

Untersuchungen über das Blut neugeborener Thiere.

Von

Dr. Hugo Winternitz.

(Aus dem physiol.-chem. Institut in Strassburg und dem hygien. Institut in Berlin.)
(Der Redaction zugegangen am 10. Oktober 1896.)

Die Thatsache, dass das Blut des Neugeborenen auffallend reich an Hämoglobin und festen Stoffen ist, wurde wiederholt festgestellt. Namentlich hat Leichtenstern die genannten Verhältnisse in ihrem Verlauf nach der Geburt verfolgt und kommt zu dem Schluss, dass das Blut gesunder Neugeborener reicher an Blutfarbstoff ist, als das Blut irgend einer späteren Lebensperiode. Dieser Hämoglobinreichtum des Neugeborenenblutes sinkt in den ersten Lebenswochen ziemlich rasch so, dass der Farbstoffgehalt des Blutes 10—12 Wochen alter Kinder bereits bei den dem erwachsenen Alter zukommenden Mittelwerthen anlangt¹⁾.

Analog scheinen sich die Verhältnisse bei neugeborenen Hunden zu gestalten, soweit das vorliegende Untersuchungsmaterial allgemeine Schlüsse zulässt.

Panum fand im Blut zweier neugeborenen Hunde, und zwar unmittelbar nach der Geburt, 19,26 und 22,8% feste Stoffe, im mütterlichen Blut 13,8%. Ein weit später, nämlich im Alter von 7 Wochen und 2 Tagen, untersuchtes Junge desselben Wurfes wies in seinem Blut nur 13,2% feste Stoffe auf. Der Blutfarbstoffgehalt im Blute des Neugeborenen verhielt sich zum mütterlichen wie 96—100 : 53 (durch die Ver-

¹⁾ «Untersuchungen über den Hämoglobingehalt des Blutes in gesunder. und kranken Zuständen» von O. Leichtenstern, Leipzig 1878, S. 30.

gleichung der Färbekraft beider Blutarten ermittelt¹⁾. In Uebereinstimmung damit stehen die Blutkörperchenzählungen von Poggiale²⁾. Er fand im Blut einer alten Hündin 12,6% Blutkörperchen:

bei einem 1 Stunde alten Hündchen	.	16,5	%.
» » 24 » » »	.	16,3	»
» » 48 » » »	.	15,8	»

Subbotin³⁾ und Forster fanden im Blute zweier noch saugender 4 Wochen alter Hunde einen Hämoglobingehalt von 3,31 und 3,53%, bei älteren Hunden 13,8%.

Man wird zugeben, dass das thatsächliche Material, welches vorliegt, nicht gross ist. An systematischen Untersuchungen, namentlich solchen, welche direkt den Hämoglobingehalt feststellen, fehlt es. Es erschien nicht unwichtig, nach dieser Richtung hin die Untersuchung der Frage neuerdings aufzunehmen, wobei an einem grösseren Material und insbesondere an Hunden desselben Wurfes die Hämoglobinbestimmungen vorgenommen wurden, um ein vollständiges Bild von dem Ablauf der Blutveränderungen in den ersten Lebenswochen zu gewinnen. Bestimmend war auch der Umstand, dass uns in der colorimetrischen Doppelpipette von Hoppe-Seyler ein Instrument zu Gebote steht, welches in befriedigender Weise die absolute Hämoglobinmenge im Blut in Gewichtsprocenten festzustellen gestattet. Neben der Ermittlung des Hämoglobingehaltes wurde der Bestimmung des Trockenrückstandes im Blut volle Aufmerksamkeit geschenkt. Es lassen sich aus dem Trockenrückstand des Blutes im Zusammenhalt mit dem Hämoglobingehalt mancherlei Schlüsse über das gegenseitige Verhältniss fester und flüssiger Bestandtheile im Blute ziehen, worauf ich noch zurückkommen werde. Die Vornahme gleichzeitiger Blutkörperchenzählungen erwies sich für einen Untersucher auf die Dauer als nicht durchführbar.

¹⁾ Panum, Die Blutmenge neugeborener Hunde u. s. w. Vitchow's Arch., Bd. XXIX, S. 484 ff.

²⁾ «Composition du sang des animaux nouveau-nés», Comptes rendus 1877, T. 25, S. 200.

³⁾ V. Subbotin, Mittheilungen über den Einfluss der Nahrung auf den Hämoglobingehalt des Blutes. Zeitschr. f. Biologie, Bd. VII, S. 185.

An die Untersuchung des Blutes neugeborener Hunde schlossen sich analoge Untersuchungen bei neugeborenen Katzen und Kaninchen an. Ehe die Versuche selbst mitgetheilt werden, mögen noch einige Bemerkungen über die Art der Untersuchung Raum finden.

Die Bestimmungen des Hämoglobingehaltes mittelst der colorimetrischen Doppelpipette (mit Albrecht'schem Würfel) wurden nach den von Hoppe-Seyler¹⁾ und an anderer Stelle²⁾ mitgetheilten Grundsätzen ausgeführt. Da das zur Bestimmung verwendete Blut nicht dem Volumen nach gemessen, sondern gewogen wurde, bezieht sich der jeweils angegebene Hämoglobingehalt auf 100 gr. Blut, berechnet unter Zugrundelegung des in 100 cbcm. der Normallösung enthaltenen aschefreien Hämoglobins. Als Normallösung diente eine Hämoglobinlösung, die ich im Winter 1894/95 angefertigt hatte. Sie enthielt in 100 cbcm. 1,8004 gr. Hämoglobin. Von dieser Stammflüssigkeit — zu ungefähr 6 cbcm. in kleinen an beiden Enden zugeschmolzenen Glasröhrchen aufbewahrt — wurden je 4 cbcm. mit 20 cbcm. Wasser versetzt bzw. 5 cbcm. mit 25 cbcm. Wasser, so dass die Verdünnung immer im Verhältniss von 1 Theil Stammflüssigkeit zu 5 Theilen Wasser erfolgte. Diese zur colorimetrischen Bestimmung geeignete Lösung enthielt in 100 cbcm. 0,3 gr. reines Hämoglobin. Eine solche mit CO neuerdings gesättigte Lösung bleibt im Sommer etwa 3 Tage vollkommen unverändert, im Winter 8 Tage und wohl noch länger. Die Haltbarkeit ist jedenfalls nicht sehr gross.

In den Fällen, wo gleichzeitig der Gehalt des Blutes an Trockensubstanz ermittelt wurde, entnahm ich das Blut den grossen Halsgefässen. Nachdem die Haut in der Medianlinie des Halses durchtrennt und zurückpräparirt war, wurden Carotis und Jugularis einer Seite in die Pincette gefasst und

¹⁾ Hoppe-Seyler und Thierfelder, Handbuch d. physiol.-chem. Analyse, 1893, S. 415.

²⁾ H. Winternitz, Zeitschr. f. physiol. Chem., Bd. XXI: «Ueber die Methode der Blutfarbstoffbestimmung mit Hoppe-Seyler's colorimetr. Doppelpipette», S. 468, und R. v. Limbeck, Grundriss einer klinischen Pathologie des Blutes, Jena 1896, S. 38.

durchschnitten. Die ersten Antheile des ausfliessenden Blutes lieferten die zur Bestimmung nöthigen Proben. Im Uebrigen floss das Blut in eine untergehaltene, vorher gewogene Platinschale, bis 2—4 ccm. darin aufgefangen waren. Es ist auch hier zweckmässig, nur die ersten Antheile des aus den grossen Gefässen ausfliessenden Blutes zur Trockenbestimmung zu verwenden, weil die übereinstimmenden Angaben der Autoren dahin lauten, dass gegen Schluss des Verblutungstodes die Zusammensetzung bezw. der Wassergehalt des Blutes Aenderungen erfährt. Ganz besonders ist dies bei kleinen Thieren zu beachten, von denen Panum, Gscheidlen¹⁾ und andere gezeigt haben, dass schon geringe Blutentziehungen eine Aenderung in der Zusammensetzung des restirenden Blutes bewirken.

Zur Hämoglobinbestimmung wurden mittelst Pipette drei Blutproben in die bereitgestellten Gläschen eingebracht. Mit jeder dieser Blutlösungen konnten natürlich mehrere colorimetrische Bestimmungen ausgeführt werden. Die in den Tabellen angeführten Zahlen sind das Mittel aus den Hämoglobinbestimmungen in den drei unter verschiedenen Bedingungen hergestellten Blutlösungen. Um ein Beispiel zu geben:

1. 0,2177 gr. Blut im Hoppe-Seyler'schen Messcylinderchen zu 5 ccm. aufgefüllt. Zu 2 ccm. dieser Blutlösung müssen bis zur Uebereinstimmung mit der 0,3 proc. Normalflüssigkeit noch 1,0 ccm. Wasser zugesetzt werden: Hämoglobingehalt = 10,33 %.
2. 0,1529 gr. Blut zu 5,4 ccm. aufgefüllt, erweisen sich im Colorimeter als identisch mit der Normallösung: Hämoglobingehalt = 10,59 %.
3. 0,9998 gr. Blut im 25 ccm. Kölbchen bis zur Marke mit Wasser aufgefüllt. Zu 2 ccm. müssen noch 0,8 ccm. Wasser zugesetzt werden: Hämoglobingehalt = 10,50 %.

Mittel = 10,47 % Hämoglobin.

Die Vornahme von drei derartigen Bestimmungen ist für alle Fälle zweckmässig. Ein kleines Versehen kann eine Bestimmung unbrauchbar machen, unangenehme Zufälle, nicht

¹⁾ Gscheidlen: «Bemerkungen zu der Welker'schen Methode der Blutbestimmung und der Blutmenge einiger Säugethiere». Archiv f. d. ges. Physiolog., 1873. S. 540.

vollständige Lösung der Blutprobe, theilweise Gerinnung und ähnliches mehr, können bei einer Probe ein sehr abweichendes Resultat ergeben, dann werden wenigstens die beiden anderen Proben gute Uebereinstimmung zeigen. In den meisten Fällen ist übrigens bei allen drei Proben die Uebereinstimmung eine genügende.

In denjenigen Fällen, wo, ohne Bestimmung der Trockensubstanz, nur sehr wenig Blut entzogen werden sollte, um nach Ablauf einiger Zeit die Bestimmung des Hämoglobingehaltes beim selben Thier wiederholen zu können, wurde das Blut der Vena saphena am Oberschenkel entnommen, und die kleine Hautwunde durch ein paar Knopfnähte geschlossen. Aus den Venen der Bauchhaut oder des Ohres erhält man bei neugeborenen Hunden nicht die genügende Menge Blut.

Ueber den Hämoglobingehalt des Blutes in den verschiedenen Gefässprovinzen des Körpers gingen die Ansichten bislang auseinander. Cohnstein und Zuntz¹⁾ haben die Frage einer neuerlichen Prüfung unterzogen und kommen in Uebereinstimmung mit v. Lesser zu dem Schluss, dass die Zahl der Blutkörperchen in der Volumeinheit der Flüssigkeit in allen grösseren Gefässstämmen zu gleicher Zeit nicht nachweisbar verschieden sei. Dagegen ergab ihre Untersuchung die Möglichkeit einer ungleichen Vertheilung der Blutkörperchen in den verschiedenen Kapillarbezirken, bedingt durch vasomotorische Einflüsse. Auch mit Rücksicht darauf dürfte die bei den Versuchen geübte Art der Blutentnahme den thatsächlichen Verhältnissen am meisten Rechnung tragen. Bei Aufnahme der Versuche hatte ich die Absicht, in jedem Falle auch gleichzeitig Hämoglobinbestimmungen mit dem Hämometer von Fleischl vorzunehmen. Zu diesem Zweck entnahm ich das Blut — ehe die andere Untersuchung in Angriff genommen wurde — durch Einstich in die fleischigen Ballen der Pfote mittelst des von Laker angegebenen Stech-

¹⁾ J. Cohnstein und Zuntz: « Untersuchungen über den Flüssigkeitsaustausch zwischen Blut und Gewebe etc. ». Archiv f. d. ges. Physiologie, Bd. 42, S. 303.

apparates. Oft genug war die Hämoglobinbestimmung nicht möglich, weil die Scala für den hohen Farbstoffgehalt nicht ausreichte, auch zeigten die Differenzen gegenüber der Bestimmung mit der colorimetrischen Doppelpipette keine Constanz. Im Allgemeinen ergaben die mit dem Hämometer ermittelten Werthe einen um 2—3% niedrigeren Hämoglobingehalt. Ich habe späterhin auf die Bestimmungen mit dem v. Fleischl'schen Hämometer verzichtet¹⁾. Eine gute Controlle für die gefundenen Hämoglobinmengen geben übrigens die gleichzeitig vorgenommenen Bestimmungen der Trockensubstanz im Blut.

Den Herren Prof. Thierfelder in Berlin und Dr. D. Gerhardt in Strassburg bin ich für Zuwendung von Untersuchungsmaterial zu besonderem Dank verpflichtet.

I. Abschnitt.

Der Hämoglobingehalt und Trockenrückstand im Blute neugeborener Hunde, Katzen und Kaninchen.

Capitel I.

Das Blut neugeborener Hunde.

I. Versuchsreihe. Eine 12 kgr. schwere Hündin, deren Blut am Ende der Schwangerschaft einen Hämoglobingehalt von 14,08% aufwies, warf am 31. Mai 1895 Morgens (die genaue Zeit war nicht feststellbar) sieben Junge. Ich bezeichne die Jungen fortlaufend mit den Ziffern 1—7.

Mutterthier: 13,80% Hämoglobin.

1.	am 31. Mai	12 Uhr	Vorm.:	18,49%	Hämoglobin.
2.	am 1. Juni	4 »	Nachm.:	20,51 »	»
3.	am 4. »	9 »	Vorm.:	16,48 »	»
4.	am 4. »	4 »	Nachm.:	13,81 »	»
5.	am 5. »	10 »	Vorm.:	13,82 »	»
6.	am 5. »	4 »	Nachm.:	11,27 »	»
7.	am 8. »	10 »	Vorm.:	12,83 »	»

Die Hündchen 2, 3 und 4 an den nachfolgenden Tagen abetmals untersucht, wobei das Blut den Halsgefässen entnommen wurde, unter gleichzeitiger Bestimmung des Trockenrückstandes im Blute.

¹⁾ Die in Klammern aufgeführten Zahlen sind mit dem v. Fleischl'schen Hämometer ermittelt und unter der Annahme berechnet, dass der Theilstrich 100 der Scala 14% Hämoglobin entspricht.

Die Wunde am Schenkel bei Allen glatt geheilt, die Thiere gut genährt und sehr munter.

	‰ Hämoglobin.	‰ Trockenrückstand.
2. am 8./VI., 8 Tage alt	12,33	14,17
3. am 14./VI., 14 Tage alt	10,35 (8,60)	13,98
4. am 10./VII., 6 Wochen alt	13,71	16,73

II. Versuchsreihe. Kleine Hündin wirft am 14. Juni Abends, zwischen $\frac{1}{2}$ 8 und $\frac{1}{2}$ 9 Uhr, vier Junge. Der Hämoglobingehalt des mütterlichen Blutes, am Tage nach der Geburt bestimmt, beträgt 12,35 ‰.

	‰ Hämoglobin.	‰ Trockenrückstand.
1. höchstens 1 Stunde alt	18,86	20,60
2. ca. 20 Stunden alt	16,23	17,83
3. ca. 60 » alt	15,08 (12,25)	18,36
4. ca. 12 Tage alt	12,09 (10,85)	16,83

III. Versuchsreihe. Dienstag, den 2. Juli, werden vier Hündchen ins Institut gebracht, welche angeblich 2 Tage vorher geworfen worden waren. Junges 1 wurde sofort untersucht, von den übrigen Hündchen verblieb eines (4.) bis zum 6. Juli bei der Mutter, während 2 und 3 dem noch in der Lactation befindlichen Institutshund überantwortet wurden, der sie willig säugte.

	‰ Hämoglobin.	‰ Trockenrückstand.
1. im beiläufigen Alter von 2 Tagen	14,06	17,12
2. » » » 3 »	16,80 (14,7)	20,07
3. » » » 3 »	17,72 (12,6!)	—
4. » » » 6 »	9,61	13,51

IV. Versuchsreihe. Kräftige Hündin wirft am 10. Juli zwischen 7 und 8 Uhr Morgens 6 Junge, wovon mir zwei zur Verfügung stehen. Junges 1 wird am selben Morgen um 11 Uhr verwendet, 2 verbleibt noch 6 Tage bei der Mutter.

1. 4 Stunden alt: 18,03 ‰ Hämoglobin und 20,94 ‰ fester Rückstand.
2. 6 Tage alt: 10,47 » » » 15,37 » » » »

Die noch folgenden Versuchsreihen wurden namentlich im Hinblick auf Gesamtblut- bzw. Hämoglobinbestimmungen

unternommen, wovon später noch ausführlich die Rede sein wird. Hier sollen zunächst nur die auf den procentischen Hämoglobingehalt des Blutes bezüglichen Daten Raum finden. Das Blut wurde den grossen Halsgefässen entnommen, Trockenbestimmungen waren wegen der Vornahme der Gesamtblutbestimmungen nicht gut durchführbar.

V. Versuchsreihe. Hündin, $6\frac{1}{2}$ Kgr. schwer, wird Freitag, den 4. October, ins Institut gebracht. Nach Angabe des Hundezüchters ist die Geburt für den 9. October zu erwarten. Es war beabsichtigt, den Hund am 8. October früh zu laparatomiren, um die vollkommen ausgetragenen Föten zu untersuchen. Der Hund war Freitag Abend sehr munter und machte keineswegs den Eindruck eines hochträchtigen Thieres. Samstag, den 5., früh fanden sich 3 Junge vor. Es ist anzunehmen, dass die Geburt um einige Tage früher erfolgt ist, als beim Verbleiben des Mutterthieres in seiner gewohnten Umgebung zu erwarten stand.

Mutterthier nach der Geburt (Blut der Ohrenvene entnommen)
9,26 % Hämoglobin.

1. am 5. October Vorm., $\frac{1}{2}$ Tag alt: 13,84 % Hämoglobin.

Der Hämoglobingehalt von 13,8 % ist immerhin erheblich grösser als der im mütterlichen Blute gefundene, erscheint aber niedrig im Vergleich zu den sonst für dieses Alter festgestellten Werthen. Um zu sehen, ob es sich bloss um einen vereinzelt Befund handelt, wurde am selben Vorm. das 2. Junge untersucht, das nur um 2 gr. mehr wog als 1. Das Blut wurde einer Vena saphena entnommen.

2. am 5. October Vorm., ca. 12 Stunden alt: 14,30 % Hämoglobin.

3. am 14. October, 10 Tage alt: 9,00 % Hämoglobin.

VI. Versuchsreihe. Grosse Hündin wirft Montag, den 21. October im Lauf des Nachmittags 14 Junge, wovon mir 8 Junge zur Verfügung standen, von denen jedes unmittelbar vor der Untersuchung ins Institut gebracht wurde.

	% Hämoglobin.	% Trockenrückstand.
1. am 22./IX. etwa 20 Stunden alt . . .	17,86	—
2. am 22./IX. » 20 Stunden alt . . .	16,50	18,48
3. am 23./IX. » 2 Tage alt . . .	13,03	—
4. am 24./IX. » 3 Tage alt . . .	12,35	—
5. am 24./IX. » $3\frac{1}{2}$ Tage alt . . .	12,73	15,87
6. am 25./IX. » $4\frac{1}{2}$ Tage alt . . .	13,71	—
7. am 25./IX. » $4\frac{1}{2}$ Tage alt . . .	13,96	15,68
8. am 28./IX. » 7 Tage alt . . .	8,50	—

Die Zusammenstellung gibt ein genügendes Bild von den Aenderungen, welche der Hämoglobingehalt im Blut neugeborener Hunde im Lauf der ersten Lebenstage und Wochen erfährt. Die Thatsache, dass der Hämoglobingehalt unmittelbar nach der Geburt am höchsten ist, gilt ohne Ausnahme. Individuelle Schwankungen kommen vor, namentlich scheint die Steilheit der Curve, die Höhe, mit der sie einsetzt, und der Grad zu dem sie absinkt, in Beziehung zu stehen zum Hämoglobingehalt im Blute des Mutterthieres. Leider war es mir nicht in allen Fällen möglich, das Blut der Mutter zu untersuchen. Ueber das Verhalten des Hämoglobins im Blute der Mutterthiere werden später noch einige Angaben folgen.

Eine andere Frage, deren Beantwortung aus den mitgetheilten Bestimmungen möglich erscheint, ist das Verhältniss, in welchem die Hämoglobinmenge im Blute neugeborener Hunde zum Trockenrückstand bezw. Wassergehalt steht und sie beansprucht um so grössere Beachtung, weil bei dem raschen Absinken der Hämoglobincurve ein parallel gehendes Absinken der festen Bestandtheile bezw. Ansteigen des Wassergehaltes für eine einfache Concentrationsänderung sprechen würde, die durch Wasserabgabe und -Aufnahme des Blutes — gleichgiltig durch welche Umstände sie bedingt ist — eine genügende Erklärung fände.

Der absolute Wassergehalt des Blutes lässt sich kaum ermitteln, weil das Blut sein Wasser erst bei 110° vollständig abgibt, wobei aber schon gleichzeitig flüchtige Producte entweichen¹⁾. Man kann sich leicht überzeugen, dass man auf diese Weise kaum je zu einem constanten Gewicht kommt. Vergleichbare Resultate lassen sich also nur erwarten, wenn man bei den Trockenbestimmungen durchaus gleichartig verfährt. Das Blut wurde zu 2 - 3 ccm. in grossen Platinschalen²⁾ mit Deckel gewogen, dann 20 Stunden hindurch im Thermostaten bei 110° Grad erhalten und nach dem Erkalten über Schwefelsäure wieder gewogen.

¹⁾ R. Neumeister, Lehrb. d. physiol. Chemie II, Jena 1895, S. 129

²⁾ Noch besser verwendet man sehr flache Wägegäschchen mit aufgeriebenem hohlen Deckel, sog. Extractgläschchen.

Die nachfolgende Tabelle gibt eine Uebersicht über die Verhältnisse von Hämoglobin, festen Bestandtheilen und Wasser.

Bezeichnung.	% Hämoglobin.	% feste Stoffe.	% Wasser.	Hämoglobin: feste Stoffe.	Hämoglobin: Wasser.
1.	18,86	20,60	79,40	1 : 1,092	1 : 4,20
2.	18,03	20,94	79,06	1 : 1,161	1 : 3,77
3.	16,80	20,07	79,93	1 : 1,194	1 : 4,80
4.	16,50	18,48	81,52	1 : 1,120	1 : 4,94
5.	16,23	17,83	82,17	1 : 1,098	1 : 5,06
6.	15,08	18,36	81,64	1 : 1,217	1 : 5,41
7.	14,06	17,21	82,79	1 : 1,224	1 : 5,88
8.	13,96	15,68	84,32	1 : 1,123	1 : 6,04
9.	13,71	16,73	83,27	1 : 1,220	1 : 6,07
10.	12,33	14,17	85,83	1 : 1,149	1 : 6,96
11.	12,09	16,83	83,17	1 : 1,392	1 : 6,87
12.	10,47	15,37	84,63	1 : 1,468	1 : 8,08
13.	10,35	13,98	86,02	1 : 1,351	1 : 8,31
14.	9,61	13,51	86,49	1 : 1,405	1 : 9,00

Die Betrachtung der Tabelle ergibt, dass das Verhältniss von Hämoglobin und Wasser eine durchaus proportionale Aenderung erfährt, ohne dass die Abnahme des Hämoglobingehaltes der Abnahme des Trockenrückstandes vollständig entspricht. Nimmt man z. B. aus 1 und 2 einerseits und aus 13 und 14 andererseits das Mittel, so erhält man aus 1 und 2: 18,95% Hämoglobin, denen 79,23% Wasser und 20,77% Trockenrückstand entsprechen, aus 13 und 14 aber 10,41% Hämoglobin, denen 14,67% feste Stoffe und 85,33% Wasser entsprechen, während bei proportionaler Aenderung dem Hämoglobingehalt von 10,41% ein Trockenrückstand von nur 11,71% entsprechen würde. Daraus kann man schliessen, dass, um den thatsächlichen Abfall des Hämoglobingehaltes zu erklären, die statthabende Wasserzunahme allein nicht ausreicht und vermuthlich noch andere Momente wirksam sind: als solche kämen Zerfall rother Blutkörperchen und Zunahme der festen Bestandtheile im Plasma in Betracht. Für diese letzte Annahme scheint eine andere Betrachtungsweise zu sprechen, die man an die gefundenen Verhältnisszahlen für Hämoglobingehalt und Trockenrückstand anknüpfen

kann, allerdings unter Zuziehung eines Hilfsfactors. Dass übrigens auch der erstgenannte Umstand zweifellos wirksam ist, wird im zweiten Abschnitte gezeigt werden.

Holbeck¹⁾ hat im Laboratorium von Hoppe-Seyler eine Analyse von Hundeblood ausgeführt und das Verhältniss der festen Stoffe zum Wasser in den rothen Blutkörperchen mit 3 : 4 festgestellt. Unter Zugrundelegung dieser Verhältnisszahl — Blutkörperchenwasser gleich $\frac{1}{3}$ des Hämoglobins — kann man aus den in der vorstehenden Tabelle mitgetheilten Zahlen alle Bestandtheile des Blutes in ihrem gegenseitigen Verhältniss berechnen. Es braucht nicht betont zu werden, dass den so berechneten Zahlen eine absolute Geltung nicht zukommt, aber die relativen Verhältnisse werden dadurch gut zur Anschauung gebracht. Die nachfolgende Tabelle bringt die solchergestalt berechneten Werthe, wobei die Bezeichnungen 1, 2 u. s. w. den gleichen Bezeichnungen in der vorangegangenen Tabelle entsprechen.

1.	2.	3.	4.	5.	6.
Bezeichnung.	„ Blutkörperchenwasser.	Plasmawasser Gesamtwasser — Blutkörperchenwasser.	„ feste Stoffe im Plasma (Gesammtmenge der festen Stoffe — Hämoglobin).	„ Plasma (ergiebt sich aus 3. und 4.)	„ nasse Blutkörperchen (Gesammtblut minus Plasma).
1.	25,15	54,25	1,74	55,99	44,01
2.	24,04	55,02	2,91	57,93	42,07
3.	22,40	57,53	3,27	60,80	39,20
4.	22,00	59,52	1,98	61,50	39,50
5.	21,64	60,53	1,60	62,80	37,87
6.	20,11	61,53	3,28	64,80	35,19
7.	18,75	64,04	3,15	67,19	32,81
8.	18,60	65,70	1,72	67,42	32,58
9.	17,80	65,47	3,02	68,49	31,51
10.	16,44	69,39	1,84	71,23	28,77
11.	16,11	67,06	4,74	71,80	28,20
12.	13,99	70,64	4,88	75,52	24,48
13.	13,80	72,22	3,63	75,85	24,15
14.	12,81	73,68	3,90	77,58	22,42

¹⁾ Physiologische Chemie von Hoppe-Seyler, III, 1879, S. 402 und S. 447.

Man ersieht überdies, wie mit der Abnahme der nassen Blutkörperchen eine Abnahme des Blutkörperchenwassers einhergeht, während andererseits das Plasmawasser ebenso wie das Plasma als ganzes stetig zunimmt.

Der Hämoglobingehalt im Blute ausgetragener Hundeföten.

Ehe ich in eine Erörterung der sich an dieses Capitel anschliessenden und im 2. Abschnitt zu besprechenden Fragen über die Gesamtblut- und Hämoglobinmenge neugeborener Hunde eintrete, muss ich mich noch der Frage zuwenden, wie sich das Blut in der Fötalperiode verhält.

Cohnstein und Zuntz¹⁾ haben bei ihren Untersuchungen am Säugethierfötus festgestellt, dass der Gehalt des Blutes an Blutkörperchen in den frühen Stadien der Entwicklung sehr gering ist, dass die Zunahme der rothen Blutkörperchen während des Fötallebens eine ganz allmälige ist, und dass die Menge der rothen Blutkörperchen im Blute ungeborener die im mütterlichen Blute nicht erreicht. Selbst bei reifen ungeborenen Föten ist diese Differenz deutlich ausgesprochen. In Uebereinstimmung damit fanden sie das Fötalblut ärmer an Hämoglobin als das mütterliche. Wie die Blutkörperchen, so nimmt auch der Hämoglobingehalt mit fortschreitender Reife des Fötus zu. Die ersten Athemzüge bedingen eine plötzliche weitere Zunahme des Hämoglobingehaltes, welche wiederum der Zunahme der Blutkörperchen parallel geht und während der ersten Zeit des extrauterinen Lebens weitere Fortschritte macht, so dass nunmehr die Hämoglobinmenge des Neugeborenen, den früheren Beobachtungen entsprechend, in der Regel die der Mutter übertrifft. Zu demselben Resultat kommt M. Bethe²⁾ bei seinen Untersuchungen an Mäusen und Meerschweinchen. Die von Cohnstein und Zuntz erhobenen Befunde beziehen sich fast ausschliesslich auf Föten von Kaninchen, Meerschweinchen und Schafen. Nur ein Fall betrifft Hundeföten, von

¹⁾ Untersuchungen über das Blut, den Kreislauf und die Athmung des Säugethierfötus. Arch. f. d. ges. Physiol., Bd. XXXIV, S. 173.

²⁾ Beiträge zur Kenntniss der Zahl- und Maassverhältnisse der rothen Blutkörperchen. In.-Diss. Strassburg.

denen der eine 115 gr. schwere Fötus (todt extrahirt) einen Hämoglobingehalt von 9,05% aufwies, während der andere 117 gr. schwere Fötus, der fünf Stunden normal respirirt hatte, 12,78% Hämoglobin in seinem Blute enthielt. Im mütterlichen Blut fanden sich 12,32% Hämoglobin. Meine Untersuchungen beziehen sich ausschliesslich auf ausgetragene Föten, deren Geburt fast unmittelbar zu erwarten stand. Die Thiere wurden, nachdem sie extrahirt waren, sofort abgenabelt, weil dies den Verhältnissen entspricht; wie sie bei der Geburt statthaben und weil der Einfluss einer späteren Abnabelung namentlich bei gleichzeitiger Athmung von Cohnstein und Zuntz zweifellos im Sinne einer Steigerung des Hämoglobingehaltes und der Blutmenge festgestellt ist. Aus diesem Grunde wurde die Untersuchung zumeist auch vorgenommen, ehe die Thiere geathmet hatten.

I. Versuchsreihe. Hündin, 13 Kgr. schwer, der Versuch, künstliche Frühgeburt durch mechanische Mittel herbeizuführen, nicht gelungen.
2. October 1895 Laparatomie. Der ganze Uterus nach doppelseitiger Abbindung herausgenommen und unter Wasser gelegt.

Hämoglobingehalt im mütterlichen Blut (aus der v. saphena) 10,19%

Fötus I: 160 gr. Es wurde dem noch im unverletzten Eihautsack befindlichen Fötus eine Kautschukkappe über Eihäute und Kopf gezogen, die Eihäute durchtrennt, die Nabelschnur durchschnitten, und das Blut einer Halsseite entnommen. Hämoglobin: 17,36%.

Fötus II: 155 gr., nicht geathmet, 14,11% Hämoglobin und 16,89% Trockenrückstand.

Fötus III: 240 gr., nicht geathmet, 13,97% Hämoglobin und 16,50% Trockenrückstand.

Fötus IV: 150 gr., athmet nach der Abnabelung etwa $\frac{1}{2}$ Stunde scheinbar nicht normal, asphyctisch, Hämoglobin = 12,71%

II. Versuchsreihe. Hündin, sog. Rattenfänger, wiegt 4800 gr., vor der Geburt angeblich noch 5—6 Tage entfernt. Am Samstag, den 12. October, Laparatomie und so verfahren wie in der I. Versuchsreihe.

Hämoglobingehalt im mütterlichen Blut (der freipräparirten Carotismittelst Canüle entnommen) 11,88%.

Fötus I: 181 gr., nicht geathmet, 15,69% Hämoglobin und 18,99% Trockenrückstand.

Fötus II: nicht geathmet, 13,59% Hämoglobin.

Fötus III: 12,35%

III. Versuchsreihe. Es wurde das Placentarblut der Föten aus der früher mitgetheilten V. Versuchsreihe (S. 456) untersucht. Der Diener, um dessen Hündin es sich handelte, war während der Geburt anwesend, eröffnete den Eihautsack, schnitt die Nabelschnur durch, unterband das placentare Ende und brachte 2 Placenten sofort ins Institut. Die Bestimmung des Hämoglobingehaltes in dem aus der Nabelschnur ausfliessenden Blut ergab für die eine Placenta 14,01 % Hämoglobin, für die andere 14,23 %. Das Blut eines vier Stunden alten Hündchens dieses Wurfes enthielt 18,03 % Hämoglobin.

In allen Fällen fand sich sonach im Blut der vollkommen ausgetragenen Föten ein Hämoglobingehalt, der den im mütterlichen Blut nicht unerheblich übertraf (nur bei Fötus III der 2. Versuchsreihe ist die Differenz eine ganz geringe), ohne die Höhe zu erreichen, die für das Blut des neugeborenen Hündchens die Regel ist. Hält man die Ergebnisse der Versuche mit den Untersuchungsergebnissen von Cohnstein und Zuntz zusammen, so scheint der Schluss berechtigt, dass eine Steigerung des Hämoglobingehaltes im Blute der Hundeföten erst in der allerletzten Zeit der Schwangerschaft statt hat und dass der Geburtsact bezw. das Einsetzen der Athmung eine weitere Steigerung bedingen, und zwar in dem Sinne, wie dies von Cohnstein und Zuntz klargestellt worden ist; namentlich ist dieser Einfluss aus der Versuchsreihe III ersichtlich.

Gerade in den letzten Tagen des Fötallebens, wo die Schwierigkeiten des respiratorischen Stoffwechsels für den Fötus immer mehr zunehmen, scheint eine Steigerung des Hämoglobingehaltes sehr erklärlich. Auch ist zu bedenken, dass eine Zunahme des Hämoglobingehaltes um 6—8 % (diese Differenz ergibt sich oft genug zwischen dem mütterlichen Blut und dem Blut des neugeborenen Hundes) nicht gut durch den Act der physiologischen Transfusion, die bei der Geburt statt hat, allein seine Erklärung finden kann. Naunyn und Couvert¹⁾ konnten im Placentarblut 14,4—17,6 % Hämoglobin nachweisen. Cattaneo²⁾ findet für das fötale Blut,

¹⁾ « Ueber den Hämoglobingehalt des Blutes bei verschiedenen Krankheiten ». Correspondenzbl. f. Schweizer Aerzte, 1872, S. 300.

²⁾ Cattaneo. « Untersuchungen über den Hämoglobingehalt im Blute der Neugeborenen », In.-Diss., Basel 1891.

das dem Placentarende der Nabelschnur entnommen wurde, im Mittel 120‰ Hämoglobin (nach v. Fleischl und Gowers bestimmt), für die Mutter im Mittel 93,8‰. Da Couvert auch einen gleichen Ueberschuss an Hämoglobin in allen Fällen chronischer Dispnoe fand, so zieht Naunyn daraus den Schluss, dass das Hämoglobin selbst bei seiner functionellen Leistung der Uebertragung des Sauerstoffs zum Theil zersetzt wird. «Der Verbrauch von Hämoglobin beim Fötus ist offenbar ein geringer, weil derselbe einestheils keine Bewegungen macht, andernteils seinen zum Stoffwechsel nöthigen Sauerstoff aus dem Blut der Mutter, vielleicht schon zum Theil gebunden erhält». Schliesst man sich der Anschauung Naunyn's an, so würde die Vermehrung des Hämoglobingehaltes, die sich in den letzten Tagen der Fötalperiode geltend macht, darauf zurückzuführen sein, dass weniger Hämoglobin zerstört, als in der gleichen Zeit neu gebildet wird. Die Vermehrung des Hämoglobingehaltes wäre also nur indirekt durch die Verminderung der Sauerstoffspannung im fötalen Blute bedingt, und wir brauchten zu ihrer Erklärung keine teleologischen Gründe heranzuziehen.

Capitel II.

Das Blut neugeborener Katzen.

Ueber den Hämoglobingehalt im Blute alter und neugeborener Katzen liegen nur vereinzelte Beobachtungen vor. Preyer berechnete aus dem Eisengehalt die Hämoglobinmenge im Blute der Katze im Mittel zu 10,17‰. P. Hering¹⁾ gibt als Mittel bei 12 Katzen 11,28‰ an. Poggiale²⁾ fand bei einer alten Katze 10,9 Blutkörperchen, im Blute eines drei Stunden alten Kätzchens 8,29‰ und bei einer 24 Stunden alten Katze 8,42‰.

¹⁾ P. Hering. Einige Untersuchungen über die Zusammensetzung des Blutgase während der Apnoe. Dorpat 1867.

²⁾ Poggiale l. c., S. 198.

Er fand ferner im Blut:

	° Wasser.	° Trockenrückstand.
Bei einer alten Katze	81,2	18,8
Bei einer 2 Stunden alten Katze .	86,5	13,4
» » 6 » »	86,3	13,7
» » 48 » »	84,4	15,6
» » 8 Tage » »	83,1	16,9

Darnach wäre das Blut der Katze nach der Geburt ärmer an Hämoglobin und festen Stoffen als das mütterliche, würde aber im Verlauf kurzer Zeit erheblich an Trockensubstanz zunehmen. Es ist aus der Mittheilung von Poggiale nicht ersichtlich, ob sich seine Beobachtungen auf Kätzchen eines Wurfes beziehen. Mir stehen zwei Versuchsreihen zur Verfügung und ausserdem zwei Einzelbeobachtungen:

Versuch I. Katze wirft am 3. August 7 Uhr Morgens 4 Junge.

	° Hämoglobin.	° Trockenrückstand.
1. 2 Stunden alt, 120 gr.	12,38	16,14
2. 5 Tage alt, 190 gr.	7,50	11,43
3. 5 » » 235 »	9,72	13,16

Versuch II. Katze wirft am 3. August 6 Junge.

	° Hämoglobin.	° Trockenrückstand.
1. 12 Stunden alt, 95 gr.	17,08	20,09
2. 12 » » 112 »	16,32	20,07
3. 12 » » 94 »	16,83	19,56

Versuch III.

Kätzchen, noch nicht 3 Tage alt, 11,44 ° Hämoglobin und 14,02 ° Trockenrückstand.

Versuch IV.

Katze, 7 Wochen alt, 492 gr., 4,71 ° Hämoglobin und 11,05 ° Trockenrückstand.

Das Ergebniss steht mit dem von Poggiale nicht im Einklange. Der Hämoglobingehalt und Trockenrückstand im

Blute neugeborener Katzen war kurze Zeit nach der Geburt am grössten und nahm innerhalb weniger Tage sehr erheblich ab. Ueberraschend gering ist der Hämoglobingehalt bei einem 7 wöchigen noch saugenden Kätzchen, nämlich 4,71%. Subbotin fand bei zwei 4 wöchigen saugenden Hunden einen noch geringeren Hämoglobingehalt, nämlich 3,53 und 3,33%.

Die Zahl meiner Versuche ist nicht gross; immerhin scheint es, als ob die Verhältnisse bei neugeborenen Katzen sich entsprechend denen bei neugeborenen Hunden gestalten.

Capitel III.

Das Blut neugeborener und alter Kaninchen.

Bezüglich des Blutes neugeborener Kaninchen stellten Cohnstein und Zuntz¹⁾ fest, dass das Blut älterer Neugeborenen von 5—18 Stunden Lebensdauer concentrirter als das mütterliche sein kann, vorausgesetzt, dass die Früchte reif und ausgetragen sind, und ferner, dass bei neugeborenen, 6—10 Tag alten Kaninchen, die ein Gewicht von 80—84 gr. erreicht haben, wieder eine Abnahme in der Menge rother Blutkörperchen statt habe. Die Ergebnisse meiner Hämoglobinbestimmungen bei neugeborenen Kaninchen entsprechen diesem Verhalten der rothen Blutkörperchen vollkommen. Keinesfalls ist das Blut neugeborener Kaninchen erheblich reicher an Hämoglobin als das mütterliche. Die nachfolgende Tabelle weist kaum nennenswerthe Differenzen auf.

Die Versuchsreihe betrifft ein Kaninchen, das in der Nacht vom 5. zum 6. August 9 Junge geworfen hatte. Im mütterlichen Blut fanden sich 12,92% Hämoglobin.

	% Hämoglobin.	% Trockenrückstand
1. Ungefähr 12 Stunden alt, 50 gr.	13,33	16,65
2. » 12 » » 34 »	12,86	—
3. » 12 » » 45 »	12,66	14,85
4. » 40 » » 62 »	12,99	17,16
5. » 40 » » 42 »	12,62	16,15
6. 6 Wochen alt, 290 gr.	10,49	15,72
7. 7 » » 398 »	12,20	—

¹⁾ L. c., Bd. XXXIV, S. 183.

Subbotin gibt den Hämoglobingehalt im Blute von Kaninchen zu 7,10—9,50 an, Cohnstein und Zuntz fanden bei (allerdings trächtigen) Kaninchen 8,01—8,98% Hämoglobin. Tietze¹⁾ fand den Hämoglobingehalt bei reifen Kaninchenfötus im Durchschnitt zu 10,35%. Dem gegenüber fand ich im Kaninchenblut erheblich mehr Hämoglobin und es wurden deshalb noch mehrfach Bestimmungen im Blute alter Kaninchen vorgenommen. Das Blut war meist der frei präparirten Carotis entnommen und es fanden sich im Blut der gut genährten ausgewachsenen Kaninchen: 12,34, 12,15, 13,30 und 13,26% Hämoglobin, im Mittel also 12,7% Hämoglobin.

Herr Dr. H. v. Recklinghausen, der mit der Doppelpipette gleichfalls Hämoglobinbestimmungen ausgeführt hat (unter Verwendung einer anderen Normallösung), fand im Kaninchenblut 13% Hämoglobin. Wie unsere Differenz gegenüber den von anderen Autoren ermittelten Werthen zu erklären ist, vermag ich nicht zu sagen, vielleicht spielt die Rasse der Thiere eine Rolle.

Für kräftige, nicht trächtige Hunde fanden wir in Uebereinstimmung mit anderen Autoren einen Hämoglobingehalt von 13,8—14,5%.

II. Abschnitt.

Ueber die Gesammthämoglobin- und Blutmenge neugeborener Hunde.

Die Angaben über den hohen procentischen Hämoglobingehalt des Blutes nach der Geburt, der innerhalb weniger Tage so grossen Aenderungen unterworfen ist, wollen sehr wenig besagen, wenn wir sie nicht gleichzeitig zur gesammten Blutmenge der Thiere in Relation setzen können. Bei der

¹⁾ Untersuchungen über das Blut des Fötus. In.-Diss., Bres-

fundamentalen Bedeutung, welche das Hämoglobin für den respiratorischen Stoffwechsel hat, muss uns vor Allem die relative Hämoglobinmenge des Gesamtkörpers interessiren, worunter die Menge des auf die Einheit des Körpergewichts treffenden Hämoglobin zu verstehen ist. Es entsteht die Frage, ob der Hämoglobingehalt ein constanter Factor der Körpergewichtseinheit ist.

Wenn die relative Hämoglobinmenge nach der Geburt grösser ist als im weiteren Verlauf der Entwicklung, so hat das zweifellos biologische Bedeutung, dem gegenüber die Aenderungen, welche im procentischen Hämoglobingehalt des Blutes nach der Geburt und im Verlauf der ersten Lebenswochen festgestellt worden sind, bloss ein rein physiologisches Interesse beanspruchen können.

Die Frage lässt sich nur auf dem Wege von Gesamtblut und Gesamthämoglobin-Bestimmungen neugeborener Hunde verschiedenen Alters beantworten. Der Besprechung der zu diesem Zwecke ausgeführten Versuche schicke ich einige Bemerkungen über die Methode der Untersuchung voraus.

Als die einzig brauchbare Bestimmungsart der Gesamtblutmenge eines Thieres gilt die von Welcker begründete Methode. Heidenhain¹⁾ ist bei seinen Gesamtblutbestimmungen nur insoferne von dem Vorgange Welckers abgewichen, als er das blutige Waschwasser einerseits mit einer arteriellen, der Carotis des Thieres entnommenen Blutprobe, andererseits mit einer venösen, der Jugularis entstammenden Blutprobe verglich. Das Mittel aus den beiden so berechneten Blutmengen sah er als den richtigen Werth an. Gscheidlen²⁾ hat, um die doppelte Bestimmung zu umgehen, die Thiere mit Kohlenoxyd vergiftet und Blutprobe und Waschwasser nach abermaligem Durchleiten von Leuchtgas miteinander verglichen.

Dr. R. Heidenhain, «Zur Physiologie des Blutes», Archiv f. physiol. Heilkunde, Neue Folge, 1. Bd. 1857, enthält gleichzeitig eine eingehende Kritik der Welcker'schen Methode.

²⁾ L. c.

Hoppe-Seyler¹⁾ empfiehlt bei Ausführung der Welcker'schen Methode die Vergleichung der Blutlösungen mit der colorimetrischen Doppelpipette vorzunehmen.

Bei meinen Versuchen habe ich die Methode von Welcker mit der Bestimmung des Hämoglobingehaltes combinirt. Es wurde der procentische Hämoglobingehalt des unverdünnten Blutes und der Hämoglobingehalt des gesammten Waschwassers bestimmt, woraus sich die Gesamtblutmenge berechnet. Das Princip einer derartigen Bestimmung der Gesamtblutmenge ist nichts weniger als neu. Vogel²⁾ sagt bereits in seiner pathologischen Anatomie: « Durch sorgfältiges Auswaschen eines Leichnams mit reinem Wasser, namentlich Ausspritzen der Gefässe, wäre man ohne Zweifel im Stande, alles Hämatoglobulin zu erhalten und, nachdem man es auf die gewöhnliche Weise rein dargestellt hat, auch quantitativ zu bestimmen; — wo es möglich wäre, kurz vor dem Tode einen Aderlass zu machen, könnte man das procentige Verhältniss des Hämatoglobulin im Blute direkt erfahren und so nach dem Tode die Blutmenge mit ziemlicher Sicherheit bestimmen ».

W. Preyer³⁾ weist darauf hin, dass man mit Hilfe der spectroscopischen Hämoglobinbestimmung auf das bequemste die gesammte Blutmenge eines Thieres ausfindig machen könne. Man ermittelt zunächst in einer bekannten Portion p . Aderlassblut die Hämoglobinmenge h . Hierauf lässt man durch die Aorta 0,5% Kochsalzlösung gehen bis die Flüssigkeit ungefärbt aus einer Vene ausfließt, mischt das gesammte Flüssigkeitsvolumen und ermittelt die Hämoglobinmenge h' , welche die vereinigten Waschwasser enthalten. Dann ist die Gesamtblutmenge B des Thieres: $B = p \frac{(h + h')}{h}$. In dieser Form ist die Methode allerdings nicht angewendet

¹⁾ Hoppe-Seyler und Thierfelder, l. c., S. 423.

²⁾ J. Vogel, Pathologische Anatomie des menschlichen Körpers. Leipzig 1845. S. 60, auch bei Welcker citirt, Prager Vierteljahresschr. 1854, IV, S. 64.

³⁾ Die Blutkrystalle. Jena 1871. S. 131.

worden, wohl aber hat sich Steinberg¹⁾ ihrer insoferne bedient, als er statt der einfachen Farbvergleichung die von Preyer angegebenen spectrokopischen Erscheinungen beobachtete, bis eine Uebereinstimmung derselben im Blut und blutigen Waschwasser erzielt war.

Brozeit²⁾ bestimmt gewichtsanalytisch den Procentgehalt des Blutes und des blutigen Waschwassers an Hämatin, das er angeblich chemisch rein darstellt, und berechnet daraus die gesammte Blutmenge. Schliesslich ist auch die von Cohnstein und Zuntz durchgeführte Methode — Berechnung der Blutmenge durch Zählung der rothen Blutkörperchen einerseits in einem Cubikmillimeter unverdünnten Blutes, andererseits im gleichen Volumen des blutigen Salzwasserauszeuges — im Princip von den anderen genannten Methoden nicht verschieden, nämlich: Berechnung des Blutvolumens aus dem procentigen Gehalt irgend eines leicht bestimmbaren Blutbestandtheiles.

Den ersten Antheilen des aus den durchschnittenen Halsgefässen einer Seite ausfliessenden Blutes entnahm ich die Proben für Bestimmung des procentigen Hämoglobingehaltes. Nachdem das Thier ausgeblutet hatte, wurde im Uebrigen nach Welcker verfahren. Bei kleinen Thieren kann man die Gefässausspritzung umgehen, bei grösseren erweist sie sich als zweckmässig. Die Thiere wurden auf dem Hackbrett zerkleinert. Den Körperbrei laugt man am besten mit kleinen Mengen Wasser, aber dafür recht oft aus. Von den gut gemengten colirten Waschwassern wurde das Volumen bestimmt und nur ein kleiner Theil, etwa 200 ccm. filtrirt, nachdem Sättigung mit reinem Kohlenoxydgas vorangegangen war. Häufig wurden auch die Thiere selbst mit reinem CO-Gas vergiftet. Die Filtration der colirten Waschwasser bis zur völligen Klarheit gelingt in überraschender Weise, wenn das Blut nicht mit Chylus (Milch) überschwemmt ist. In diesem Fall

1) Ueber die Bestimmung der absoluten Blutmenge. Archiv f. d. ges. Physiol., Bd. VII. S. 101.

2) Bestimmung der absoluten Blutmenge im Thierkörper. In-Diss. Königsberg 1871 und Archiv f. d. ges. Physiol., Bd. III.

ist die Bestimmung überhaupt nicht durchführbar. Für die Aufhellung des blutigen Wassers, für die Lösung der rothen Blutkörperchen und für die Verhinderung von Methämoglobinbildung thut der Zusatz von Alkali gute Dienste. Ich habe deshalb dem Wasser, das zum Auslaugen verwendet wurde, von Anfang an für 1000 Theile etwa 0,04 gr. NaOH (also 10 ccm. einer $\frac{1}{10}$ Normallauge) zugesetzt.

Zur Bestimmung des Hämoglobingehaltes im blutigen Waschwasser empfiehlt sich die Verwendung der Doppelpipette mit Albrecht'schem Würfel nicht. Man würde ihre Vortheile — Erreichung eines hohen Grades von Genauigkeit in der Farbenvergleichung — bei Verwendung so verdünnter Lösungen nicht ausnützen können. Die vereinigten Blutlösungen enthalten gewöhnlich nur 0,1–0,2% Hämoglobin. Ich habe die Hämoglobinbestimmungen im Waschwasser mit der einfachen Doppelpipette ausgeführt, wo die Schichtdicke $\frac{1}{2}$ cm. beträgt und die Vergleichung durch direkte Beobachtung im auffallenden Licht — ohne Fernrohr — stattfindet. Für alle Fälle eignen sich aber zur Ermittlung des Hämoglobingehaltes im blutigen Wasserauszug des Thieres die früher von Hoppe-Seyler zur Bestimmung des Oxyhämoglobingehaltes im Blute verwendeten Glaskästchen mit planparallelen Wänden und 1 cm. lichter Weite (Hämatinometer). Man geht nach den in der früheren (fünften) Auflage des Handbuchs der physiologischen Analyse gemachten Angaben vor. Nur werden für diesen speciellen Fall die verdünnte Normallösung und das blutige Wasser mit CO gesättigt. Auch ist es zweckmässig und für die Berechnung am einfachsten, wenn man in das eine Kästchen ein beliebiges Volumen der klaren mit CO gesättigten Waschflüssigkeit einbringt und in das andere Kästchen ein gemessenes Volumen einer verdünnten (etwa 0,2 procentigen) Hämoglobinlösung, die mit gemessenen Wassermengen bis zur Uebereinstimmung beider Lösungen versetzt wird. Ist die Färbung beider Flüssigkeiten die gleiche, so enthalten beide im gleichen Volumen auch gleichviel Hämoglobin und es ist daher der Gehalt des blutigen Wassers an diesem Farbstoff leicht zu berechnen.

Mussten z. B. 20 ccm. einer 0,2 procentigen Lösung¹⁾ bis zur Uebereinstimmung in der Färbung mit 37,5 ccm. Wasser verdünnt werden, dann enthielten je 57,5 ccm. des blutigen Wasserextractes 0,04 gr. Hämoglobin und im blutigen Wasserextract von 4340 ccm. waren 3,0188 gr. Hämoglobin enthalten.

Ebenso einfach gestaltet sich die Berechnung der gesammten Blutmenge.

Die Hämoglobinbestimmung des unverdünnten Blutes hätte 12,20% Hämoglobin ergeben. Aus dem Ansatz $100:12,20 = x:3,0188$ berechnet sich eine Blutmenge von 24,58 gr. Unter Zurechnung von 0,8923 gr Blut, die für die Hämoglobinbestimmungen im unveränderten Blut zur Verwendung kamen, ergibt sich sonach eine Gesamtblutmenge von 25,47 gr. Blut (rund $25\frac{1}{2}$ gr.). Ebenso ist der im blutigen Wasser enthaltenen Hämoglobinmenge von 3,0188 gr. noch die den 0,8923 gr. Blut entsprechende Hämoglobinmenge hinzuzurechnen, woraus sich eine Gesamthämoglobinmenge von 3,1276 gr. berechnet. Beide Daten werden dann zum Reingewicht des Thieres in Relation gesetzt.

Vortheile der Methode sind, dass man unter Einem Hämoglobingehalt und Blutmenge erfährt und dass die Blutmenge in Grammen ermittelt wird. Bei neugeborenen Hunden wäre die Umrechnung des Volumens in Gramme nur unter jedesmaliger Feststellung des specifischen Gewichtes möglich, da die Verwendung einer mittleren Zahl bei den erheblichen Schwankungen des specifischen Gewichtes während der ersten Lebenswochen nicht angängig ist.

Die in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellten Ergebnisse betreffen die Versuchsreihen, die früher schon (S. 456 und 457) unter V, VI und VII rücksichtlich der Aenderungen im procentischen Hämoglobingehalt besprochen wurden. Dort finden sich auch die näheren Angaben über die Geburt, den Hämoglobingehalt des mütterlichen Blutes u. s. w. Die Bezeichnung der Versuchsreihe und der neugeborenen Hunde in der 1. Columne der Tabelle entspricht den an der früheren Stelle beigesetzten Zeichen.

¹⁾ Eine 0,2 procentige Hämoglobinlösung wurde erhalten durch Verdünnen der 1,8004 procentigen Stammflüssigkeit mit Wasser im Verhältniss von 1:8.

T h i e r.	Alter.	Rein- gewicht in Gramm.	Hämoglobin im Blut in %.	Gesamt- blutmenge in Gramm.	Gesamt- hämoglobin- menge in Gramm.	Auf 100 gr. Thier treffen Blut	Gewichtsverhältniss von	
							Blut und Körper.	Hämoglobin und Körper.
V } Junges 1	12 Stunden	219	13,84	16,74	2,316	7,64	1 : 13,08	1 : 94
	Junges 3	265	9,00	19,16	1,724	7,23	1 : 13,83	1 : 153
VI } Junges 1	20 Stunden	354	17,86	26,68	4,765	7,53	1 : 13,26	1 : 74
	Junges 3	458	13,03	29,83	3,886	6,51	1 : 15,35	1 : 117
	Junges 4	470	12,35	29,61	3,656	6,30	1 : 15,87	1 : 128
	Junges 6	458	13,71	28,11	3,853	6,13	1 : 16,29	1 : 118
	Junges 8	957	8,50	67,66	5,751	7,07	1 : 14,14	1 : 166
VII } Junges 1	2 Tage	405	14,00	34,34	4,870	8,47	1 : 11,79	1,79
	Junges 2	931	10,24	59,98	6,141	6,34	1 : 15,52	1 : 151
	Junges 3	2370	8,91	159,40	14,202	6,72	1 : 14,86	1 : 166

Die Betrachtung der Tabelle lässt zweifellos erkennen, dass die Hämoglobinmenge, welche für die Körpergewichtseinheit nach der Geburt verfügbar ist, sehr viel grösser ist als im weiteren Verlauf der Entwicklung. Noch augenfälliger wird diese Thatsache, wenn wir das Verhältniss zwischen dem Körpergewicht und der Gesamthämoglobinmenge, wie es in der letzten Columnne zur Anschauung gebracht ist, in Betracht ziehen. In der ersten Versuchsreihe hat das 12 Stunden alte Hündchen für 100 gr. Körpergewicht 1,05 gr. Hämoglobin zur Verfügung, das 10 Tage alte Junge desselben Wurfes 0,65 gr. Bei der zweiten Versuchsreihe treffen auf 100 gr. Körpergewicht des 20 Stunden alten Hündchens, dessen Blut 17,86% Hämoglobin enthielt, 1,34 gr. Hämoglobin, während die älteren Geschwister nur 0,6 bis 0,8 gr. Hämoglobin für die Körpergewichtseinheit verfügbar haben. Analog gestalten sich die Verhältnisse bei der dritten Versuchsreihe. Freilich ist zu beachten, dass 100 gr. Körpergewicht beim neugeborenen Thiere nicht dasselbe sind wie 100 gr. Körpergewicht der älteren Thiere. Die rasche Gewichtszunahme, die der Körper innerhalb weniger Tage nach der Geburt erfährt, ist fraglos zu einem guten Theil auf Fettansatz zu beziehen. Das abgelagerte Körperfett ist aber todttes Material, für das die verfügbare Hämoglobinmenge nicht entfernt so in Betracht kommt, wie für die gleiche Menge Zellenprotoplasmas.

Trotzdem wir den Einfluss dieser und anderer, möglicherweise noch wirksamer Umstände nicht genau zu übersehen im Stande sind, können wir aus den mitgetheilten Zahlen doch den sicheren Schluss ziehen, dass das neugeborene Thier auf alle Fälle einen wirklichen Ueberschuss an Hämoglobin aufzuweisen hat. Das 12 Stunden alte Hündchen 1 der Versuchsreihe V, das 219 gr. im Gewicht hat, beherbergt 2,316 gr. Hämoglobin, während das 10 Tage alte und 265 gr. schwere Junge desselben Wurfes nur 1,724 gr. Hämoglobin enthält.

Das 24 Stunden alte Hündchen der Versuchsreihe VI hat bei einem Gewicht von 354 gr. eine Gesamthämoglobinmenge von 4,765 gr., seine zwei bis vier Tage alten Geschwister.

von denen jedes um rund 100 gr. mehr wiegt, beherbergen in ihrem Körper nur eine Gesammthämoglobinnmenge von 3,6—3,8 gr. Aehnliche Verhältnisse ergeben sich aus der Betrachtung der letzten Versuchsreihe. Es ist also die absolute Hämoglobinnmenge, welche ohne Rücksicht auf die Körpergewichtszunahme alsbald nach der Geburt eine Verminderung erfährt, und die rasche Massenzunahme des Körpers trägt nur noch mehr dazu bei, die Verhältnisse in demselben Sinne — Abnahme der relativen Hämoglobinnmenge — zu verschieben. Eine Erklärung für diese Thatsache kann nur darin gesucht werden, dass die enorme Steigerung der Oxydationsprocesse nach der Geburt einen vermehrten Zerfall rother Blutkörperchen bedingt bezw. bewirkt, dass mehr Blutkörperchen zugrunde gehen, als in der gleichen Zeit neu gebildet werden. Wie also die Armuth des fötalen Blutes an Sauerstoff und die Trägheit, mit welcher es circulirt, die Vermehrung des Hämoglobingehaltes bedingen, so bewirkt umgekehrt das ausserordentliche Ansteigen der Oxydationsprocesse unmittelbar nach der Geburt¹⁾ den raschen Zerfall des Hämoglobins.

Auch bei älteren Hunden und unter den verschiedensten Ernährungsverhältnissen findet sich nie mehr ein so hoher Hämoglobingehalt für die Körpergewichtseinheit als nach der Geburt. Nach Bestimmungen von Subbotin²⁾ und Forster enthielten nämlich 100 gr. Körpergewicht an Hämoglobin in Grammen bei einem

Hund von 15,9 Kilo nach 38tägiger Fütterung mit viel stickstofffreien Stoffen	0,680	} 0,764
Hund von 4,98 Kilo nach 38tägigem Hungern	0,710	
Hund von 3,48 Kilo, ziemlich fett	0,731	
Hund von 6,68 Kilo, alt und sehr wohlgenährt	0,767	
Hund von 31,65 Kilo, alt und sehr fett, 28. Hungertag	0,852	
Hund von 7,92 Kilo, 36 Tage mit Brot gefüttert	0,843	

¹⁾ Ueber die Verhältnisse der Circulation und Respiration bei fötalen und neugeborenen Thieren finden sich eingehende Untersuchungen und Nachweise bei Cohnstein und Zuntz, l. c. und «Weitere Untersuchungen zur Physiologie des Säugethierfötus», Archiv f. d. ges. Physiol., Bd. 42, S. 386.

²⁾ L. c. Seite 195.

Wir sind demnach im Stande, sagen Subbotin und Forster, mit ziemlicher Genauigkeit am lebenden Thier die Blutmenge zu bestimmen. «Wenn beim ausgewachsenen Hund auf 100 gr. Körpergewicht 0,764 gr. Hämoglobin treffen, so brauchen wir nur dem lebenden Thier von bekanntem Gewicht eine Probe Blut zu entziehen und in dieser den Hämoglobingehalt zu bestimmen, um damit den Gesamtblutgehalt zu berechnen u. s. w.» Subbotin und Forster sprechen selbst nur von ausgewachsenen Hunden, bei neugeborenen könnte von einer auch nur annähernden derartigen Berechnung keine Rede sein. So fanden die genannten Autoren bei einem vierwöchigen noch saugenden Hündchen die abnorm niedrige Menge von 0,174 gr. Hämoglobin für 100 gr. Körpergewicht.

Sonst liegen bei neugeborenen Hunde keine Untersuchungen über Gesamthämoglobin- und Blutmenge in ihren Beziehungen zum Körpergewicht vor. Dagegen lassen sich aus den Gesamtblutbestimmungen, die Panum an 2 neugeborenen und einem 7 wöchigen, noch saugenden Hündchen ausgeführt hat, die von mir untersuchten Verhältnisse mit annähernder Genauigkeit feststellen.

Panum ermittelte folgende Werthe:

Thier, Alter.	Gewicht des darmreinen Thieres in Gramm.	Gesamtblutmenge in Gramm.	Verhältniss der Gesamtblutmenge: Körpergewicht.	Fester Rückstand in 100 Theilen des gequirten Blutes in Gramm.
I. Neugeborener Hund unmittelbar nach der Geburt	252,5	18,242	1 : 7,2	19,26
II. Neugeb. Hund, unmittelbar nach der Geburt	236,5	14,5873	1 : 6,1	22,56
III. 7wöchiger, noch saugender Hund	2494,0	177,655	1 : 7,2	13,23

Für das neugeborene Hündchen I, dessen Blut einen festen Rückstand von 19,26% aufwies, kann man den Hämoglobingehalt des Blutes unbedenklich zu 17% setzen, für das Hündchen II, bei einem festen Rückstand von 22,56%, zu 18%. Diese Zahlen sind gewiss eher zu niedrig als zu hoch ge-

wählt. Für das 7 Wochen alte Hündchen III, dessen Blut einen Trockenrückstand von 13,23% aufwies, nehme ich den Hämoglobingehalt mit 10% eher zu hoch als zu niedrig an. (Vergl. Tab. über die Beziehung des Hämoglobingehaltes zum Trockenrückstand S. 459.)

Daraus würde sich berechnen:

Bezeichnung des Thieres.	Gesamt- hämoglobin- menge.	Hämoglobin für 100 gr. Körpergewicht.	Gewichts- verhältniss von Hämoglobin und Körper.
I.	3,101	1,224	1 : 81
II.	2,698	1,128	1 : 87
III.	17,765	0,720	1 : 138

Es ist ohne weiteres ersichtlich, dass die auf solche Weise ermittelten Zahlen in guter Uebereinstimmung mit den von mir gefundenen Verhältnissen sind.