der Inanition und den Tod durch dieselbe bedingte und andererseits, dass es möglich sein würde, das Leben durch Zuführung dieses unentbehrlichen Factors auch dann zu erhalten, wenn er von einem anderen Individuum bereitst wäre.

Die von diesem Gesichtspunkte aus angestellten Versuche entsprachen nicht den Erwartungen, waren aber in mehrfacher Beziehung lehrreich, weshalb ich sie hier mittheilen will:

1. Einem jungen gesunden Hunde, der am 4. November 1854 5300 Grm., am 13. Nov. 5320 Grm. wog, wurde am letzteren Tage die feste Nahrung vollständig entzogen. Ein Gefäss mit reinem Wasser wurde ihm hingestellt, damit er nach Belieben trinken könnte, er genoss davon aber nur sehr wenig. Bis zum 19. Nov. veränderte sich sein Gewicht wie folgt: Am 14. Nov. 6 Uhr Nachmittags wog er 4910 Grm., am 15ten  $6\frac{1}{2}$  Uhr Nachm. 4670 Grm., am 16ten  $6\frac{1}{2}$  Uhr Nachm. 4490 Grm., am 17ten  $8\frac{1}{4}$  Uhr Abends 4350 Grm., am 18ten  $5\frac{1}{2}$  Uhr Nachm. 4220 Grm. und am 19ten  $11\frac{1}{2}$  Uhr Vorm. 4100 Grm. Während dieser 6 ersten Hungertage hatte er also 23 pCt. verloren. Am 13. Nov., 6 Stunden nach der letzten Mahlzeit, wurden ihm 60,62 Grm. Blut behufs der Analyse entzogen und am 19. Nov., zur Vergleichung der Menge der festen Theile und des Wassers im Blute, noch fernere 3,361 Grm.

Das am 13ten entzogene Blut ergab folgendes Verhältniss der Blutbestand-

theile: In 37,07 Grm. Blut fand sich 0,107 Grm. Fibrin, in 2,227 Grm. defibrinirten Blutes 0,337 fester Rückstand, in 1,297 Grm. Serum 0,077 fester Rückstand, in 5,06 defibrinirtem Blute 0,687 Eiweissstoff (mit Blutkörperchen), in 6,283 Serum 0,284 Eiweissstoffe des Serums, also in 1000 Theilen Serum 59,367 feste Theile, darunter 45,196 Eiweiss; in 1000 Theilen gequirlten Blutes 151,329 feste Theile, darunter 135,710 Eiweiss und Blutkörperchen. Hiernach berechnet sich die Menge der trockenen Blutkörperchen nach Becquerel-Rodiers Methode zu 97,948 pro mille, nach Scherer's Methode zu 95,14 pro mille. Die einfache Differenz der Summe fester Stoffe im Serum und im gequirlten Blute beträgt aber 91,962, die der Eiweissstoffe des gequirlten Blutes und des Serums 90,574. Das specifische Gewicht des Serums betrug 1020, das des gequirlten Blutes 1044, die Differenz also 24. Die Fibrinmenge berechnet sich zu 2,886 pro mille.

Das am 19ten, nach 6ätigem Hungern demselben Hunde entzogene Blut enthielt dagegen in 3,861 Grm. 0,574 feste Theile oder 170,7 pro mille. Die Menge der festen Blutbestandtheile dieses Thieres hatte also beträchtlich zugenommen, von 154,215 auf 170,7 pro mille, obgleich es nach Belieben Wasser saufen konnte. Es war mir indess schon aufgefallen, dass es von dieser Freiheit gar nicht oder fast gar nicht Gebrauch mache. Am 19. Nov. wurden ihm aus der Carotis eines anderen Hundes 160 Grm. Blut in das untere Ende der Jugularvene hinein transfundirt. Vorher war vergebens versucht worden, das Blut aus dem oberen Ende der Jugularvene des anderen Hundes in das untere Ende seiner Jugularvene überströmen zu lassen; es war dabei das Blut im Rohre geronnen, und es waren ohne Zweifel durch das Drücken und Streichen des Rohres Gerinnsel in den Kreislauf gebracht worden. - Vor der Transfusion war der Hund sehr lebhaft gewesen. Jedesmal wenn ich in das abgesperrte Zimmer hineintrat, äusserte er grosse Freude und wollte Futter suchen, er war aber sehr abgemagert. Nach dieser ersten Transfusion wurde er viel ruhiger; anfangs liess er einen eigenthümlichen Ton hören, wie fette Mopse ihn auszustossen pflegen. Aber schon am folgenden Tage wollte er wieder mit hinaus, um Futter zu suchen und war fast so lebhaft wie früher. Puls und Respiration waren so unregelmässig, dass sie nicht mit Sicherheit gezählt werden konnten, was, obgleich es bei Hunden oft wenig zu bedeuten hat, doch vielleicht von einem durch die hineingebrachten Gerinnsel bedingten localen Prozesse in den Lungen herrührte.

Da das Gewicht am 20sten um 10½ Uhr Vorm. wieder auf 4100 Grm., am 21sten um 1½ Uhr Nachm. auf 3960 Grm. gesunken war, in 48 Stunden also um 300 Grm., wurde nun eine 2te Transfusion in derselben Weise gemacht. Diesmal wurden 260 Grm. transfundirt \*). Danach befand sich unser nun offenbar sehr plethorisch gewordener Hund schlecht. Er stöhnte unablässig und hatte ganz seine Munterkeit eingebüsst. Der Puls war anfangs voller geworden, wurde aber im Laufe des Tages und noch mehr am folgenden Tage sehr schwach und ungemein langsam; er war dabei aber so unregelmässig, dass er nicht genau gezählt werden

\*) Die Menge wurde beide Male durch Wägung und Rückwägung dieses Hundes bestimmt und durch Wägung und Rückwägung desjenigen Hundes, der das Blut hergab, controllirt.

konnte. Der Hund war Abends sehr traurig, lag still hin und erhob sich kaum beim Zurufen. Am 23sten war die Langsamkeit und Schwäche des Pulses ungemein gross; die Augen waren eher prominent als eingefallen; der erste Herzton war von einem blasenden Geräusche begleitet. Die Mattigkeit war so gross, dass er nicht mehr stehen konnte. Das Gewicht, das durch die Transfusion wieder auf 4220 Grm. gebracht war, war am 22sten  $9\frac{1}{2}$  Uhr Vormittags auf 4100 Grm. und am 23sten  $9\frac{1}{2}$  Uhr Vorm. auf 3800 Grm. gesunken; um 2 Uhr Nachm. desselben Tages hatte er, ohne Entleerungen gehabt und ohne Wasser getrunken zu haben, noch 40 Grm. verloren, wog also 3760 Grm. Die bedeutende und schnelle Gewichtsabnahme, die stöhnende, langsame und tiefe Respiration, sowie periodisch auftretende allgemeine Krämpfe deuteten in Verbindung mit den übrigen Symptomen an, dass sein Ende nahe sei. Ich beschloss nun, das Thier durch Verblutung zu tödten und sammelte das aus den Carotiden und den Jugularvenen ausfliessende Blut, 268,58 Grm. Darauf wurde noch durch Ausspritzen der Gefässe 418 Grm. blutig gefärbtes Wasser erlangt. 11,961 Grm. desselben hinterliessen 0,122 Grm. festen Rückstand, also 418 Grm. 4,26 Grm. Da nun 1000 Th. Blut 245,82 festen Rückstand hinterliessen, so entsprechen jene 4,26 Grm. 17,2 Grm. Blut. Es würde der Hund hiernach also  $268,58 + 17,2 = 285,78$  Grm. Blut enthalten haben. Das Endgewicht des Hundes betrug aber wie gesagt 3760 Grm.; davon geht dann noch der Darminhalt mit 107 Grm. und der in der Harnblase enthaltene Harn mit 60 Grm. ab. Das darmreine Thier wog also 3593 Grm.; das Verhältniss des Blutes zum Körpergewicht würde demnach  $= \frac{10}{125}$  oder 7,9 pCt. sein. In Wirklichkeit war die Blutmenge jedoch jedenfalls noch grösser, da das Blut so schnell ausgeflossen war, dass die Aufsaugung oder der Lymphstrom seine Masse nicht wesentlich vermehrt haben konnte und da das Auswaschen nur unvollständig das restirende Blut aus dem Körper entfernen konnte. Das am 19. Nov. transfundirte Blut enthielt in 3,931 Grm. 0,765 Grm. feste Theile, also in 1000 Theilen 194,67 feste Theile und in den transfundirten 160 Grm. Blut 31,13 Grm. feste Theile. Das am 21. Nov. transfundirte Blut enthielt in 2,541 Grm. 0,525 Grm. feste Theile, also 206,611 pro mille und in den transfundirten 260 Grm. Blut 53,71 Grm. feste Theile. Zusammen waren also 460 Grm. Blut mit 84,84 Grm. festen Bestandtheilen transfundirt worden. -- Das bei der Verblutung des Thieres am 23sten zuerst ausfliessende Blut wurde zur Analyse verwandt. 39,88 Grm. enthielten 0,163 trockenen Faserstoff oder 4,08 pro mille. 2,382 Serum enthielten 0,126 festen Rückstand, also in 1000 Serum 54,15 feste Theile. 2,188 Grm. Serum enthielten 0,087 Eiweiss, also 1000 Serum 39,76 Eiweiss. 5,721 Grm. defibrinirten Blutes lieferten 1,383 festen Rückstand, also 241,74 pro mille. 6,159 Grm. defibrinirten Blutes enthielten 1,408 Grm. Eiweissstoffe (mit den Blutkörperchen), also 229,25 pro mille. Hiernach berechnet sich die Menge der trockenen Blutkörperchen nach Becquerel-Rodiers Methode zu 198,34 pro mille, nach Scherer zu 196,86 pro mille des gequirten Blutes. Der durch die einfache Differenz der festen Theile des Serums und des gequirten Blutes gegebene Ausdruck würde 187,59, der durch die Differenz der Eiweissstoffe des Serums und des gequirten Blutes 189,49 sein. Diesem ausserordentlichen Reichthume an Blutkörperchen entsprach das hohe specifische

Gewicht des gequirten Blutes 1067,77. In den 285,78 Grm. Blut, welche am 23sten im Thiere gefunden waren, würden demnach 70,25 Grm. feste Blutbestandtheile enthalten sein. Es war also jedenfalls eine enorme Menge Blut ausgeschieden und zersetzt worden, da von den transfundirten 84,84 Grm. fester Blutbestandtheile plus dem ursprünglichen, eigenen Blute des Thieres nur 70,25 Grm. im Ganzen zurückgeblieben waren. Es musste aber dabei auffallen, dass die Eiweissstoffe des Serums in einem viel stärkeren Verhältnisse geschwunden waren, als die Blutkörperchen, da das restirende Blut so reich an Blutkörperchen war, wie man es normal kaum jemals findet, und dass die absolute Menge des Faserstoffs kaum geringer war, als in der Summe des ursprünglichen und des transfundirten Blutes. — Bei der Section des Thieres fand sich Folgendes: Hirn und Gehirnhäute waren ziemlich blutreich, besonders mit Rücksicht auf die Blässe und Blutleere des übrigen Körpers, welche in Folge der Verblutung entstanden war. Es fand sich eine geringe Menge Cerebrospinalflüssigkeit vor; das Gewebe des Gehirns schien nicht verändert zu sein. Am Rande der Lungen fanden sich mehrere lobuläre pneumonische Heerde von der Grösse einer grünen Erbse und einer von dem Umfange eines Sperlingseies. Der Durchschnitt dieser ganz luftleeren Stellen zeigte eine braunrothe, leicht granulirte Schnittfläche, das Gewebe war mürbe wie Lebersubstanz, die herausfliessende Flüssigkeit enthielt Eiterkörperchen und hatte einen Stich ins Weissliche. Die Lungenarterie enthielt vor dem grössten lobulären Prozesse ein der Wandung fest adhärentes, unregelmässig geformtes, geschrumpftes und gewundenes Blutgerinnsel, gerade an der Eintrittsstelle in die verdichtete Partie auf einer Bifurcation der Arterie reitend. Das Herz war gesund; es war ganz blutleer, da es, nachdem das Blut aufgehört hatte aus der Carotis zu fliessen, noch während es pulsirte, geöffnet wurde, um von da das Wasser in Arterien und Venen auszuspritzen, bis es farblos abfloss. Der Magen war mit einer ganz schwärzlichen, zum Theil schleimigen, hier und da die dunkelsten Blutsfarbennüanzen darbietenden Flüssigkeit einigermaassen gefüllt. Die Schleimhaut zeigte in der Gegend des Pylorus eine Menge schwarzer, von Bluterguss in das submucöse Gewebe herrührender Flecke von der Grösse einer Erbse und meist von runder Gestalt. An mehreren derselben war die Schleimhaut oberflächlich erodirt und der Anfang eines Ulcus ventriculi gesetzt. Der Dünndarm war oben ebenfalls mit schwärzlicher, zum Theil dunkelblutfarbiger, schleimiger Flüssigkeit ziemlich gefüllt und enthielt Tänen und Ascariiden. Der mittlere Theil des Dünndarms enthielt gelblichen Schleim. Der untere Theil des Dünndarms und der Dickdarm enthielten viel pechschwarze Flüssigkeit, von der ein Theil beim Absterben aus dem After entleert worden war. Dieselbe rührte offenbar von zersetzen Blute her, das in den Darm ergossen war. Die Darmhäute waren sowohl auf der Schleimhaut als auf der Peritonealfläche lebhaft geröthet, und die feinen blutgefüllten Gefässer zeigten, dass diese Röthung von Injection, nicht von Imbibition herrührte. Nieren, Milz, Pancreas, Peritoneum, Pleura und Blase waren gesund. Die Blase enthielt klaren gelben Harn. Die Organe waren übrigens sehr blutleer, die Muskeln so blass wie bei Kaninchen, und von Fett war im Unterhauthindegewebe, im Netz und an den Nieren keine Spur zu entdecken.

2. Einem Hunde, der am 29. November 1854 Vormittags um 11 Uhr, nach dem Fressen, 3900 Grm. wog, wurde alle feste Nahrung entzogen; es wurde ihm ein Gefäss mit einer abgewogenen Menge destillirten Wassers hingestellt, damit er trinken könne, und damit man die Menge des Getrunkenen messen könnte. Ein anderes Gefäss von gleicher Grösse und Form mit einer ganz gleichen Menge destillirten Wassers wurde zur Controlle der Verdunstung an einen dem Hunde unzugänglichen Platz in demselben Zimmer hingestellt. Bis zum 6. December benutzte er gar nicht die ihm gebotene Gelegenheit zum Trinken; es war immer die Menge des Wassers in beiden Gefässen vollkommen gleich geblieben. Er wog am 30. Nov. um 12 Uhr Mittags 3660 Grm., am 1. Dec. Nachmittags 4 Uhr 3560 Grm., am 2. Dec. Mittags 12 Uhr 3500 Grm., am 3. Dec. Mittags 12 $\frac{1}{4}$  Uhr 3340 Grm., am 4. Dec. Vormittags 10 $\frac{1}{2}$  Uhr 3230 Grm., am 5. Dec. Vormittags 10 $\frac{1}{2}$  Uhr 3170 Grm. und am 6. Dec. um 10 $\frac{1}{2}$  Uhr Vormittags 3080 Grm. Am 7. Dec. hatte er zum ersten Male getrunken und zwar 125 Ccm., daher er, als er um 1 $\frac{1}{2}$  Uhr gewogen wurde, ein Wenig an Gewicht zugenommen hatte, indem er 3100 Grm. wog.

Am 29. Nov. waren ihm 53,5 Grm. Blut behufs der Analyse entzogen worden. In 27,3 Grm. Blut fanden sich 0,031 Grm. Fibrin, also in 1000 Theilen 1,135 Fibrin. In 2,331 Serum ergaben sich 0,177 fester Rückstand, also in 1000 Serum 75,933 feste Serumtheile; in 3,877 Serum 0,218 Eiweiss, also in 1000 Serum 56,229 Eiweiss. In 3,537 defibrinirtem Blute fand sich 0,751 fester Rückstand, also in 1000 Theilen 212,327. In 3,960 gequirtem Blute ergaben sich 0,800 Eiweissstoffe (mit den Blutkörperchen), also in 1000 gequirtem Blute 202,02 Eiweissstoffe mit den Blutkörperchen. Also fanden sich in 1000 Blut nach Beequerei-Rodiers Berechnungsweise 147,697, nach Scherer's Rechnungsart 154,03 pro mille trockne Blutkörperchen; bei Berücksichtigung der einfachen Differenz der festen Stoffe im Serum und im gequirten Blute ergibt sich der Ausdruck 136,384, bei Berücksichtigung der einfachen Differenz der Eiweissstoffe im Serum und im gequirten Blute 145,793. Das specifische Gewicht des gequirten Blutes betrug 1060,7, das des Serums 1025,5, die Differenz also 35,2. — Bei dieser verhältnissmässig, für Hundeblut, concentrirten Beschaffenheit des Blutes war der Mangel des Durstes sehr auffallend, um so mehr als der Hund übrigens gesund war. — Am 7. Dec. wurden ihm zunächst 70,47 Grm. Blut behufs der Analyse entzogen. In 36,12 Grm. fand sich 0,063 Fibrin, also 1,74 pro mille; In 2,128 Serum 0,138 feste Theile, in 3,985 Serum 0,205 Eiweiss, also in 1000 Serum 64,849 feste Theile und darunter 51,442 Eiweissstoffe. In 3,681 gequirtem Blute 0,737 feste Theile, in 2,224 Grm. gequirten Blutes 0,412 Eiweissstoffe mit Blutkörperchen, also in 1000 Theilen 200,217 feste Theile und darunter 185,351 Eiweissstoffe mit Blutkörperchen. Die Menge der Blutkörperchen berechnet sich demnach nach Beequerei-Rodiers Weise zu 144,857 pro mille, nach Scherer's Manier zu 141,36; der der blossen Differenz der festen Serumtheile und der Theile des gequirten Blutes entnommene Ausdruck würde 135,368, der aus der einfachen Differenz der Eiweissstoffe des Serums und des gequirten Blutes 133,809 sein. Das specifische Gewicht des Serums betrug 1022,2, das des gequirten Blutes 1057,04, die Differenz also 34,84.

Es war also das Blut ein wenig ärmer an festen Bestandtheilen und entsprechend reicher an Wasser geworden; diese Veränderung betraf aber die Serumtheile, besonders das Eiweiss, in einem weit stärkeren Verhältnisse als die Blutkörperchen und findet ihre vollkommene Erklärung durch die Aufnahme des kurz vorher getrunkenen Wassers.

Demnächst wurde aus der Carotis eines anderen Hundes Blut in seine Jugularvene hineingeleitet. In 3 Minuten strömten 270 Grm. über, wie sich aus der Gewichtszunahme des Versuchshundes und aus der Gewichtsabnahme des anderen Hundes ergab. Das transfundirte Blut dieses anderen Hundes hatte folgende Zusammensetzung: In 2,740 Grm. Serum 0,204 Grm. festen Rückstandes, und 3,4405 Grm. desselben enthielten 0,212 Grm. Eiweissstoffe, also in 1000 Serum 74,45 festen Rückstandes, wovon 61,61 Eiweissstoffe. In 3,228 gequirtem Blute 0,707 fester Rückstand und in 2,832 desselben 0,584 Eiweissstoffe mit Blutkörperchen, also in 1000 gequirten Blutes 219,02 fester Rückstand, worin 204,76 Eiweiss mit Blutkörperchen. Hiernach berechnet sich die Menge der trockenen Blutkörperchen nach Becquerel's Weise zu 156,35, nach Scherer's zu 152,90 pro mille. Die einfache Differenz der festen Rückstände des Serums und des gequirten Blutes ergibt 144,57, die Differenz der Eiweissstoffe im Serum und im gequirten Blute 143,15. Das spezifische Gewicht des Serums betrug 1025,02, dasjenige des gequirten Blutes 1063,86, die Differenz also 38,84. In 35,77 Grm. Blut fand sich 0,963 Grm. Fibrin oder 1,76 pro mille. Nach beendigter Transfusion wog der Hund 3300 Grm., vor derselben und vor der Blutentziehung 3100 Grm. Er hatte also 200 Grm. Blut mehr als vorher und überhaupt für 70 Grm. Blut 270 Grm. wieder bekommen. Er war nach der Transfusion etwas träge geworden, aber schien sich sonst im Ganzen recht wohl dabei zu befinden und zeigte keine auffallenden Symptome. Am 8. Dec. war er nicht gewogen worden, am 9ten um 10 $\frac{1}{2}$  Uhr Vormittags wog er aber 3020 Grm., hatte also in 44—45 Stunden 280 Grm. verloren. Blutige Ausscheidungen hatten nicht stattgehabt, und er hatte keinen Tropfen Wasser zu sich genommen, obgleich er trinken konnte, wenn er wollte. Am 10. Dec. 11 $\frac{3}{4}$  Uhr Vorm. wog er 2900 Grm., am 11ten 10 $\frac{1}{2}$  Uhr Vorm. 2830 Grm., am 12ten 10 Uhr Vorm. 2750 Grm. Seit der Transfusion hatte er Nichts getrunken. Er war sehr mager und ziemlich schwach, zeigte aber ausser dem durch die Inanition und durch den Hunger hervorgebrachten Erscheinungen nichts Besonderes. Während der 13 Hungertage hatte er  $\frac{1159}{3900}$  oder etwa 29 pCt. an Gewicht verloren.

Er wurde nun durch Oeffnen der Carotiden getötet. Es wurden 164,49 Grm. Blut gesammelt und ausserdem durch Ausspritzen der Gefässe 1371,5 Grm. blutig gefärbtes Wasser gewonnen. Von diesem enthielten 14,555 Grm. 0,255 Grm. feste Theile, also 1371,5 Grm. 24,028 Grm. festen Rückstand, entsprechend 93,3 Grm. Blut. Also würden im Ganzen 257,79 Grm. vorhanden gewesen sein, das Verhältniss der Blutmenge zum Körpergewicht würde also  $\frac{25779}{275000}$  oder  $\frac{100}{1066}$  oder circa 9 pCt. betragen haben.

Die Analyse dieses Blutes ergab: In 47,67 Grm. Blut 0,077 Fibrin, also 1,615 pro mille. In 2,662 Grm. Serum 0,204 fester Rückstand, in 3,4835 Grm. Serum 0,203 Grm. Eiweiss, also in 1000 Serum 75,88 fester Rückstand, wovon

58,21 Eiweissstoffe des Serums. In 3,811 Grm. gequirlten Blutes 0,977 Grm. fester Rückstand, in 2,585 Grm. 0,637 Grm. Eiweissstoffe mit den Blutkörperchen, also in 1000 Theilen gequirlten Blutes 256,36 fester Rückstand, wovon 246,42 Eiweissstoff mit den Blutkörperchen. In 1000 Theilen Blut würden also nach Becquerel's Berechnungsweise 195,44, nach Scherer's 199,69 trockene Blutkörperchen sein. Die blosse Differenz des festen Rückstandes des Serums und des gequirlten Blutes gibt 180,48, die Differenz der Eiweissstoffe des Serums und des gequirlten Blutes 188,21, als relativen Ausdruck für die Blutkörperchenmenge. Das specifische Gewicht des Serums betrug 1026, das des gequirlten Blutes 1070,53, die als relativer Ausdruck für die Blutkörperchenmenge brauchbare Differenzzahl also 44,53.

Der Darm, wie sämmtliche Organe dieses Hundes, war normal beschaffen, abgesehen von der durch die Entziehung und durch das Ausspritzen mit Wasser entstandenen Blässe und Blutleere. Von jenen blutigen Ausscheidungen, die bei dem anderen Hunde bemerkt worden waren, fand sich hier keine Spur. Das Fett fehlte aber so vollständig, dass bei der Section weder im Unterhautbindegewebe, noch im Netz, noch anderswo eine Spur davon aufzufinden war.

Es ging aus diesen Versuchen zunächst hervor, dass man den Gedanken, die Ernährung eines hungernden Thieres (oder Menschen) durch Transfusion eine Zeitlang zu unterhalten, aufgeben muss. Der fortschreitenden Gewichtsabnahme und dem Schwunde des Fettes bis auf die letzten Spuren kann man durch die Transfusion offenbar nicht Einhalt thun, ja die Kräfte und das Gewicht sanken eher schneller als langsamer nach der Transfusion als vorhin, und zwar nicht nur im ersten Falle, wo wahrscheinlich in Folge des gesteigerten Blutdruckes in Venen und Capillaren beträchtliche Blutungen in den Darmkanal hinein stattgehabt hatten, sondern auch im letzten Falle, wo diese Blutungen fehlten. Wenn man aber bedenkt, eine wie beträchtliche Stoffmasse nöthig ist, um allein den Kohlensäureverlust bei der Respiration zu decken, so wird dieses Resultat und namentlich der totale Schwund des Fettes sehr erklärlich, und man begreift leicht, dass die Transfusion für die Zufuhr der nöthigen Respirationsmittel durchaus unzulänglich sein muss. Das Blut enthält von Fett wie von Zucker ja nur eine Spur, aber durch die fortwährende Zufuhr wird die starke Consumption dieser Stoffe gedeckt, ebenso wie ja die Kohlensäure in grosser Masse ausgeschieden und Sauerstoff in noch grösserer Menge aufgenommen wird, obgleich die in einem

jeden gegebenen Augenblicke von diesen Stoffen im Blute vorhandene Menge nur sehr gering ist.

Ein ähnlicher von Blundel früher angestellter Versuch hatte ein ganz entsprechendes Resultat gehabt. Er suchte einen 26 Pfd. schweren Hund, der nur Wasser, aber keine feste Nahrung erhielt, durch Transfusion am Leben zu erhalten. Im Laufe von 3 Wochen wurden ihm theils mittels einer Spritze, theils durch unmittelbare Transfusion, 83—84 Unzen Blut eines anderen Hundes in die Jugularvene injicirt. Er wurde dabei aber immer schwächer und starb höchst abgemagert, nach einem Gewichtsverluste von 7 Pfd. Wenn man \*) hieraus geschlossen hat, dass es möglich sei, das Leben bloss durch Einspritzung in die Venen zu erhalten, so vergass man, dass in der Regel circa 4 Wochen vergehen, bevor ein Hund der completen Inanition erliegt.

Es schien aber ferner, bei Berücksichtigung früherer Versuche über die normale Blutmenge, dass das Blutquantum dieser Thiere keinesweges vermindert war, wenigstens nicht bedeutend und noch weniger war das Blut an festen Bestandtheilen arm geworden — im Gegentheil, es zeichnete sich durch einen ganz ausserordentlichen, sonst bei Hunden kaum jemals vorkommenden Reichthum an festen Theilen und namentlich an Blutkörperchen aus. Hieraus schien aber ferner zu folgen, dass die Uebereinstimmung der Symptome, welche bei Blutungen und bei der Inanition zum Vorschein kommen, nur eine äusserliche und scheinbare sein kann und von etwas ganz Anderem herrühren muss, als von Blutmängel und Armuth an rothen Blutkörperchen. Es bleibt immer bemerkenswerth, dass ein Hund verhungern kann, auch wenn seine Blutmenge wahrscheinlich grösser als normal oder doch jedenfalls nicht irgend erheblich gesunken ist, wenn dabei sein Blut überreich an festen Theilen, namentlich an Blutkörperchen ist, und wenn es dem Thiere dabei frei steht, sein concentrirtes Blut durch Wassertrinken beliebig zu verdünnen und dadurch das Volumen desselben zu vergrössern, während es zugleich die Mischung desselben dem normalen ähnlicher machen würde. Nicht weniger bemer-

\*) Dieffenbach, Die Transfusion des Blutes. Berlin, 1828. S. 202.

kenswerth ist es dabei, dass der Hund unter solchen Verhältnissen nicht durch den Instinkt zum Wassertrinken getrieben wird, sondern das Getränk gänzlich verschmäht.

Noch ein Punkt, der bei diesen Versuchen geeignet ist, das Nachdenken anzuregen, ist die Anhäufung der rothen Blutkörperchen im Blute dieser Thiere. Obgleich nämlich offenbar ein sehr grosser Theil des ohne eine entsprechend starke vorhergegangene Blutentziehung transfundirten Blutes zu Grunde gegangen und ausgeschieden war, besonders im ersten Versuche, wo die Blutüberfüllung und die Uebertragung von Gerinnseln bedeutende Störungen hervorgerufen hatte, so war es doch klar, dass gerade die Blutkörperchen diejenigen Bestandtheile des transfundirten Blutes waren, die sich am längsten und am vollständigsten conservirt hatten. Da in beiden Fällen das Blut viel reicher an Blutkörperchen war, als vor dem Versuche und als es wohl überhaupt bei Hunden unter normalen Verhältnissen vorkommt, so war es offenbar, dass ein grosser Theil der fremden transfundirten Blutkörperchen den Thieren bis zum Tode verblieben war, und dieser Umstand regte bei mir die in der vorhergehenden Arbeit erörterte Frage über die Transplantation der Blutkörperchen oder über ihre Functionsfähigkeit im Organismus eines anderen Thieres an.

Es waren nunmehr aber durchaus vergleichende Versuche nöthig, um darüber zu entscheiden, ob die Blutmenge bei diesen Thieren normal oder ob sie zu gross oder zu klein war, und ferner, ob die vorgefundene Blutmenge und die Concentration des Blutes ausschliesslich von der Transfusion herrührte, oder ob die von Chossat und Bidder-Schmidt zur Geltung gebrachte Lehre von der enormen Abnahme des Blutquantums und die allgemein angenommene Verdünnung und Verarmung des Blutes bei der Inanition auch wirklich in Wahrheit begründet sei?

3. Ein kleiner gesunder Hund mit kurzen Haaren und langen Beinen wurde durch Verblutung aus beiden Carotiden getötet. Es flossen 153,53 Grm. Blut aus. Durch Ausspritzen der Gefässe mit Wasser wurden 579,15 Grm. blutig gefärbtes Wasser erlangt. 11,2915 Grm. dieser blutigen Flüssigkeit enthielten 0,1555 Grm. festen Rückstandes, also in 579,15 Grm. waren 7,975 Grm. fester Rückstand enthalten. Dieser, als fester Rückstand des Blutes berechnet, entspricht 43,9 Grm. gequirten Blutes. Danach würde der Hund 197,2 Grm. Blut enthalten haben. Er

wog 2630 Grm.; der Darminhalt nebst dem Harn betrug 160 Grm.; das darmreine Thier wog also 2470 Grm. Dieses ergibt also als Verhältniss der Blutmenge zum Körpergewicht  $\frac{19,72}{24700}$  oder etwa  $\frac{1}{125}$  oder circa 7,9 pCt. des Körpergewichts. — Die Analyse des Blutes ergab: In 36,23 Grm. Blut 0,082 Fibrin, also 2,26 pro mille Fibrin. In 2,402 Grm. Serum 0,171 Grm. fester Rückstand, in 3,7265 Grm. Serum 0,207 Grm. Eiweissstoffe, also in 1000 Serum 71,190 fester Rückstand mit 55,54 Eiweiss. In 3,832 Grm. gequirlten Blutes 0,695 Grm. fester Rückstand, in 2,7795 Grm. gequirlten Blutes 0,464 Eiweissstoffe mit Blutkörperchen, also in 1000 gequirltem Blute 181,367 fester Rückstand, worin 166,936 Eiweissstoffe mit den Blutkörperchen. Hiernach berechnet sich die Menge der trockenen Blutkörperchen nach Becquerel zu 118,66 pro mille, nach Scherer zu 118,036 pro mille. Der durch die einfache Differenz des festen Rückstandes des gequirlten Blutes und des Serums gegebene Ausdruck ist 110,170, der durch die entsprechenden Differenzen der Eiweissstoffe gegebene 111,396. Das specifische Gewicht des Serums betrug 1024,54, das des gequirlten Blutes 1052,65, die Differenz also 28,11.

4. Ein gesunder kräftiger Pudel, der am 18. December 1854 10170 Grm. wog, wurde der completen Inanition unterworfen (auch das Wasser wurde ihm entzogen). An demselben Tage wurden ihm circa 20 Grm. Blut entzogen und analysirt. Die Fibrinmenge desselben betrug 1,6 pro mille. In 3,425 Grm. Serum fand sich 0,294 Grm. fester Rückstand, in 2,217 Grm. Serum 0,145 Eiweiss, also in 1000 Serum 85,83 fester Rückstand mit 65,403 Eiweiss. In 2,715 Grm. gequirlten Blutes fand sich 0,581 Grm. fester Rückstand, in 1,870 Grm. desselben 0,367 Eiweiss mit Blutkörperchen, also in 1000 gequirltem Blute 213,99 fester Rückstand, worin 196,25 Eiweiss mit Blutkörperchen. Hiernach berechnet sich die Menge der trockenen Blutkörperchen nach Becquerel's Manier zu 140,19, nach Scherer's Berechnungsweise zu 140,25. Der durch die blosse Differenz des festen Rückstandes des gequirlten Blutes und des Serums gegebene Ausdruck ist 128,16, der von der Differenz der Eiweissstoffe beider Flüssigkeiten abgeleitete Ausdruck 130,847. Das Gewicht des Hundes nahm nun ab wie folgt:

Am 18. December wog er . . . 10170 Grm.

Am 20. Dec. 10 Uhr Vorm. wog er 9650 Grm., verlor also in 2 Tagen 520 Grm.

-	21.	-	-	-	9300	-	-	24 Stund.	350	-
-	22.	-	-	-	9050	-	-	-	250	-
-	23.	-	-	-	8880	-	-	-	170	-
-	24.	-	-	-	8740	-	-	-	140	-
-	25.	-	-	-	8580	-	-	-	160	-
-	26.	-	-	-	8380	-	-	-	200	-
-	27.	-	-	-	8260	-	-	-	120	-
-	28.	-	-	-	8125	-	-	-	135	-
-	29.	-	-	-	7998	-	-	-	128	-
-	30.	-	-	-	7870	-	-	-	128	-
-	31.	-	-	-	7705	-	-	-	165	-

Er verlor also während der 13tägigen Inanition 2465 Grm. oder reichlich 24 pCt.

Dem Hunde wurden nun die Carotiden geöffnet, und es flossen 474,05 Grm. Blut aus. Durch Ausspritzen der Gefäße und des Herzens wurden 2498 Grm. blutig gefärbtes Wasser gesammelt, von dem 11,107 Grm. 0,185 Grm. festen Rückstand enthielten. In den 2498 Grm. waren also 41,607 Grm. fester Rückstand, entsprechend 211,76 Grm. Blut. Die Gesammtblutmenge würde danach 685,81 Grm. betragen haben. Vom Endgewicht des Körpers (7705 Grm.) gehen noch 35 Grm. Schleim ab, der im Magen und Darm enthalten war. Das Verhältniss der Blutmenge zum Gewicht des darmreinen Thieres wäre demnach  $\frac{685,81}{7670,00}$  oder circa  $\frac{11}{13}$  oder 8,9 pCt. des Körperge wichts. Die Analyse des Blutes ergab folgendes Resultat: Der Gehalt an Fibrin betrug 1,48 pro mille. In 3,047 Grm. Serum fand sich 0,214 Grm. fester Rückstand, in 3,043 Grm. desselben 0,164 Grm. Eiweissstoff, also in 1000 Serum 70,233 fester Rückstand, worin 53,89 Eiweiss. In 2,733 gequirtem Blute 0,537 fester Rückstand, in 3,248 desselben 0,589 Eiweissstoffe nebst Blutkörperchen, also in 1000 gequirtem Blute 196,48 fester Rückstand, worin 181,34 Eiweissstoffe mit Blutkörperchen. Die Menge der trockenen Blutkörperchen würde dann nach Becquerel's Berechnungsweise 135,78, nach Scherer's 134,94 pro mille sein. Der durch die einfache Differenz der festen Stoffe des gequirten Blutes und des Serums gegebene Ausdruck ist 126,247, der aus der Differenz der Eiweissstoffe beider Flüssigkeiten abgeleitete 127,45. Das spezifische Gewicht des gequirten Blutes betrug 1056,2, dasjenige des Serums 1024,3, die Differenz also 31,9.

Vergleicht man die Zusammensetzung des Blutes dieses Hundes am 18. und am 31. Decbr., so sieht man, dass die Fibrinmenge fast unverändert und normal geblieben ist, dass die Menge der festen Stoffe des Serums, wie in den beiden ersten Versuchen, während der Inanition ziemlich stark abgenommen hat, und dass diese Abnahme namentlich die Eiweissstoffe des Serums betroffen hat. Eine viel geringere Abnahme der Blutkörperchenmenge, die ebenfalls aus der Vergleichung der Analysen resultirt, kann mit grosser Wahrscheinlichkeit darauf zurückgeführt werden, dass das für die letzte Analyse benutzte gequirte Blut nicht, wie bei den übrigen Analysen der zuerst entleerten Portion entnommen war, sondern erst nachdem 45,5 Grm. für die Serumanalyse und 51,05 Grm. für die Faserstoffbestimmung ausgeflossen waren.

Ueberblickt man nun die Resultate dieser ganzen Versuchsreihe in der anliegenden tabellarischen Uebersicht, so ergibt sich Folgendes:

Die Blutmenge des bis zum Tode normal gefütterten Hundes war im Verhältniss zum Gewichte des darmreinen Thieres nicht

grösser, sondern geringer, als die Blutmenge des Thieres, das einer 13tägigen completen Inanition unterworfen gewesen war. Vergleicht man das Verhältniss der Blutmenge zum Anfangsgewichte des Thieres am 18. Decbr., anstatt zum Endgewichte des darmreinen Thieres am 31. Decbr., so zeigt sich allerdings, dass Blut während der Inanition verschwunden ist, aber jedenfalls nicht in einem stärkeren, ja nicht einmal in einem so starken Verhältnisse als die Körpermasse in toto. Auch bei den Thieren, denen während der Inanition Blut transfundirt wurde, zeigte sich ungefähr dasselbe Verhältniss der Blutmenge zum Körpergewicht des darmreinen Thieres am Schluss des Versuchs, indem der Hund No. 1 genau dasselbe Verhältniss darbot, wie der bis zum Tode normal gefütterte Hund No. 3, während der Hund No. 2 nur ein klein wenig mehr Blut enthielt, als der Hund No. 4 nach 13tägiger einfacher Inanition (ohne Transfusion). Legt man das Anfangsgewicht der Thiere zu Grunde, so zeigt sich allerdings auch in diesen Fällen, dass Blut während der Inanitionsdauer verschwunden ist, ja dass die Abnahme trotz der beträchtlichen transfundirten Blutmengen beträchtlicher ist, als bei dem Hunde, welcher der einfachen Inanition, ohne Transfusion, unterworfen worden war. Dieser Schwund des Blutes war aber auch in diesen Fällen durchaus nicht grösser, als der Schwund des Körpers in toto. Hiernach scheint also das Verhältniss der Blutmenge zum Körpergewicht, wie Valentin es schon vermutete, ein individuell ziemlich constantes zu sein und weder durch die Inanition noch durch Transfusion bedeutender Blutmengen in irgend erheblicher Weise bleibend alterirt zu werden, indem das überflüssig transfundirte Blut bald wieder auf das frühere Volumen zurückgebracht wird.

Auch bezüglich der Zusammensetzung wird aber das Blut ebensowenig durch die Inanition erheblich und constant verändert. Unter den 3 Versuchen, die uns hier bezüglich der Veränderungen des Blutes durch die Inanition allein, ohne Zwischenkunst der Transfusionen, vorliegen, nämlich für den Hund No. 1 vom 13. bis 19. Nov., für den Hund No. 2 vom 29. Nov. bis 7. Dec. und für den Hund No. 4 vom 18. bis 31. Dec. war die Menge der festen Bestandtheile in einem Falle vermehrt, in zweien etwas vermindert. Diese Vermin-

derung war aber unerheblich und fand in einem Falle ihre Erklärung darin, dass das Thier kurz vorher 125 Cem. Wasser getrunken batte, im anderen aber in dem Umstände, dass ausnahmsweise nicht das zuerst ausgeflossene Blut zur Darstellung des bei der Analyse benutzten gequirten Blutes verwandt worden war, sondern eine später aufgefangene Portion. Am unerheblichsten, und kaum irgend in Anschlag zu bringen, war dabei die Abnahme der Blutkörperchenmenge, während der feste Rückstand des Serums, und besonders die Eiweissstoffe desselben, ziemlich stark und wie es schien constant abgenommen hatte. — Dasselbe Resultat ergibt die Vergleichung der Zusammensetzung des Blutes des bei normaler Fütterung getöteten Hundes mit dem der hungernden Hunde, dass nämlich die Menge der Blutkörperchen bei normaler Fütterung jedenfalls nicht grösser ist als bei Hungernden (hier ist sie viel geringer), dass aber das Serum wohlgenährter Thiere reicher an festen Bestandtheilen und besonders an Eiweissstoffen ist als bei den hungernden Thieren. — Die Fibrinmenge schien durch die Inanition gar nicht alterirt zu sein; sie war nur in dem einen Falle, wo in Folge der Transfusion lobuläre pneumonische Heerde in den Lungen und andere Störungen entstanden waren, wesentlich vermehrt. — Die Transfusion bedeutender Blutmengen in die Gefässe der hungernden Thiere hatte auf die Zusammensetzung des Blutes nur insofern einen bemerkenswerthen Einfluss gehabt, als das Mengenverhältniss der Blutkörperchen dadurch enorm gesteigert wurde, während die Menge der Eiweissstoffe des Serums, ebenso wie bei den Thieren, die nur einfach der Inanition unterworfen waren, abnahm.

Diese Resultate waren so auffallend und so sehr mit den gangbaren Vorstellungen in Widerspruch, dass ich wünschen musste, dieselben mittelst einer schärferen Methode für die Bestimmung der absoluten Blutmenge zu prüfen, bevor ich sie veröffentlichte. Trotz der Mängel der angewandten, früher von Lehmann und Weber benutzten Methode musste ich aber doch, da ich immer übereinstimmend verfuhr, erwarten, dass die Resultate untereinander vergleichbar sein würden, und es war mir durch dieselben die volle Ueberzeugung geworden, dass die von Chossat und Bidder-Schmidt gemachten Mittheilungen über die starke Ab-

nahme der Blutmenge bei der Inanition grundfalsch seien. Beziiglich der Aufschlüsse aber, die mir durch diese Versuche über den Einfluss der Inanition und der Transfusion einer überflüssigen Blutmenge auf die Zusammensetzung des Blutes zu Theil geworden waren, konnte ich meiner Sache ganz sicher sein, da hier, bei der Sorgfalt, mit der ich die Analysen gemacht hatte, kein Irrthum möglich war.

Ich versuchte nun zunächst durch verschiedene Zusätze, von kohlensaurem Natron, verschiedenen neutralen Alkalosalzen, Leim u. s. w. zu der Flüssigkeit, die nachträglich, nachdem das Blut zu fließen aufgehört hatte, in die Adern injicirt wurden, es möglich zu machen, das Blut vollständig auszutreiben oder auszuspülen. Alle Versuche, die ich in dieser Beziehung anstellte, strandeten aber daran, dass die Flüssigkeiten durch die Gefässwandungen durchschwitzten und Blutfarbstoff mitnahmen. Die Cadaver wurden meist ebenso ödematös, wie bei Anwendung von destillirtem Wasser, und blutige Flüssigkeit floss aus der Nase und dem Rachen und erfüllte das Unterhautbindegewebe. Durch blosses Ausfließen des Blutes bei erwachsenen Hunden erhielt ich ganz ähnliche Blutmengen, wie Herbst, 6,3 — 7,5 pCt. des darmreinen Thieres.

---

Meine Arbeit wurde nun durch verschiedene Umstände unterbrochen und ruhte bis zum August 1861. Mittlerweile waren die Arbeiten von Welcker, Bischoff und Heidenhain erschienen. Letzterer hatte die Welcker'sche Methode einer kritischen Prüfung unterworfen und die Fehlergrenzen derselben zu bestimmen gesucht. Er fand dieselbe im Ganzen ihrem Zwecke durchaus entsprechend und in ihren Resultaten mit den nach Lehmann und Weber's Methode gewonnenen gut übereinstimmend.

Heidenhain besprach als die wichtigsten Fehlerquellen folgende:

1) Die Bestimmung der Blutmenge durch die Beurtheilung der Farbennuancen ist weniger genau als andere quantitative Bestimmungen, da Unübereinstimmungen von 2,5 — 4 pCt. auch bei dem Geübtesten vorkommen, während dieser Fehler bei Ungeübten

bis auf 10 pCt. steigen kann. Hiermit stimmen sowohl Weicker's als meine Erfahrungen ganz überein. Durch einige Uebung gelangt man dahin, die Unterschiede der Farben neben einander sicher zu unterscheiden, welche von etwa 5 pCt. betragenden Verschiedenheiten der Blutmenge herrühren, vorausgesetzt, dass man sich eines passenden Apparats bedient. Ich wende dazu zwei viereckige Glaskästen mit planen Wänden von gleicher Grösse an, deren sämmtliche Seiten 10 Centimeter lang sind. An jeder Ecke habe ich von der inneren Fläche des Bodens anfangend mit dem Diamanten eine Millimetertheilung angebracht. Hierdurch wird es möglich, dem Gefäss eine solche Stellung zu geben, dass die Dicke der Flüssigkeitsschicht in demselben Gefäss überall von oben nach unten ganz gleich ist. Indem ich ferner genaue Maassgefäss für das Abmessen der in die beiden Gefässen einzufüllenden Flüssigkeit anwende, kann ich nöthigenfalls durch Einsetzen von Glasstäben in das eine oder andere Gefäss eine ganz gleiche Dicke der Flüssigkeitsschicht in beiden Gefässen von oben nach unten herstellen. Ich stelle dann beide Gefässen auf einen Bogen weißes Papier so dem Fenster gegenüber auf, dass beide Gefässen gleich viel Licht bekommen und kann dann die Farbe theils von oben nach unten durch die Flüssigkeitsschichten hindurchsehend, theils bei reflectirtem Lichte, theils bei durchfallendem Lichte vergleichen. Auf diese Verhältnisse muss man sehr genau Rücksicht nehmen, da ein Unterschied in der Dicke der Flüssigkeitsschicht von einigen Procenten sonst dem Beurtheiler entgeht und entsprechende Fehler in der procentischen Bestimmung bedingt. — Wenn nun bei solchem Verfahren 5 pCt. als die äusserste Fehlergrenze für ein geübtes Auge bezeichnet werden darf, so kann man noch durch Doppelversuche diesen Fehler wesentlich verkleinern, indem man das eine Mal den Farbenton in eben kenntlicher Weise zu dunkel, das andere Mal in eben kenntlicher Weise zu hell macht und dann die Mittelzahl nimmt. Die hierdurch auf etwa 2,5 pCt. herabgebrachte äusserste Fehlergrenze wird dann aber noch sehr wesentlich dadurch reducirt, dass etwa 0,6 der Blutmasse direct gesammelt und gewogen werden können und nur etwa 0,4 derselben, die im Körper zurückbleiben, aus der Färbung des Waschwassers bestimmt

werden. Eine auf diese Blutmasse beschränkte Fehlergrenze von 2,5 pCt. wird dadurch für die Gesamtblutmenge auf etwa 1 pCt. reducirt, eine Grösse, welche bei dergleichen Untersuchungen um so mehr irrelevant bleibt, als das Verhältniss zum Körpergewicht in Betracht gezogen wird.

2) Allerdings führt das genannte Verfahren, über die Hälfte des Blutes zu sammeln und direct zu wägen, wie Heidenhain ganz richtig bemerkt, einen anderen Fehler mit sich, indem das zuerst ausfliessende Blut concentrirter ist, als das zuletzt ausfliessende. Dieses röhrt besonders davon her, dass der Lymphstrom während der Verblutung verstärkt wird und das Blut verdünnt; in jedenfalls viel geringerem Grade könnte dabei auch die Aufsaugung von Wasser aus dem Darm möglicher Weise in Anschlag kommen. Es wird also die Blutmenge durch diesen Umstand etwas grösser gefunden, als sie wirklich ist und als sie gefunden werden würde, wenn man das von Welcker vorgeschlagene, aber nur für sehr kleine Thiere gut ausführbare Verfahren, die ganze Blutmenge nach der Farbe zu bestimmen, in Anwendung bringen wollte und könnte. Dieser Fehler würde sich, wo es sich um die möglichst genaue Bestimmung der absoluten Blutmenge handelt, ziemlich controlliren und eliminiren lassen, indem man die Menge der festen Bestandtheile sowohl in der zuerst ausgeflossenen kleinen Blutportion, als auch in der übrigen Masse bestimmte. Aus der Menge der in der grössten Masse gefundenen festen Bestandtheile liesse sich dann die derselben entsprechende ursprüngliche Blutmasse unter Zugrundelegung des in der ersten kleinen Probe gefundenen Verhältnisses berechnen. Wo es sich aber weniger um die genaueste Bestimmung der absoluten Blutmenge, als um unter einander vergleichbare Resultate handelt, darf man von diesem Fehler, durch welchen die absolute Blutmenge in der Regel um etwa 2—3 pCt. höher erscheint, als sie wirklich ist, absehen. Denn wenn man bei Entziehung des Blutes immer möglichst gleichmässig verfährt und möglichst gleich lange Zeit darauf verwendet, so werden die gewonnenen Resultate jedenfalls unter einander vergleichbar sein.

3) Ein besonderes Gewicht hat Heidenhain auf die Fehler-

quelle gelegt, die dadurch entsteht, dass das venöse Blut stärker färbe, als das arterielle, durchschnittlich etwa in dem Verhältniss von 112:100. Er sucht nun diesen Fehler dadurch zu korrigiren, dass er eine Normallösung mit arteriellem und eine mit venösem Blut bereitet, mittelst beider den Gehalt des Blutwassers an Farbstoff untersucht und die Mittelzahl in Rechnung bringt. Hiergegen aber lassen sich mehrere Einwendungen machen. Zunächst ist es sehr zu tadeln, dass Heidenhain, bei seiner Vergleichung der färbenden Eigenschaften des arteriellen und des venösen Blutes ein Verfahren anwandte, durch welches der Unterschied, wenn überhaupt vorhanden, jedenfalls grösser erscheinen muss, als er wirklich ist. Er sagt nämlich p. 16: *Sanguis ubique ita collectus est, ut primum duo vel quinque cubica em. sanguinis ex vena jugulari externa detraherem, eaque subligata protinus carotidem aperirem, ut prima duo vel quinque cubica em. effluentia exciperem.* Da nun aber das Blut bekanntlich während desselben Aderlasses an Blutkörperchen ärmer wird, so musste das venöse Blut, schon weil es zuerst entzogen wurde, stärker färben, als das später entzogene arterielle. Bei kleineren Thieren, besonders Kaninchen, aber auch (besonders kleineren) Hunden ist in der That dieser Einfluss schon nach Entziehung von 2—5 Cubikzentimeter Blut kenntlich. Es ist also klar, dass der von Heidenhain gefundene Unterschied der Färbung durch arterielles und venöses Blut wenigstens übertrieben ist. Ueberdies ist er Heidenhain's eigenen Beobachtungen zufolge nicht constant, da er in ein Paar Fällen, trotz seines Verfahrens, das arterielle Blut ebenso stark färbend fand. Es dürfte sich denn hiermit wohl verhalten, wie mit der Verschiedenheit des Gehaltes des venösen und arteriellen Blutes an Blutkörperchen, an welchen das venöse Blut ebenfalls den meisten Analysen zufolge reicher, nach anderen aber ärmer gefunden wurde. Solche Schwankungen sind aber je nach der Verschiedenheit der Lebensfunctionen, namentlich je nachdem das Thier sich in der Verdauungsperiode befindet oder nüchtern ist, je nachdem es vorher ruhig war oder sich stark bewegte, sehr begreiflich. Es kann ferner kaum einem Zweifel unterliegen, dass das Venenblut, das aus den verschiedenen Organen zurück-

kehrt, und namentlich auch das Pfortaderblut mancherlei Verschiedenheiten des Gehaltes an Blutkörperchen wie an färbender Eigenschaft darbieten. Diese Verschiedenheiten sind aber wegen des mächtigen Einflusses der Blutentziehungen der Untersuchung so schwer zugänglich, dass wir bisher darüber, trotz der von Lehmann und Anderen auf diesen Punkt gerichteten Untersuchungen kaum irgend etwas Zuverlässiges wissen. Bei der Bestimmung der Blutmenge müssen wir daher von diesen Schwankungen und Verschiedenheiten um so mehr absehen, als wir das Mengenverhältniss des arteriellen, venösen und Pfortaderblutes zu einander nicht kennen. Indem wir also diesen Fehler bei der Bestimmung der absoluten Blutmenge, der von der Verschiedenheit des in den verschiedenen Abtheilungen des Gefässsystems befindlichen Blutes abhängt, als unvermeidlich ansehen müssen, können wir uns indess einerseits damit trösten, dass derselbe die Bestimmung der absoluten Blutmenge nicht wesentlich alteriren kann, andererseits aber damit, dass derselbe Fehler, bei gleichem Verfahren, sich immer in demselben oder sehr nahe zu demselben Verhältnisse wiederholen wird. Sofern es uns aber zunächst nur darauf ankommt, die Blutmengen unter einander vergleichen zu können, verdient dasjenige Verfahren den Vorzug, das in allen Versuchen am gleichmässigsten durchgeführt werden kann. Aus diesem Grunde habe ich es in allen folgenden Versuchen vorgezogen, immer das aus den Carotiden ausfliessende Blut zu sammeln und die erste Portion zur Darstellung des gequirten Blutes und zur Farbenprüfung in der sogleich zu besprechenden Weise zu verwenden. Denn wenn man zuerst Venen- und dann Arterienblut sammelt, so wird dadurch die Operation bald mehr bald weniger verzögert und dadurch werden die Veränderungen, die das Blut während der Verblutung erfährt, bald (bei langsamer Verblutung) grösser, bald (bei schnellerer Verblutung) geringer.

4) Heidenhain hat ein bestimmtes Volum Blut, mit einem bestimmten 500—1000fachen Volum Wasser verdünnt, als Probeflüssigkeit benutzt, um danach den Gehalt des blutigen, durch Auswaschen des Thieres erhaltenen Wassers an Blut zu bestimmen, und dann das Gewicht berechnet, indem er 1050 als die Mittel-

zahl für das specifische Gewicht des Blutes annahm. Die Schwankungen dieses specifischen Gewichts schlägt er so gering an, dass er die Grenzen des durch diese Uebersetzung von Volum in Gewicht entstandenen Fehlers nur auf etwa  $\frac{1}{2}$  pCt. anschlägt. In der That sind aber die Schwankungen des specifischen Gewichtes, die hier in Betracht kommen, grösser. Wie die vorhergehende Tabelle zeigt, kam, allerdings nach vorhergehenden Transfusionen, ein specifisches Gewicht von 1070 vor, und wie aus dem Folgenden hervorgeht, kann dasselbe auf 1031 sinken. In solchen Fällen würde der Fehler, der aus Benutzung der Mittelzahl hervorgeht, auf 2 pCt. steigen können, und Fehler von  $1 - 1\frac{1}{2}$  pCt. würden oft vorkommen. Die Herstellung einer solchen Mischung, die für die ganze Untersuchung als Normalflüssigkeit dient, hat aber noch andere Inconvenienzen. Es wird dadurch nämlich nöthig, die durch Auswaschen gewonnene Flüssigkeit zur variablen Grösse zu machen, da sie aber schon sehr verdünnt ist, muss man bedeutende Flüssigkeitsmengen dem Wasser zusetzen, um den rechten Farbenton zu treffen; dabei verändert man aber auch wesentlich die Flüssigkeitsmenge. Diese Schwierigkeiten, den rechten Farbenton herzustellen, werden noch grösser, wenn es sich im Folgenden herausstellt, dass man das Auswaschen nicht mit einem Male vollständig bewerkstelligen kann, also wiederholte Proben machen muss. Es wird ferner gegen Schluss der Arbeit der Farbenton der letzten Portionen so schwach, dass man die Normallösung weiter verdünnen muss. Endlich erleiden die mit Wasser verdünnten Flüssigkeiten beim Stehen an der Luft oft bald Veränderungen des Farbenton, die die Bestimmung unsicher machen. — Alle diese Schwierigkeiten und Fehlerquellen habe ich auf folgende Weise möglichst zu beseitigen gesucht: Die zuerst und rasch ausschlissende Blutportion wird in einem gewogenen, mit gut eingeschliffenem Stöpsel versehenen Glase aufgefangen und nach Verschluss des Gefässes tüchtig und anhaltend geschüttelt. Hierdurch wird der Faserstoff abgeschieden und im Schaum suspendirt. Man filtrirt nun rasch durch ein Stück reine und dichte Leinwand oder durch ein Atlasfilter in einen kleinen trockenen Kolben und presst den auf dem Filter zurückgebliebenen Faserstoff im zusammengelegten

Filter über dem Trichter aus, so dass man ihn mit nur wenig Blut und Blutkörperchen durchsetzt auf dem Filter zurückbehält und zur Faserstoffbestimmung verwenden kann. Das so gewonnene gequirlte Blut wird nun sowohl zur Bestimmung des festen Rückstandes und des specifischen Gewichts, als zur Farbenbestimmung benutzt, indem es jedesmal wenn es gebraucht wird, vorher so geschüttelt wird, dass die Blutkörperchen gleichmässig vertheilt werden. Bei der Bestimmung der Blutmenge des Waschwassers wird ein genau gemessenes Quantum desselben in das eine, vorher mit einem genau gemessenen Quantum Wasser versehene viereckige Gefäss gethan, und zwar so viel, als eben nöthig ist, um die ersten deutlich rothen Farbenton herzustellen. In das andere gleiche viereckige Gefäss wird dann genau eben so viel Wasser hineingethan, als die im anderen Gefäss befindliche Flüssigkeit ausmacht. Aus dem sehr gut verkorkten, genau gewogenen Kolben mit dem gequirlten Blute nimmt man mittelst eines in eine lange Capillare ausgezogenen, kleinen, pipettenartigen Röhrchens nach vorhergehendem Umschütteln Blut heraus und lässt es, unter fortwährendem Umrühren des Wassers mittelst eines Glässtäbchens, so lange tropfenweise in das Gefäss mit reinem Wasser hineinfließen, bis der Farbenton beinahe ganz genau erlangt ist. Den Rest des Blutes lässt man dann in das Kölbchen zurückfließen, spült die Capillarpipette noch in dem gefärbten Wasser aus und wägt das Kölbchen zurück. Die Gewichtsabnahme zeigt dann an, wie viel Blut in dem vorher abgemessenen Quantum des Waschwassers enthalten war. Das einzige Bedenken, das gegen dieses Verfahren erhoben werden könnte, wäre der Zweifel, ob die Menge der Blutkörperchen und also auch des Farbstoffs im gequirlten Blute der im ursprünglichen Blute vorhandenen einfach substituirt werden kann? Dieses würde bei vergleichenden Versuchsreihen nur dann bedenklich sein, wenn die Menge der Blutkörperchen durch die Abscheidung des Faserstoffs ungleichmässig, bald mehr, bald weniger, verändert würde. Dieses kann nun, wie ich früher \*) gezeigt habe, in der That geschehen, wenn

\*) Om Fibrinen i Almindelighed og om dens Coagulation i Särdeleshed. Inauguraldissertation af P. L. Panum. Kjöbenhavn, 1851.

die Abscheidung des Faserstoffs ungleichmässig erfolgt. Wenn man nämlich schnell quirlt, so wird das specifische Gewicht des geschlagenen Blutes ein wenig höher, wenn man langsam quirlt etwas niedriger, als das des ursprünglichen Blutes. Dieses beruht nicht, wie Polli und nach ihm Vogel meinten, auf einer Verschiedenheit des Faserstoffs (Parafibrin), sondern auf die Entfernung einer verschiedenen Menge der Blutkörperchen mit dem Faserstoff. Diese Unterschiede sind indess unter allen Umständen nicht grösser, als dass sie eine nicht sehr bedeutende Aenderung in den Tausendsteln des specifischen Gewichts veranlassen; bei dem angeführten gleichmässigen Verfahren sind die Differenzen aber so verschwindend klein, dass sie gar nicht in Betracht kommen können. Gewichtiger als die bisher besprochenen Bedenken könnten aber vielleicht folgende Zweifel erscheinen, die Heidenhain nicht näher berührt hat: a) Kann man in der That allen Blutfarbstoff des Körpers durch Auswaschen sammeln? b) Hat man nicht zu befürchten, dass die färbenden Eigenschaften des Blutfarbstoffs sich während des Auswaschens so verändern, dass dadurch die Bestimmung unsicher wird? c) Können nicht andere Farbstoffe des Körpers, der Gallenfarbstoff, Harnfarbstoff und der Farbstoff der Muskeln die Richtigkeit des Resultats beeinträchtigen?

Wenn man nur nach Welcker's und Heidenhain's An-  
gabe verfährt und das Auswaschen möglichst schnell und fleissig  
betreibt, bis das Wasser nicht länger durch die zerhackten Theile  
des Thieres gefärbt wird, so erlangt man in der That dadurch nicht  
die ganze Masse des Blutfarbstoffs, denn wenn man die das Was-  
ser nicht mehr kenntlich färbenden Theile mit Wasser übergossen  
24 Stunden stehen lässt, so wird das Wasser wieder ganz roth  
und dieses wiederholt sich mehrere Tage lang, wenn man jedes-  
mal die möglichst zerkleinerten Theile wieder und wieder mit  
Wasser so lange auswäschte, bis es nicht mehr im frischen Aufguss  
gefärbt erscheint, bis man endlich den Punkt erreicht, wo das  
Wasser auch nachdem es 48 Stunden mit den Theilen in Berüh-  
rung blieb, ungefärbt bleibt. Dieser letzte, nur durch mehrere  
Tage lang fortgesetztes Maceriren ausziehbare Theil des Blutfar-  
bstoffs, der besonders in den Knochen, auch wenn sie fein zerschnit-

ten waren, beim schnellen Auswaschen zurückbleibt, ist von Welcker und Heidenhain vernachlässigt worden und seine Menge beläuft sich nach meinen Versuchen zu 8—11 pCt. der Gesamtblutmenge. Ich habe daher das Auswaschen allerdings, wie Heidenhain räth, möglichst schnell bis zu dem Punkte betrieben, wo das Wasser nicht mehr kenntlich gefärbt wurde, sondern ganz klar blieb, wenn es aus den Theilen ausgepresst war, und ich habe die in diesem zuerst gewonnenen Quantum enthaltene Blutmenge so gleich bestimmt. Dann habe ich aber auch noch den nur durch Maceriren gewinnbaren Rest Tag für Tag gesammelt und die daraus durch neues Auswaschen erhaltenen Blutmengen in gleicher Weise bestimmt und erst dann die Operation als beendigt angesehen, wenn das Wasser noch nach 48stündiger Maceration keinen röthlichen Farbenton annahm. Diesem Umstande ist es zuzuschreiben, dass meine Zahlen durchgehends etwas höher aus gefallen sind, als die meiner beiden Vorgänger.

Die Befürchtung, dass die färbenden Eigenschaften des Blutfarbstoffs sich während des Auswaschens so verändern könnten, dass die Bestimmung dadurch unsicher würde, trifft natürlich besonders denjenigen Theil des Blutfarbstoffs, der nur durch Maceriren zu gewinnen ist. In dieser Beziehung haben aber schon die Versuche Welcker's bezüglich der Aechtheit und Haltbarkeit des Blutfarbstoffs im gequirlten Blute sehr beruhigende Resultate gegeben. Er fand nämlich, dass Wochen und Monate lang in einer wohl verschlossenen Flasche aufgehobenes gequirltes Blut seine färbenden Eigenschaften so wenig geändert hatte, dass die zu verschiedenen Zeiten gewonnenen Resultate fast genau innerhalb der gewöhnlichen Fehlergrenzen übereinstimmten. Für den Zeitraum etwa einer Woche kann ich diese Angabe, auf die von mir angestellten Controlversuche gestützt, durchaus bestätigen. Es fragte sich also nur noch, ob nicht die verdünnte Flüssigkeit, welche durch Maceriren des zerhackten Thierkörpers gewonnen war, in ihrer färbenden Eigenschaft veränderlicher sein sollte, als das gequirlte Blut? Um dieses zu prüfen, liess ich die durch Maceration der Reste zweier Hunde nach vorhergehendem möglichst vollständigen Auswaschen gewonnenen, blutig gefärbten Flüssigkeiten

vom 2. bis 9. November in verkorkten Flaschen, von den festen Theilen abgegossen, in einem warm gehaltenen Zimmer stehen, während die Kölbchen mit dem gequirlten Blute dieser Hunde an einem kalten Orte aufbewahrt wurden. Je 50 Ccm. dieser Flüssigkeiten wurden, schnell filtrirt und mit einer bestimmten Menge Wasser (etwa 600 Ccm.) verdünnt, in das eine viereckige Gefäss gethan, während das andere Gefäss eine der Summe dieses Wassers + den 50 Ccm. blutiger Flüssigkeit genau entsprechende Wassermenge enthielt. Es wurde diesem Wasser das gequirlte Blut bis zur möglichsten Farbengleichheit zugesetzt. Am 2. Novbr. waren für das Waschwasser des Hundes A 0,085 Grm., am 9. Novbr. aber 0,106 Grm. gequirltes Blut für die Herstellung der Farbe erforderlich, für das Waschwasser des Hundes B waren am 2. Novbr. 0,137 Grm., am 9. Novbr. 0,167 Grm. nötig. Es war also jedenfalls nicht weniger Blut am 9. als am 2. Novbr. erforderlich, sondern etwa 20 pCt. mehr, es war also kein Farbstoff verloren gegangen, wohl aber schien er etwas dunkler geworden zu sein. Danach würde also der durch Maceration gewonnene Blutfarbstoff ein etwas zu grosses Blutquantum anzeigen. Da aber dieser Fehler nur einen kleinen Theil der Gesamtblutmenge betrifft, so fällt er nicht schwer ins Gewicht. Selbst ein Irrthum von 20 pCt. für  $\frac{1}{10}$  der Gesamtblutmenge gibt für diese einen Fehler von 2 pCt. In Wirklichkeit kann er aber lange nicht so gross werden, weil die durch Maceration gewonnene Flüssigkeit niemals so lange stehen bleibt, sondern täglich nach dem Auswaschen bestimmt wird. Besonders wichtig ist es uns aber, dass das relative Verhältniss der färbenden Eigenschaften der von verschiedenen Thieren durch Maceration gewonnenen Flüssigkeiten fast ganz unverändert blieb. Das Färbungsvermögen des gequirlten Blutes des Hundes A verhielt sich nämlich früheren Versuchen zufolge wie 100 : 70 (Maximum) oder 100 : 63 (Minimum), im Mittel wie 100 : 66 und am 9. Novbr. wie 100 : 65,4; die blutige Macerationsflüssigkeit von A zu der von B verhielt sich bezüglich ihrer Färbung am 2. Novbr. wie 85 : 137 = 62 : 100, am 9. Novbr. aber wie 106 : 162 = 65 : 100. Man hat also keinen Grund, zu befürchten, dass die färbenden Eigenschaften des Blutfarbstoffes sich

während des Auswaschens so wesentlich verändern möchten, dass die Bestimmung dadurch unsicher würde. Dieses gilt sowohl von dem im gequirten Blute, als auch von dem durch möglichst schnelles Auswaschen und endlich auch von dem durch Maceriren erhaltenen Blutfarbstoff. Je schneller das Auswaschen vollständig erzielt werden kann, desto besser ist es natürlich, darum ist aber doch der nur durch Maceriren gewinnbare Anteil nicht zu vernachlässigen; frisch und schnell filtrirt hat auch er eine schöne Blutfarbe. Dahingegen ist es bemerkenswerth, dass die mit viel Wasser, wie es zur Herstellung einer Normallösung nöthig ist, versetzte blutige Flüssigkeit, sowie auch die durch reines Blut und vieles Wasser hergestellten Probeflüssigkeiten sich oft auffallend schnell entfärbten; wie mir scheint trägt hierzu der Kohlensäuregehalt des Wassers wesentlich bei. Es ist auch aus diesem Grunde nicht ratsam, sogleich bereitete und für die ganze Untersuchung anzuwendende Normallösungen zu benutzen, selbst wenn man in einem Tage fertig werden könnte, was aber Vorstehendem zufolge unmöglich ist. Wenn man die nur durch Maceration gewinnbare Blutmenge mit bestimmen will, so ist man aber durchaus darauf angewiesen, das Titriren mit dem gequirten, durch Rückwägung zu bestimmenden Blute auszuführen.

Das letzte Bedenken, das nun noch prinzipiell gegen die ganze Methode erhoben werden könnte, dass nämlich andere Farbstoffe des Körpers die Bestimmung des Blutfarbstoffes trüben könnten, hat in der That bei der ausserordentlichen Intensität des letzteren keine Bedeutung. Um diesen Einwurf zu prüfen und zu beseitigen, habe ich die auszuwaschenden Theile sortirt. Die Gallenblase habe ich vor der Zerstückelung immer entfernt, nachdem ich mich überzeugt hatte, dass ihre Häute, nach Entfernung der Galle mit Wasser behandelt, das Wasser nicht merklich färbten. Die Leber, Milz und Nieren habe ich, als die Organe, die noch am ersten fremden Farbstoff liefern könnten, für sich behandelt und gefunden, dass sie nach der ersten Behandlung verhältnissmässig nur sehr wenig und dann doch blutig gefärbten Farbstoff an das Wasser abgeben. — Auch die Muskeln habe ich für sich behandelt und mich überzeugt, dass ihre Färbung wesentlich von

dem in ihren Gefässen enthaltenen Blute herrührt, das sich ziemlich leicht auswaschen lässt, und dass sie danach auch bei der Maceration das Wasser nicht mehr merklich färben, obgleich sie einen sehr schwachen Farbenton dabei bewahren, den ich deshalb als den Muskelfasern eigenthümlich betrachte. — Ueberdies habe ich noch immer das Fell, das Gehirn und den Darmkanal jedes für sich behandelt. Das Fell habe ich nachdem es abgezogen war, mit der inneren Seite auf einen flachen mit Wasser gefüllten Teller ausgebreitet und durch Streichen und Drücken das wenige in den Gefässen enthaltene Blut entfernt, indem ich das Wasser möglichst vom Pelz abhielt, der immer ein wenig schmutzig ist; nur solehe Stücke von Pelz, die mit Blut verunreinigt worden waren, wurden natürlich anders behandelt, wie die übrigen Theile. Das frische Gehirn habe ich, in mittelgrosse Stücke zerschnitten, mit Wasser ausgezogen, bis es nicht mehr gefärbt wurde, weil die zerquetschte Hirnmasse sonst die ganze Flüssigkeit sehr trübe macht. Den Darmkanal endlich habe ich, nachdem das Mesenterium dicht am Darm abgerissen und nachdem der Inhalt durch Fortschieben zwischen zwei Fingern entleert war, zuerst an beiden Enden unterbunden, ab- und ausgewaschen, indem ich zugleich das Blut aus den Gefässen durch Streichen mit dem Skalpelstiel entfernte. Darauf habe ich ihn aufgeschnitten und in Wasser gelegt, dabei aber kaum merkliche Spuren von Blutfarbstoff gewonnen. Dieses Behandeln des Darms für sich schien mir nöthig zu sein, weil sonst die Einwirkung des in den Häuten enthaltenen Magen- und Darmsaftes vielleicht störend einwirken könnte.

Mit Rücksicht auf die vorstehenden Erörterungen kann man wohl nicht bezweifeln, dass die in angeführter Weise gewonnenen Resultate der Wahrheit absolut sehr nahe kommen, und dass sie, was die Hauptsache ist, unter einander jedenfalls vergleichbar sind.

Ich habe nun eine nach dieser Methode angestellte Versuchsreihe mitzutheilen, in welcher der Einfluss der Inanition auf die Blutmenge und auf die Zusammensetzung des Blutes, namentlich aber auf das Mengenverhältniss des Blutfarbstoffes und der rothen Blutkörperchen dargelegt wird.

5 junge Hunde, welche am 25. August 1861 von derselben Mutter geboren und bisher nur mit Milch gefüttert waren, wurden zunächst bezüglich ihres Gewichts untersucht. Alle waren ganz munter, nur von Flöhen und kleinen Spulwürmern geplagt. Es wurde ihnen am 15., 16., 17. und 18. October so viel Milch gegeben, als sie trinken mochten, und täglich ihr Gewicht bestimmt. Sie nahmen insgesammt täglich an Gewicht zu und zwar um 1—2,7 pCt. Am 18. Oct. wurden die kleinen Hunde III., IV und V ohne feste und flüssige Nahrung in den Observationskasten gesetzt, II bei der Mutter gelassen und gefüttert und I durch Verblutung getötet. Der Hund II wurde bis zum 25. Oct. normal ernährt und dann in gleicher Weise getötet. Der Hund III wurde in gleicher Weise nach 48stündiger completer Inanition geopfert. Der Hund IV ertrug die complete Inanition bis zum 25. Oct., da er (nach 7 Tagen) so schwach war, dass ein weiterer Aufschub unthunlich schien; seine Respiration war auf 7, sein Puls auf 38 in der Minute gesunken; er wurde daher am letztgenannten Tage in gleicher Weise behandelt wie seine Vorgänger. Der Hund V, der kräftigste unter allen, wurde vom 18.—21. Oct. der completen Inanition unterworfen, am 21sten wurden ihm aber 80 Grm. Milch gereicht und am 22sten, 23sten und 24sten täglich 40 Grm., welche Mengen, wie die Tabelle zeigt, vollkommen unzulänglich waren, um seinen fortschreitenden Gewichtsverlust zu verhindern; am 25. Oct. wurde er ebenso wie seine Vorgänger zur Bestimmung seiner Blutmenge und der Zusammensetzung seines Blutes verwandt. Ich habe die Resultate dieser Versuchsreihe in der anliegenden Tabelle zusammengestellt:

Uebersicht über den Einfluss der Inanition auf die Blutmenge und auf das Verhältniss der Blutbestandtheile in der zweiten Versuchsreihe (im Herbst 1862).

	I.	II.	III.	IV.	V.
	Normal gefüllt bis zum Tode am 18. Oct.	Normal gefüllt bis zum Tode am 25. Oct.	Complete Inanition vom 18. bis 20. Oct.	Complete Inanition vom 18. bis 25. Oct.	Complete Inanition vom 18. bis 25. Oct. (incomplete*)
Gewicht des Thieres in Grm. bei normaler Fütterung	am 15. Oct. - 16. - - 17. - - 18. -	770 790 800 825	1220 1245 1305 1270	1195 1200 1240 1228	1275 1305 1330 1380
Tagliche Gewichtszunahme des Thieres bei normaler Fütterung in pCt.	am 19. Oct. - 20. - - 21. - - 22. - - 23. - - 24. - - 25. -	2,3 - - - - - -	1,3 - - - - - -	1,0 - - - - - -	2,7 - - - - - -
Gewicht des Thieres bei normaler Fütterung, bei complete und bei incomplete Inanition	...	...	...	...	...
Totalverlust in pCt.	...	...	...	...	...
Endgewicht des Thieres beim Tode in Grm.	815 **)	1510 **)	1070	885	1090
				5,14 12,8	4,3 35,8
				1070	30,1 885
					4,090

Darminhalt in Grm.	19,5	50,2	- 47,2	45,4	12,25
Gewicht des darmreinen Thieres in Grm.	795	1459,8	1052,8	869,9	1077,5
Blutmenge, gewonnen bei der Verblutung und direct gewogen	57	73,4	65,3	47,2	67,4
Blutmenge, gewonnen durch Auswaschen vor und nach der Zerstückelung des Thieres, bis das Wasser nicht mehr gefärbt wurde.	14	34,20	23,67	16,53	20,37
Blutmenge, gewonnen durch Maceration des zerstückelten Thieres, bis das Wasser 48 Stunden lang ungefärbt blieb.		13,46 <sup>4</sup>		8,082	7,678
Gesamtblutmenge des Thieres.	71	120,764	88,97	71,812	95,448
Verhältniss der Gesamtblutmenge zum Körpergewicht des darmreinen Thieres.	0,088	0,082	0,084	0,082	0,088
Verhältniss der Gesamtblutmenge zum Körpergewicht des normal gefütterten Thieres (vor Anfang der Infektion), abgesehen vom Darminhalt.	0,087	0,080	0,064	0,052	0,061
Fester Rückstand in 1000 Gewichtsteilen gequirten Blutes.	104,39	109,7	123,34	113,82	152,97
Fester Rückstand in 1000 Gewichtsteilen Serum.	71,49	63,06	57,78	48,26	55,39
Differenz der festen Rückstände des gequirten Blutes und des Serums als Ausdruck für die Blutkörperchenmenge.	32,9	46,64	65,56	65,56	97,53
Specifisches Gewicht des gequirten Blutes.	1031,1	1033,06	1036,5	1035,4	1045,0
Specifisches Gewicht des Serums.	—	1021,8	1020,8	1017,8	1020,08
Differenz der spec. Gew. des gequirten Blutes und des Serums als Ausdruck für die Blutkörperchenmenge.	—	11,26	15,7	17,6	24,92
Faserstoff in 1000 Theilen Blut.	4,9	3,9	3,9	3,8	3,3

285

\*) Er erhielt am 21sten 80 Grm. Milch, am 22., 23. und 24. Oct. täglich 40 Grm. Milch.

\*\*) Das Thier hatte während der Verblutung 10 Grm. Harn entleert.

\*\*\*) Es entleerte bei der Verblutung 10 Grm. Harn.

Ich habe die unmittelbar gefundenen Einzelzahlen, aus welchen sich die procentischen Verhältnisse einfach berechnen, hier nicht mit aufgeführt, weil ich durch dreimaliges Nachrechnen aller Data die Sicherheit gewonnen habe, dass keine Rechenfehler eingelaufen sind. Die Bestimmungen der Blutmenge, sofern sie durch die Herstellung einer bestimmten Färbung ausgeführt wurden, sind in der Tabelle als Mittelzahlen sämmtlicher Versuche aufgeführt. Um indess die ungefähre Grösse der Fehlergrenzen zu übersehen, die bei dieser Methode vorkommen können, will ich hier noch anführen, wie die Resultate sich stellen, wenn einerseits sämmtliche Maxima, andererseits sämmtliche Minima in Rechnung gezogen und so sämmtliche Fehler addirt werden. Für den Hund I. ergab sich bei Benutzung und Addiren sämmtlicher Maxima 14,793, bei Benutzung sämmtlicher Minima 13,200 Grm., als die im Körper zurückgebliebene Blutmenge. Da 57 Grm. direct gesammelt wurden, ergibt sich demnach als Maximum der Gesamtblutmenge 71,793, als Minimum derselben aber 70,2 und da das darmreine Thier 795 Grm. wog, beträgt das Verhältniss der Blutmenge zum Körpergewicht im Maximum 90, im Minimum 88 pro mille.

Für den Hund II. ergab sich für die durch die Farbe bestimmte, im Körper bei der Verblutung zurückgebliebene Blutmenge bei Benutzung und Addiren sämmtlicher Maxima 50,417, bei Benutzung sämmtlicher Minima 44,875. Da 73,1 Grm. direct gesammelt wurden, so ergibt sich als Maximum der Gesamtblutmenge 123,517, als Minimum 117,975 Grm. Da das Gewicht des darmreinen Thieres 1459,8 Grm. betrug, so ergibt sich das Verhältniss der Blutmenge zum Körpergewicht im Maximum gleich 84, im Minimum gleich 80 pro mille des Körpergewichts.

Für den Hund III. berechnet sich die durch die Farbenbestimmung ermittelte Blutmenge bei Benutzung und Addiren sämmtlicher Maxima zu 24,68, bei Benutzung und Addiren sämmtlicher Minima zu 22,87. Da 65,3 Grm. direct gesammelt wurden, ergibt sich als Maximum der Gesamtblutmenge dieses Thiers 89,98, als Minimum 88,17. Da das darmreine Thier dabei 1052,8 Grm. wog, so ergibt sich als Verhältniss der Blutmenge zum Körpergewicht im Maximum 85, im Minimum 83 pro mille.

Für den Hund IV. ergaben sich 24,917 Grm. durch Benutzung und Addition sämmtlicher Maxima, 24,307 Grm. durch Benutzung und Addiren sämmtlicher Minima, als die im Körper zurückgebliebene und durch die Farbe bestimmte Blutmenge. Da 47,2 Grm. direct gesammelt wurden, so ergibt sich als Maximum der Gesamtblutmenge 72,117, als Minimum 71,507 Grm. und da das darmreine Thier 869,9 Grm. wog, ergibt sich als Verhältniss der Blutmenge zum Körpergewicht im Maximum 83 und im Minimum 81 pro mille.

Für den Hund V. wurde bei Berücksichtigung sämmtlicher Maxima 28,878, bei Berücksichtigung sämmtlicher Minima 27,098 Blut als im Körper bei der Verblutung zurückgeblieben durch die Färbung ermittelt. Da 67,4 Grm. direct ausgeflossen waren, so ergibt sich als Maximum der Gesamtblutmenge 96,278 Grm., als Minimum 94,498 Grm., und da das darmreine Thier 1077,75 Grm. wog, würde das Verhältniss der Gesamtblutmenge zum Körpergewicht 89 im Maximum, 87 im Minimum sein.

Zur Bezeichnung der relativen Blutkörperchenmenge habe ich mich in der Tabelle mit den Angaben einmal der einfachen Differenz des festen Rückstandes im gequirlten Blute und im Serum, und dann auch der einfachen Differenz des specifischen Gewichts des gequirlten Blutes und des Serums bedient. Ich habe nämlich schon in meinen Untersuchungen über die Transfusion etc. \*) bemerkt, dass diese Ausdrücke für die Bezeichnung der Unterschiede der Blutkörperchenmenge vollkommen genügen. Es erscheinen nur die Unterschiede im ersteren dieser Ausdrücke kleiner, als wenn man sie, wie Dumas, Andral-Gavaret und Bocquerel-Rodier es thaten, berechnet, indem man die Menge fester Serumtheile, welche auf das Wasser des gequirlten Blutes kommt, ausrechnet und diese Zahl von dem festen Rückstande subtrahirt. Aber auch diese Berechnung führt bekanntlich nicht zur wahren Zahl der trockenen Blutkörperchen, da man irrtümlich feste Serumtheile auch für das den Blutkörperchen eigenthümliche Wasser in Abzug bringt. Auch bei dieser Berechnung

\*) Virchow's Archiv Bd. XXVII. Hft. 3 u. 4. S. 273—275.

fallen die Grössen und ihre Differenzen somit wesentlich kleiner aus, als sie wirklich sind. Auch die Multiplication der so berechneten trockenen Blutkörperchen mit dem Schmidt'schen Coëfficienten 4, zur Angabe der Menge der feuchten Blutkörperchen, führt hier natürlich nicht zum absolut richtigen Resultat, weil das multiplizirte Quantum der trockenen Blutkörperchen ja viel kleiner ist, als das wirkliche. Es versteht sich von selbst, dass die von Scherer angewendete Methode, die trockenen Blutkörperchen aus der Differenz der trockenen Eiweissstoffe des Serums und des gequirten Blutes zu bestimmen, ebenso wenig zu einem absolut richtigen Resultate führen kann, und die nach dieser Methode gewonnenen Resultate haben für vergleichende Untersuchungen noch den Nachtheil, dass sie weniger zuverlässig sind, als die nach jener Methode erhaltenen, weil die Menge der Eiweissstoffe sich, auch bei Anwendung aller Cautelen, nicht mit derselben Schärfe bestimmen lässt, wie die der einfachen festen Rückstände. Bei Benutzung der Differenzen der specifischen Gewichte für die Blutkörperchenbestimmung hat Nasse \*) vorgeschlagen, die Differenz mit einem nach der Höhe des specifischen Gewichts des Serums und nach der Höhe der in Rede stehenden Differenz variablen Coëfficienten zu multipliciren, um die so gewonnenen Resultate mit den nach der Andral-Gavaret'schen Methode gewonnenen vergleichen zu können. Hierbei aber fallen die Resultate bei Anwendung der Nasse'schen Coëfficienten durchschnittlich viel zu hoch aus. — Die einzige Methode, die absolute Blutkörperchenmenge festzustellen, ist die von Vierordt zuerst angegebene Zählungsmethode, diese ist aber für vergleichende Untersuchungsreihen wegen ihrer Weitläufigkeit nicht geeignet. Dass aber für die Vergleichung der Blutkörperchenmengen in verschiedenen Blutproben derselben Thierart die in dieser und der vorhergehenden Tabelle angegebenen Differenzen vollkommen ausreichen, das wird durch die Uebereinstimmung der nach den verschiedenen Methoden gewonnenen Resultate vollkommen

\*) Archiv für wissenschaftliche Heilkunde von Vogel, Nasse und Beneke.  
1. Bd. 3. Hft. 1853.

ausser Zweifel gestellt. Wie weit die Uebereinstimmung reicht, ersieht man freilich erst, wenn man die Differenzen der festen Rückstände und die Differenzen der specifischen Gewichte des gequirten Blutes und des Serums, nach dem procentischen Verhältniss berechnet, einander gegenüberstellt. Alsdann findet man, dass die auf die eine oder andere Weise ermittelten Differenzen allerdings bald auf der einen, bald auf der anderen Seite etwas grösser ausfallen, woraus folgt, dass (was ja zu erwarten war) das specifische Gewicht der Blutkörperchen etwas variiert; aber die Unterschiede, welche nur einige wenige Procente betragen, sind so gering, dass sie für vergleichende Zwecke nicht in Betracht kommen.

Welcker hat bekanntlich vorgeschlagen, das Färbungsvermögen verschiedener Blutarten zu benutzen, um ihr verschiedenes Verhältniss an rothen Blutkörperchen zu ermitteln, indem man eine constante Farbenscala zu Grunde legte. Dieses letztere Erforderniss, dessen Herstellung nicht geringe Schwierigkeiten darbietet, fällt natürlich hinweg, wenn man die zu vergleichenden Blutarten neben einander hat und gleichzeitig bezüglich ihres Färbungsvermögens prüfen kann. Aber es bleibt dabei noch ein anderes Bedenken, indem man, wie Berlin es gethan, mit Recht die Frage aufwerfen kann, ob die Menge des Farbstoffs, die man ja nur bestimmt, in den Blutkörperchen denn immer dieselbe ist? Diese Frage muss man a priori und im Allgemeinen entschieden verneinen, da z. B. in der Leucocythämie das Verhältniss des Blutfarbstoffs in den Blutkörperchen ganz gewiss hinter der Norm zurückstehen wird. Es ist aber diese an sich interessante Frage über das Verhältniss der Menge des Farbstoffs zur Menge der Blutkörperchen offenbar der Untersuchung zugänglich, indem man vergleichende Versuchsreihen durchführt, in welchen man die verschiedenen, durch verschiedene Methoden zu erlangenden Ausdrücke für die Blutkörperchenmenge, mit den durch Vergleichung des Färbungsvermögens gewonnenen Verhältnissen zusammenstellt. Dieses habe ich beispielsweise für das Blut der Hunde II., IV. und V. durchgeführt. Durch Vergleichung der Differenzen der specifischen Gewichte des gequirten Blutes und des Serums ergibt sich als Ausdrücke für ihre Blutkörperchenmenge das Verhältniss:

$$11,26 : 17,6 : 24,92 \\ \text{oder } 46,9 : 73,3 : 100.$$

Durch Vergleichung der Differenzen der festen Rückstände des gequirten Blutes und des Serums ergibt sich als zweiter vergleichbarer Ausdruck für ihre Blutkörperchenmenge das Verhältniss:

$$46,9 : 65,56 : 97,58 \\ \text{oder } 47,8 : 67,2 : 100.$$

Die zur Herstellung derselben Farbennuance nöthigen Blutmengen verhielten sich

$$\begin{array}{ll} \text{in der ersten Versuchsreihe wie } & 0,381 : 0,247 : 0,182 \\ \text{in der zweiten wie . . .} & \underline{0,324 : 0,227 : 0,143} \\ \text{im Mittel wie . . .} & 0,705 : 0,474 : 0,325. \end{array}$$

Demnach verhielt sich die Menge des Blutfarbstoffs in diesen drei Blutarten wie 47,7 : 73,9 : 100.

Aus der grossen Uebereinstimmung dieser Resultate bei Bestimmung der relativen Blutkörperchenmenge und der relativen Menge des Farbstoffs folgt, dass das Verhältniss des Farbstoffs in den Blutkörperchen sich durch die Inanition nicht wesentlich verändert.

Nach diesen, die in der Tabelle enthaltenen Data erläuternden Bemerkungen haben wir nunmehr die Resultate unserer Untersuchung bezüglich des Verhaltens der Blutmenge und der Blutbestandtheile bei der Inanition etwas näher ins Auge zu fassen. Die in dieser Versuchsreihe gewonnenen Resultate stimmen nun aber so vollkommen mit denjenigen überein, welche wir in der ersten, nach einer anderen Methode angestellten Versuchsreihe erhielten, dass wir kein Bedenken tragen können, es zunächst als erwiesen hinzustellen:

dass weder das Verhältniss der Blutmenge zum Körpergewicht, noch das relative Verhältniss der wesentlichen Blutbestandtheile, namentlich aber der Blutkörperchen und des Faserstoffs, sich bei der completen Inanition in auffallender Weise verändert.

Die absolute Menge des Blutes nimmt allerdings während der Inanitionsdauer ab, aber nicht in einem stärkeren Verhäl-

nisse, als die Gesammtmasse des Körpers. In dieser Beziehung finden also die Resultate Valentin's und Heidenhain's ihre volle Bestätigung, während die entgegengesetzten Angaben von Chossat und Bidder-Schmidt sich als durchaus irrthümlich herausstellen und nur darauf beruhen, dass die von ihnen angewandten Methoden durchaus ungeeignet waren, diese Verhältnisse aufzuklären.

Diese relative Unveränderlichkeit der Blutmasse in ihrem Verhältnisse zum Körpergewicht bei der Inanition erhält aber erst ihre volle Bedeutung durch den hier geführten supplementären Nachweis, dass auch das relative Verhältniss der wesentlichen Blutbestandtheile bei der completen Inanition, selbst wenn das Wassertrinken den Hunden freigestellt ist, sich nicht in auffallender Weise verändert.

Dieses mit den gangbaren physiologischen und pathologischen Vorstellungen zum Theil in starkem Widerspruch stehende, wichtige Ergebniss ist von einer Tragweite, die sich bisher noch gar nicht absehen lässt.

Es folgt zunächst aus demselben, dass sich keinesweges die ganze Masse der festen Blutbestandtheile in einer solchen solidarischen Weise am Stoffwechsel betheiligt, wie man es sich oft vorstellt, und wie man es nach Chossat's und Bidder-Schmidt's Darstellungen meinen sollte. Die zur Gewebsnährung dienenden, vom Darm aufgenommenen Stoffe (das eigentliche Ernährungsmaterial), weilen hiernach vielmehr nur vorübergehend und in geringer Menge zur Zeit im Blute, ebenso wie der Sauerstoff, die Kohlensäure und der Harnstoff. Bei mangelnder Zufuhr muss die Anbildung der Gewebe, die sogenannte progressive Metamorphose, sehr bald stille stehen, da die Masse der festen Bestandtheile nicht in auffallender Weise verändert wird, also nicht direct das nötige Material hergeben kann. Das Blut in toto ist mithin nicht das Ernährungsmaterial selbst, sondern wesentlich nur das Transportmittel für dasselbe, oder ein Vermittlungsorgan für die Ernährung durch die vom Darm her aufgenommenen Stoffe.

Von der so angebahnten Auffassungsweise aus eröffnen sich

nun ferner neue Gesichtspunkte für manche höchst wichtige Fragen bezüglich des Stoffwechsels.

Wenn man nämlich, bei dieser Auffassungsweise, die oft, aber ohne Resultat ventilirte Frage über das eigentliche Ernährungsmaterial der Gewebe aufwirft, so scheint aus den vorliegenden Resultaten mit Sicherheit die Schlussfolgerung abgeleitet werden zu können,

dass weder die Blutkörperchen, noch der Fasermstoff das eigentliche Ernährungsmaterial sind, denn ihre Menge nimmt im Verhältnisse zum Körpergewicht nicht in einer solchen Weise ab, wie sie es müsste, wenn sie bei der Gewebsernährung als Material verbraucht würden.

Dahingegen macht die constant wahrgenommene, aber nicht sehr bedeutende Abnahme der Menge der festen Serumtheile und besonders der Summe der Eiweissstoffe des Serums es sehr wahrscheinlich,

dass ein gewisser Theil der im Serum enthaltenen Eiweissstoffe als das eigentliche Ernährungsmaterial zu betrachten ist.

In dieser Beziehung erlaube ich mir hier daran zu erinnern, dass im Serum mehrere verschiedene Modificationen der Eiweissstoffe vorkommen, über die ich früher mehrfache Mittheilungen gemacht habe \*). Ein nicht ganz constant vorkommender Theil derselben wird nur durch die Salze in Lösung gehalten und wird durch einfache starke Verdünnung des Blutes gefällt. Er ist dadurch charakterisiert, dass er in reinem Wasser unlöslich ist, sich aber in sehr verdünnten Lösungen neutraler Alkalosalze, so wie in sehr verdünnten Lösungen von Säuren und Alkalien sehr leicht löst. Beim Eintrocknen wird er zuerst sehr klebrig, oft grünlich und trocknet zuletzt zu einer glänzenden, firnissartigen Masse ein. Ein zweiter Theil der Eiweissstoffe des Serums wird durch Alkali in Lösung gehalten und daher, nach starker Verdünnung des Serums und nach Abscheidung jenes ersten Theils, durch

\*) Archiv für pathologische Anatomie etc. von Virchow und Reinhardt. III. Bd. 2. Hft., IV. Bd. 1. Hft. und IV. Bd. 3. Hft. — Bibliothek für Läger, Januar — April — Juni 1850.

Neutralisation mittelst einer Säure, selbst durch Kohlensäure, gefällt. Der so gefällte Eiweissstoff stimmt bezüglich seiner Leichtlöslichkeit in sehr verdünnten Lösungen von neutralen Alkalosalzen, Säuren und Alkalien, so wie in seinen Eigenschaften beim Eintrocknen mit jenem ersten Bestandtheil überein. Der dritte Theil der Eiweissstoffe des Serums, der die Hauptmasse derselben ausmacht, zeichnet sich dahingegen dadurch aus, dass er in destillirtem Wasser löslich, weder durch Verdünnung noch durch Neutralisation fällbar ist, dass er aber durch Kochen, nach Abscheidung der erstgenannten Eiweissstoffe vollständig gefällt wird. Er unterscheidet sich ferner von jenen dadurch, dass er beim Eintrocknen nicht klebrig und schliesslich nicht glänzend wird. Endlich unterscheidet sich derselbe von dem durch Verdünnung und Neutralisation gefallten Eiweissstoffe durch die Verschiedenheit der Asche, die beim Verbrennen zurückbleibt \*). Ich habe bei meinen früheren Mittheilungen über diese Stoffe die Vermuthung ausgesprochen, dass eben nur die erstgenannten Bestandtheile des Serums (das Serumcasein) das eigentliche Ernährungsmaterial abgeben, nicht aber der letztgenannte, durch Kochen fällbare, die Hauptmasse der Eiweissstoffe des Serums ausmachende Stoff (das Serumalbumin). Die constante, aber nicht sehr erhebliche Abnahme der Eiweissstoffe des Serums in den angeführten Versuchen fordert zu speciell auf diesen Punkt gerichteten Untersuchungen auf, und ich behalte mir nähere Mittheilungen über diese Frage vor. Es ist übrigens nicht unwahrscheinlich, dass das gleichzeitig in geringer Menge im Serum enthaltene Fett auch eine nicht un wesentliche Rolle bei der Ernährung spielt.

Ferner aber enthält das hier gewonnene Resultat der relativen Unwandelbarkeit des Blutes und seiner Bestandtheile, mit Ausnahme eines Theils der Eiweissstoffe des Serums, ein neues gewichtiges Argument für Bischoff's Auffassung bezüglich der nicht directen Beteiligung der Blutbestandtheile an der Harnstoffbildung.

Aber auch nach einer ganz anderen Richtung hin ist die Tragweite des oben angeführten Hauptergebnisses sehr gross. Es ist nämlich hiermit der erste Schritt gethan, um die absoluten

\*) Virchow's Archiv Bd. IV. Hft. 3. S. 426.

Veränderungen der Mengenverhältnisse der Blutbestandtheile festzustellen. Die quantitativen Blutanalysen können nämlich, wie schon oben erörtert wurde, hierüber nur alsdann Aufschluss geben und nur alsdann zu rationellen Indicationen benutzt werden, wenn man zugleich die Mengenverhältnisse der Gesamtblutmasse kennt. Die Unveränderlichkeit der Blutmenge in ihrem Verhältnisse zum Körpergewicht bei der completen Inanition, sowie die schnelle Wiederherstellung der normalen Blutmenge bei der künstlich, durch Transfusion bewirkten Ueberfüllung des Gefäßsystems lässt freilich nicht den Schluss zu, dass die Blutmenge bei verschiedenen Individuen derselben Art und bei demselben Individuum unter verschiedenen Lebenszuständen, im Verhältnisse zum Körpergewicht ganz oder nahezu constant sei. Gewisse individuelle und temporäre Schwankungen kommen ganz gewiss vor, und es sind noch viele specielle Untersuchungen nöthig, um die Grenzen dieser Schwankungen, z. B. vor und nach der Mahlzeit näher festzustellen, Untersuchungen, die insofern schwierig sind, als die individuellen Verschiedenheiten die temporären leicht verdecken werden, indem man die Blutmenge eines Thieres ja nur einmal bestimmen kann. In der überwiegenden Mehrzahl der Fälle ist es indess nach den vorliegenden Erfahrungen gewiss sehr wahrscheinlich, dass die Grenzen innerhalb deren die Blutmenge temporär schwankt ziemlich eng sind, indem Aufnahme und Ausscheidung, namentlich des Wassers, einander meist ziemlich das Gleichgewicht halten wird. Ganz ausnahmsweise z. B. während eines heftigen Choleraanfalls kann allerdings eine sehr erhebliche, dann aber eben durch die quantitative Blutanalyse kennliche Abnahme der Blutmenge eintreten. Insofern stellen die vorliegenden Untersuchungen der künftigen Bedeutung der quantitativen Blutanalysen ein viel günstigeres Horoskop, als man in neuester Zeit meist ihnen zu stellen geneigt war.

Indem wir somit dahin gelangt sind, den quantitativen Blutanalysen eine nicht geringe Bedeutung beizulegen, wenn nicht ganz besondere und ausnahmsweise, von der Inanition jedenfalls unabhängige Gründe vorliegen, eine Veränderung der Blutmenge zu vermuthen, so drängt sich uns der merkwürdige scheinbare Wider-

spruch auf, der darin liegt, dass die Blutkörperchenmenge bei der completen Inanition nicht vermindert ist, während sonst zahlreiche Erfahrungen dafür sprechen, dass schlecht ernährte Individuen doch ein an rothen Blutkörperchen armes Blut haben. In vielen Fällen, wo man der schlechten Ernährung die Armuth des Blutes an rothen Blutkörperchen zuzuschreiben pflegt, haben nun freilich gewiss abnorme oder ungewöhnliche Ausscheidungen, namentlich Eiterungen, Lactation u. dergl. wesentlichen Anteil an der Verarmung des Blutes gehabt und in anderen Fällen haben wohl neben der unvollständigen Nahrungszufuhr auch andere Entbehrungen, an frischer Luft, Wärme, Bewegung u. s. w. zur Abnahme der rothen Blutkörperchen beitragen können. Aber auch ohne solche Complicationen erklärt sich die Verarmung des Blutes bei oft wiederholter unvollkommener Nahrungszufuhr leicht, ohne mit den uns hier vorliegenden Erfahrungen im Geringsten in Widerspruch zu gerathen. Denn man muss wohl erwägen, dass auch bei der completen und acuten Inanition die absolute Blutkörperchenmenge doch wirklich und sehr bedeutend abgenommen hat, nämlich in etwa demselben Verhältnisse als das Gesammtkörperegewicht. Wenn nun die übrigen Gewebe oder einige stark ins Gewicht fallende Theile derselben, nachdem die zeitweilige Inanition aufgehört hat, sich schneller wieder anbilden und reproduciren, als die Blutkörperchen, so muss nach der Inanition, wenn wieder Nahrung in reichlicherer Menge zugeführt wird, ein Zustand eintreten, wo das Gesammtgewicht des Körpers einigermaassen wieder hergestellt ist und wo die mit dem Gesammtgewicht des Körpers ziemlich gleichen Schritt haltende Gesamtblutmasse ebenfalls einigermaassen ihr früheres Volumen wieder erlangt hat, wo aber das Blut an Blutkörperchen ärmer geworden ist, weil ihre Neubildung langsamer erfolgt, als die Wiederherstellung der Gesamtblutmasse des Körpers und des Blutes. Bei wiederholter Inanition wiederholt sich nun dieses Spiel oftmals und lange Zeit hindurch, und so erklärt sich die auf den ersten Blick so paradoxe Erscheinung, dass lange fortgesetzte incomplete Inanition auf die Blutkörperchen stark destruierend zu wirken scheint, während die Blutkörperchenmenge bei der einmaligen completen Inaniton in ihrem relativen

Verhältnisse zu den übrigen Blutbestandtheilen, sowohl als zum Körpergewichte ziemlich unverändert bleibt oder sogar steigen kann.

Wenn also, was wohl nicht zu bezweifeln ist, die öfter wiederholte und incomplete Inanition schliesslich doch den Gehalt des Blutes an rothen Blutkörperchen wesentlich herabsetzt, so ist Dieses doch jedenfalls nur eine secundäre Erscheinung, und die wesentlichen Symptome der Inanition sind weder vom Mangel an Blut, noch von einer Verdünnung des Blutes und einer Verarmung desselben an rothen Blutkörperchen abhängig, sondern wesentlich von der Schwächung der Kräfte des Nerven und Muskelsystems und des Kreislaufs, welche eintritt, weil der sonst vom Darmkanal aus durch das Blut gleichsam hindurchgehende Strom des Ernährungsmaterials für diese Gewebe ausbleibt.

Es versteht sich hiernach von selbst, dass einem Verhungenden durch Transfusionen nicht zu helfen ist, sondern dass man durch dieselbe seinem Organismus nur neue Schwierigkeiten bereitet, indem man bewirkt, dass er zuerst wirklich plethorisch wird, während späterhin ein an Blutkörperchen zu reiches Blut durch seine Adern fliessst. Man versetzt ihn also durch die Transfusion in einen kranken Zustand, den man nur durch einen Aderlass vielleicht wieder verbessern könnte.

---

## X.

### Zur Diagnose der Herzbeutelverwachsungen.

Von Prof. Dr. N. Friedreich in Heidelberg.

---

In meinem Handbuche der Herzkrankheiten (Virchow's spec. Path. u. Therapie, V. Bd. 2. Abth, 1861 S. 262 Note) habe ich auf eine eigenthümliche Erscheinung an den Halsvenen aufmerksam gemacht, welche als ein neues Zeichen für die Diagnose der Herzbeutelverwachsungen gedeutet werden zu können schien. Freilich fehlte mir damals noch die Probe für die Wahrheit der ausge-