

Aus dem physiologisch Institut der Universität Giessen.

Das Blut der Haustiere mit neueren Methoden untersucht.

I.

Untersuchung des
Pferde-, Rinder- und Hundesblutes.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde
der

veterinär-medizinischen Fakultät

der

Hessischen Ludwigs-Universität zu Giessen

vorgelegt von

P. Kuhl,

Tierarzt aus Bensheim a. d. Bergstrasse.

Sonderabdruck aus Pflüger's Archib für die gesamte Physiologie, Band 176.

Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH
1919.

Aus dem physiologischen Institut der Universität Giessen.

Das Blut der Haustiere mit neueren Methoden untersucht.

I.

**Untersuchung des
Pferde-, Rinder- und Hundeblasses.**

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

veterinär-medizinischen Fakultät

der

Hessischen Ludwigs-Universität zu Giessen

vorgelegt von

P. Kuhl,

Tierarzt aus Bensheim a. d. Bergstrasse.

Sonderabdruck aus Pflüger's Archiv für die gesamte Physiologie, Band 176.

Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

1919

ISBN 978-3-662-42065-2 ISBN 978-3-662-42332-5 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-42332-5

**Gedruckt mit Genehmigung der veterinär-medizinischen Fakultät
zu Giessen.**

Referent: Professor Dr. Bürker.

Inhalt.

	Seite
1. Einführung	3
2. Bisherige Untersuchungen	4
3. Neue Untersuchungen	10
a) Methoden	10
b) Resultate	15
4. Zusammenfassung	23

1. Einführung.

Die Untersuchungen Marloff's ¹⁾ über die Zählung der Erythrocyten im Blute verschiedener Tiere haben ergeben, dass die mit den älteren Apparaten, besonders mit der am meisten verwendeten Thomassen Zählkammer ermittelten Zahlen mit um so grösseren Fehlern behaftet sind, je grösser das Senkungsbestreben der betreffenden Erythrocyten in der Verdünnungsflüssigkeit ist. Der Fehler kann zum Beispiel bei den relativ schweren Erythrocyten des Frosches volle 136 % erreichen, d. h. um diesen Wert fallen die Zahlen zu hoch aus.

Diese für die Erythrocytenzählung bedeutsame Tatsache wurde in folgender Weise ermittelt. Es wurde unter möglichst gleichen Bedingungen in derselben Blutmischung eine Zählung nach der Thomassen und nach der von dem genannten Fehler freien Bürker'schen Methode durchgeführt. Der sich ergebende Fehler wurde in Beziehung zur Senkungsgeschwindigkeit der Erythrocyten gesetzt; da diese bei gegebener Verdünnungsflüssigkeit eine Funktion des Hämoglobingehaltes eines Erythrocyten ist, so wurde der Hämoglobingehalt des Blutes bestimmt, und aus diesem Werte und der Erythrocytenzahl der Gehalt eines Erythrocyten an Hämoglobin berechnet. Je grösser nun letzterer Wert ausfiel, um so grösser auch die Senkungsgeschwindigkeit und der Zählfehler.

Für die uns hier interessierenden Blutarten seien die von Marloff erzielten Werte mitgeteilt.

1) R. Marloff, Die früheren Zählungen der Erythrocyten im Blute verschiedener Tiere sind teilweise mit grossen Fehlern behaftet. Dieses Archiv Bd. 175 S. 355. 1919.

Blutart	Erythrocytenzahl in Millionen nach		Unterschied in Prozenten	Hämoglobin-gehalt in Gramm in 100 cem Blut	Hämoglobin-gehalt eines Erythrocyten in 10 ⁻¹² g	Fallzeit für 0,100 mm Kammerhöhe	Senkungs-geschwindigkeit in 1 Minute in Millimetern
	Bürker	Thoma					
Frosch .	0,452	1,066	136	14,6	322	16	0,375
Hund .	6,65	8,21	23	16,9	25	68	0,088
Pferd .	7,32	8,19	12	14,3	19	98	0,061
Rind .	6,51	7,01	8	11,7	18	103	0,058

Man sieht, es bestehen also ganz beträchtliche Differenzen, und Marloff war daher berechtigt zu schliessen, dass die früheren Zählungen der Erythrocyten im Blute verschiedener Tiere wenig Wert haben, sofern es sich um schwerere Erythrocyten handelte.

Von diesem so gewonnenen Standpunkte aus schien es erwünscht, neue Zählungen am Blute der Haustiere vorzunehmen und diesen Zählungen auch noch Bestimmungen anderer Blutwerte beizufügen, welche sich auf Grund der hämatologischen Untersuchungen der letzten Zeit als wichtig für die Beurteilung des Blutes erwiesen haben und die bisher entweder noch nicht genauer durchgeführt oder jedenfalls noch nicht alle am gleichen Blute unter möglichst gleichen Bedingungen gewonnen werden konnten. Dahin ist zu rechnen die Bestimmung des absoluten Hämoglobingehaltes des Blutes, des daraus und aus der Erythrocytenzahl ableitbaren absoluten Hämoglobingehaltes eines Erythrocyten, der Leukocytenzahl, der Leukocytenart und des prozentigen Verhältnisses der verschiedenen Arten, des ungefähren Gehaltes des Blutes an Thrombocyten und endlich des Brechungsexponenten des Plasmas, der bis zu einem gewissen Grade als Mass des Eiweissgehaltes der Blutflüssigkeit gelten kann.

Auf Anregung von Herrn Professor Dr. Bürker habe ich alle diese Werte am Blute von Pferden, Rindern und Hunden mit einheitlicher Methodik zu ermitteln versucht.

2. Bisherige Untersuchungen.

Über Erythrocytenzählung, Hämoglobinbestimmung, Leukocytenzählung und Leukocyten-differenzierung im Blute von Pferden, Rindern und Hunden liegt schon eine grössere Zahl von Arbeiten vor¹⁾.

1) Die Literatur war mir in der gegenwärtigen Zeit nur beschränkt zugänglich. Leider konnte ich keinen Einblick in die Folia haematologica tun.

Was zunächst

das Blut der Pferde

und seine Erythrocytenzahl betrifft, so macht zuerst A. Storch¹⁾ genauere Angaben unter Berücksichtigung des Alters und Geschlechts der Tiere; in der Storch'schen Arbeit ist auch die ältere Literatur erwähnt. Storch erhielt mit der Thoma'schen Methode folgende Resultate:

Anzahl und Geschlecht	Erythrocytenzahl in Millionen	Im Durchschnitt
2 männliche Fohlen.	9,02—9,78	9,40
2 Hengste	8,00—8,41	8,21
6 Stuten	6,33—7,56	7,12
7 Wallache.	6,81—8,42	7,60

Ein älterer Wallach von 20 Jahren zeigte nur 5,66 Millionen.

Aus einer Zusammenstellung, die H. Baum²⁾ gibt und die sich auf Arbeiten von Susendorf, Wiendieck und Gasse bezieht, berechne ich unter Einschluss der Storch'schen Werte als Mittel für das Fohlen 9,40, für den Hengst 8,57, für die Stute 6,79 und für den Wallach 7,70 Millionen.

Über genauere Hämoglobinbestimmungen im Pferdeblut liegt eine aus der Giessener medizinischen Veterinärklinik stammende Arbeit von G. Hofmann³⁾ vor, in der auch die bis zum Jahre 1911 erschienene Literatur eingehend berücksichtigt ist. Hofmann verwendete für seine Bestimmungen neben dem Sahli'schen Hämometer den Autenrieth-Königsberger'schen Hämokolorimeter, der gegenüber dem Sahli'schen Apparat den Vorteil hat, dass er mehrere Einstellungen ermöglicht, den Nachteil aber, dass die Vergleichslösung keine Blutfarbstofflösung ist. Der Apparat wurde in Prozenten einer selbstermittelten Norm für Pferdeblut geeicht.

Aus sieben Bestimmungen an Wallachen (a. a. O. S. 49), welche Werte zwischen 75 und 100% nach Sahli ergaben, berechne ich als mittleren Wert 91,7%. Der Apparat von Sahli ist im gleichen Jahre von Herrn Professor Bürker spektrophotometrisch auf absolute Hämoglobinwerte geeicht worden⁴⁾, 91,7% würde demnach

$$\frac{17,3 \cdot 91,7}{100} = 15,9 \text{ g}$$

Hämoglobin in 100 ccm Blut entsprechen, ein Wert, der aber sicher viel zu hoch ist und der sich nur erklären würde, wenn die Vergleichslösung schon abgeblasst war, was früher häufig vorkam.

Bei seinen bekannten Blutanalysen fand E. Abderhalden⁵⁾ in zwei Fällen 16,7 und 12,6 g Hämoglobin für 100 g Blut; der erstere Wert ist

1) A. Storch. Untersuchungen über den Blutkörperchengehalt des Blutes der landwirtschaftlichen Haussäugetiere. Vet.-med. Dissertation, Bern 1901.

2) H. Baum, Der Zirkulationsapparat. Ellenberger's Handb. der vergleich. mikroskop. Anatomie der Haustiere Bd. 2 S. 137. 1911.

3) G. Hofmann, Klinische Untersuchungen über den Hämoglobingehalt des Blutes. Vet.-med. Dissertation, Giessen 1911.

4) Dieses Archiv Bd. 142 S. 289. 1911.

5) E. Abderhalden, Zur quantitativen vergleichenden Analyse des Blutes. Zeitschr. f. physiol. Chemie Bd. 25 S. 107. 1898.

auffallend hoch. R. Marloff stellte in einem Falle mit der spektrophotometrischen Methode 14,3 g in 100 ccm Blut fest (a. a. O. S. 365), bei 7,32 Mill. Erythrocyten und $19 \cdot 10^{-12}$ g Hämoglobingehalt eines Erythrocyten.

Der mittlere absolute Hämoglobingehalt eines Erythrocyten ist meines Wissens beim Pferde noch nicht zum Gegenstande einer genaueren Untersuchung gemacht worden.

Leukocytenzählungen und Differenzierungen sind beim Pferde in grosser Zahl vorgenommen worden, ich verweise bezüglich der Literatur auf den schon erwähnten Beitrag von H. Baum zum Ellenberger'schen Handbuch S. 143; als Mittelwert für das Pferd wird 9,15 Tausend angegeben. A. Storch erhielt bei der Mehrzahl der Tiere, deren Erythrocytenzahlen auf S. 5 angegeben wurden, folgende Werte:

Anzahl und Geschlecht	Leukocytenzahl in Tausenden	Im Durchschnitt
2 männliche Fohlen	12,56—15,51	14,03
2 Hengste	9,96—10,48	10,22
4 Stuten	8,57—12,80	9,88
5 Wallache	7,67—14,00	11,02

Nach Gasse weisen Hengste im Durchschnitt 9,00, Stuten 6,90 und Wallache 8,50 Taus. auf, das sind niederere Werte als die von Storch ermittelten. A. Rössle¹⁾ zählte im Blute, das der Vena jugularis entnommen war, regelmässig 1,30—2,60 Taus. mehr Leukocyten als in dem aus Ohr und Lippenschleimhaut gewonnenen Blute; nach ihm bewegt sich die Zahl unter normalen Verhältnissen zwischen 5,50 und 10,50 Taus. für dreijährige Pferde und darüber, wobei jüngere Pferde nach der höheren Zahl, ältere nach der niederen hinneigen.

Nach verschiedenen Angaben kommt eine Verdauungsleukocytose beim Pferde nicht in Betracht.

In vielen Arbeiten wird ganz besonderer Wert auf die Ermittlung des Verhältnisses Erythrocytenzahl:Leukocytenzahl, des sogenannten Cytenquotienten, gelegt. Nach den neueren hämatologischen Erfahrungen lohnt sich aber die Bestimmung dieses Verhältnisses nicht, da Erythrocyten- und Leukocytenbildung in weitem Masse unabhängig voneinander erfolgen. „Fort also mit solchen erzwungenen Relationen, die nur täuschen und zu den ärgsten Irrtümern führen!“ schreibt O. Naegeli²⁾.

Was die so wichtige Leukocyten-differenzierung und die Feststellung des prozentigen Verhältnisses der Leukocytenarten betrifft, so ist die Zahl der darauf bezüglichen Arbeiten auch nicht klein. Erschwerend fällt bei der Beurteilung dieser Arbeiten der Mangel an einheitlicher Benennung der Arten ins Gewicht; in dieser Beziehung hat besonders O. Naegeli³⁾ Wandel und Klarheit geschaffen, seine Nomenklatur lege ich daher meinen Untersuchungen zugrunde.

Aus Resultaten, die Wiendieck, Fischer, Gasse, Meier und Franke erzielt haben und die H. Baum in dem schon genannten Beitrag S. 144

1) A. Rössle, Untersuchungen über das Verhalten der Leukocytenzahl im Pferdeblut. Vet.-med. Dissertation, Giessen 1907.

2) O. Naegeli, Blutkrankheiten und Blutdiagnostik, 2. Aufl. S. 51. Verlag von Veit & Co., Leipzig 1912.

3) Siehe das in 2) zitierte Werk S. 336 und 339.

zusammenstellt, berechne ich als Mittelwerte für das Pferd 30% Lymphocyten, 4% grosse mononukleäre Leukocyten und Übergangsformen, 63% polymorphkernige neutrophile, 3% eosinophile und unter 1% basophile Leukocyten.

Die Thrombocyten des Pferdes haben bisher verhältnismässig wenig Berücksichtigung gefunden, obwohl sie es besonders verdienen; eingehender befasste sich mit ihnen A. R. Walther¹⁾, der aber auch zu einer einwandfreien Zählmethode nicht gelangte. Die Frage der Thrombocytenzählung, und zwar nicht nur die beim Pferde, muss als zurzeit noch nicht gelöst bezeichnet werden.

Bestimmungen des Brechungsexponenten des Plasmas von Pferdeblut im Zusammenhange mit der Bestimmung anderer Blutwerte sind mir nicht bekannt geworden.

Das Blut der Rinder.

Die ersten genaueren Erythrocytenzählungen hat auch hier A. Storch (a. a. O. S. 36 und 46) vorgenommen, der Tiere fränkischen Schlages untersuchte mit folgendem Resultate:

Anzahl und Geschlecht	Erythrocytenzahl in Millionen	Im Durchschnitt
10 Kälber	6,76—9,90	8,52
10 Jungvieh	6,14—8,41	7,06
10 Bullen	5,12—7,61	6,50
10 Ochsen	5,66—8,61	6,68
13 Kühe	4,49—6,16	5,47

Zu etwas anderen teils grösseren, teils kleineren Werten gelangte H. Turowski²⁾, der verschiedene Rassen untersuchte:

Anzahl und Geschlecht	Erythrocytenzahl in Millionen	Im Durchschnitt
12 Kälber	6,24—9,96	7,92
7 Jungrinder	5,92—7,76	6,55
8 Bullen	7,32—8,55	7,99
10 Ochsen	5,82—7,40	6,65
20 Kühe	5,58—7,58	6,54

Mit dem Hämoglobingehalte des Rinder- und überhaupt des Wiederkäuerblutes befasst sich eine in der Giessener medizinischen Veterinärklinik durchgeführte Arbeit von B. Scheuermann³⁾, der wie Hofmann (S. 5 den Hämokolorimeter von Autenrieth und Königsberger für seine Bestimmungen verwendete. Um absolute Hämoglobinbestimmungen handelt es sich auch hier nicht, sondern um Angaben in Prozenten einer selbst-

1) A. R. Walther, Beiträge zur Kenntnis von Blutplättchen und Blutgerinnung unter besonderer Berücksichtigung des Pferdes S. 46. Vet.-med. Dissertation, Leipzig 1910.

2) H. Turowski, Über das Verhalten der körperl. Elemente zueinander im normalen Rinderblut. Vet.-med. Dissertation, Berlin 1908.

3) B. Scheuermann, Klinische Untersuchungen über den Hämoglobingehalt des Blutes der Wiederkäuer. Vet.-med. Dissertation, Giessen 1913.

ermittelten Norm. E. Abderhalden fand bei seinen schon S. 5 erwähnten Blutanalysen in 100 g Blut bei einem Stier 10,6 g und bei einem Rind 10,3 g Hämoglobin, R. Marloff mit der spektrophotometrischen Methode in einem Falle 11,7 g in 100 ccm Blut (a. a. O. S. 366).

Wie beim Pferde, so liegen auch beim Rinde keine genaueren Angaben über den Hämoglobingehalt eines Erythrocyten (Marloff fand im eben genannten Falle 18·10⁻¹² g), über die Thrombocytenzahl und über den Brechungsexponenten des Plasmas vor, dagegen ist die Leukocytenzahl und -art bei diesem Tier genauer untersucht.

A. Storch (a. a. O. S. 36 und 46) fasst seine Resultate folgendermassen zusammen:

Anzahl und Geschlecht	Leukocytenzahl in Tausenden	Im Durchschnitt
7 Kälber	12,04—21,49	15,74
10 Jungvieh	9,41—15,21	11,61
9 Bullen	5,43— 9,99	7,84
9 Ochsen	6,51—12,22	9,37
8 Kühe	6,21— 9,87	8,24

Zu etwas niedrigeren Zahlen, 6,00 Taus. bei Rindern Simmentaler Schlags von 3—8 Jahren, gelangte R. Utendörfer¹⁾.

Andere Rassen ergaben H. Turowski (a. a. O. S. 26) etwas andere Werte:

Anzahl und Geschlecht	Leukocytenzahl in Tausenden	Im Durchschnitt
12 Kälber	9,63—16,76	11,89
7 Jungrinder	7,13—10,47	8,95
8 Bullen	9,42—12,33	10,43
10 Ochsen	6,92—11,41	9,38
20 Kühe	6,70— 9,20	7,65

In der Turowski'schen Arbeit ist auch die Literatur zusammengestellt.

K. Biber²⁾ fand bei 42 Tieren, jungen und alten, Werte zwischen 5,74 und 13,26 Tausend, wobei die jüngeren Tiere die höheren Werte aufwiesen.

P. J. Du Toit³⁾, der in seiner Arbeit die Literatur bis zum Jahre 1916 eingehend berücksichtigt, gibt als Gesamtleukocytenzahl für Kälber und Jungrinder 12—15 Taus., für gesunde erwachsene Rinder 5—10 Taus., im Mittel 8 Taus. an.

Eine Verdauungsleukocytose wurde übereinstimmend beim Rinde und bei den Wiederkäuern überhaupt nicht beobachtet.

Was die Leukocytenarten betrifft, so stellt Turowski (a. a. O. S. 37) folgende Leukocytenformel für das Rind auf: Lymphocyten 45,4, mononukleäre und Übergangsformen 7,4, polymorphkernige neutrophile

1) R. Utendörfer, Über Leukocytose beim Rinde unter besonderer Berücksichtigung der Trächtigkeit und Tuberkulose. Philos. Dissertation S. 23, Leipzig 1907. Von S. 10 an eingehende Berücksichtigung der Literatur.

2) K. Biber, Untersuchungen über das Verhalten der Leukocytenzahl im Rinderblut. Vet.-med. Dissertation, Bern 1908.

3) P. J. Du Toit, Beitrag zur Morphologie des normalen und des leukämischen Rinderblutes. Vet.-med. Dissertation, Berlin 1916.

40,2, eosinophile 6,4 und basophile 0,6 % auf. Damit stimmen die Angaben von Du Toit (a. a. O. S. 51) — Lymphocyten 49,0, mononukleäre und Übergangsformen 3,7, neutrophile 38,8, eosinophile 8,0 und basophile 0,5 % — ziemlich überein, der wiederum die Übereinstimmung seiner Werte mit den von Dimock und Thompson, Goodall und Lejeune gewonnenen betont (S. 27). Damit weist also das Blut der Rinder eine entschiedene lymphatische Beschaffenheit auf um so mehr, je jünger das Tier ist; widersprechende Angaben von R. Utendörfer (a. a. O. S. 24), der durchschnittlich 25—35 % Lymphocyten und 60—70 % neutrophile Leukocyten fand, werden mehrfach in der Literatur zurückgewiesen. Du Toit macht die ununterbrochene Tätigkeit des Magen-Darmkanals beim Wiederkäuer für diese Lymphocytose verantwortlich (S. 29), die auch bei anderen Wiederkäuern beobachtet wird. Bemerkenswert ist auch die Eosinophilie beim Rinde.

Das Blut der Hunde.

In der bekannten Arbeit von H. Welcker¹⁾ wird als mittlere Erythrocytenzahl nach Untersuchungen von Stölzing an elf Tieren, männlichen und weiblichen verschiedener Rasse, 4,98 Millionen angegeben, schwankend zwischen 4,09 und 5,50 Millionen, Werte, die als auffallend niedrig bezeichnet werden müssen. J. F. Lyon²⁾ zählte 7,00 bis 8,17, im Mittel 7,42, das sind um 49 % mehr: Rüden im Mittel 7,54, Weibchen 7,23 Mill. C. Klieneberger und W. Carl³⁾, die das Blut der Laboratoriumstiere eingehend untersucht haben, geben, gestützt auf zwölf Untersuchungen an sechs männlichen und sechs weiblichen Tieren mittleren Alters, 7,23 Mill. als Durchschnittswert an, das ist ein um volle 45 % höherer Wert als der von Stölzing ermittelte, er ist aber ungefähr gleich gross wie der von Lyon gefundene. Männliche und weibliche Tiere wiesen keine wesentlichen eindeutigen Unterschiede auf.

Wie beim Pferd und Rind liegen auch beim Hunde nur wenig Angaben über den absoluten Hämoglobingehalt des Blutes vor. E. Abderhalden fand bei zwei Hunden 13,3 und 14,6 g Hämoglobin in 100 g Blut (a. a. O. S. 107). Mit dem schon erwähnten Hämokolorimeter erhielt G. Hofmann (a. a. O. S. 64) etwas niedrigere Werte als beim Menschen, aber höhere als beim Pferde. C. Klieneberger und W. Carl bestimmten mit dem Sahli'schen Apparat im Durchschnitt 94 % (a. a. O. S. 53), das wären auf Grund der Bürker'schen Eichungen des Apparates 16,3 g in 100 ccm Blut.

Bei einem männlichen Hunde (Foxterrier) stellte K. Bürker, R. Ederle und F. Kircher⁴⁾ 11,4 g Hämoglobin in 100 ccm Blut bei 4,16 Mill. Erythrocyten und damit $27 \cdot 10^{-12}$ g Hämoglobingehalt eines Erythrocyten fest, bei einem weiblichen Hunde anderer Rasse waren die entsprechenden Werte 18,3 g, 6,55 Mill. und $28 \cdot 10^{-12}$ g, bei einem Hunde, dessen Geschlecht

1) H. Welcker, Grösse, Zahl, Volum, Oberfläche und Farbe der Blutkörperchen bei Menschen und bei Tieren. Zeitschr. f. ration. Medizin. 3. Reihe Bd. 20 S. 286. 1863.

2) J. F. Lyon, Blutkörperzählungen bei traumatischer Anämie. Virchow's Archiv f. pathol. Anat. usw. Bd. 84 S. 219. 1831.

3) C. Klieneberger und W. Carl, Die Blutmorphologie der Laboratoriumstiere S. 53. Verlag von J. A. Barth, Leipzig 1912.

4) K. Bürker, R. Ederle und F. Kircher, Über Änderung der sauerstoffübertragenden Oberfläche des Blutes bei Änderung der respiratorischen Oberfläche der Lungen. Dieses Archiv Bd. 167 S. 154 u. 156. 1917.

nicht notiert wurde, fand R. Marloff (a. a. O. S. 366) 16,9 g, 6,65 Mill. und $25 \cdot 10^{-12}$ g; es können also beträchtliche Differenzen bestehen.

Der Hämoglobingehalt eines Erythrocyten, die Thrombocytenzahl und der Brechungsexponent des Plasmas haben beim Hunde noch wenig Beachtung gefunden, mehr die Leukocytenzahl und -art. Bei dem eben erwähnten weiblichen Hunde betrug der Brechungsexponent des Plasmas 1,3482, was 7,1% Eiweiss entsprechen würde.

Bei Leukocytenzählungen an zehn Hunden fand J. Pohl¹⁾ nach meiner Berechnung Werte zwischen 8,32 und 21,90, im Mittel 15,43 Taus., C. Klieneberger und W. Carl bei der gleichen Anzahl von Hunden verschiedener Rassen dagegen Werte von 5,13—14,10, im Mittel 10,56 Taus. (a. a. O. S. 50), die also um etwa 30% niedriger sind. Während ferner Pohl eine beträchtliche Verdauungsleukocytose nach Fleischfütterung mit einer Zunahme der Leukocyten von durchschnittlich 78% beobachtete, konnten Klieneberger und Carl eine solche Leukocytose nicht nachweisen, also auch in dieser Beziehung Widersprüche.

Genauere Angaben über das prozentige Verhältnis der Leukocytenarten finde ich nur bei Klieneberger und Carl, welche im Mittel 15,6% Lymphocyten, 2,8% mononukleäre und Übergangsformen, 77,36% polymorphkernige neutrophile, 4,2% eosinophile und 0,04% basophile fanden (a. a. O. S. 53).

Bei einem Rückblick auf die mitgeteilte Literatur ergeben sich in mancher Beziehung Widersprüche und Lücken, die allmählich gelöst und ausgefüllt werden müssen; einen Beitrag dazu sollen die folgenden Untersuchungen liefern.

3. Neue Untersuchungen.

Da bei diesen Untersuchungen die Methodik eine ausschlaggebende Rolle spielt, sei etwas genauer darauf eingegangen; dann erst sollen die mit dieser Methodik erzielten Resultate mitgeteilt werden.

a) Methoden.

Die Beschaffung der Versuchstiere war in den Monaten Dezember 1918 bis Februar 1919, in welchen ich die Versuche vornahm, mit Schwierigkeiten verknüpft. Pferde und Rinder standen mir bei der Militärverwaltung zur Verfügung, die Hunde wurden mir von Privatbesitzern meist erst nach langen Verhandlungen überlassen. Sämtliche Versuchstiere waren gesund und nicht trächtig.

Die äusseren Umstände bei der Blutentziehung sind nicht so konstant zu erhalten wie bei Blutuntersuchungen am Menschen. Die Beleuchtung in den Ställen war meist so ungenügend, dass ich die Blutentziehung im Freien vornehmen musste, wobei sich unter Umständen die Kälte störend geltend machte. Dazu kam die Unruhe der Tiere. Trotz alledem liessen sich aber doch brauchbare Resultate erzielen.

1) J. Pohl, Über Resorption und Assimilation der Nährstoffe. Archiv für experiment. Pathol. u. Pharmakol. Bd. 25 S. 34. 1889.

Beim Pferde wurde das Blut mit einer Hohlnadel aus der Jugularvene entnommen, beim Rind und Hunde schnitt ich die Ohrvene vom Rande der Ohrmuschel her an und erhielt so immer reichlich Blut. Nur in zwei Fällen bei Rind Nr. 1 und 2, entnahm ich das Blut aus den durchschnittenen Halsgefäßen, kam aber davon wieder ab, weil der Strom des Blutes zu stark ist. Nach Untersuchungen Bürker's¹⁾ ist es wenigstens beim Menschen gleichgültig, ob man das Blut den Kapillaren der Fingerkuppe, des Ohrläppchens oder den Venen der Ellenbogenbeuge entnimmt, der Hämoglobingehalt und die Erythrocytenzahl erweist sich als gleich. Anders kann dies freilich mit der Leukocytenzahl sein, wie dies auch aus den S. 6 erwähnten Versuchen von A. Rössle hervorgeht.

Das ausgetretene Blut wurde auf einem ausgehöhlten Paraffinblocke aufgefangen, nachdem in die Höhlung etwas Hirudin zur Verhinderung der Gerinnung gebracht worden war. Der Einfluss gelösten Hirudins auf den Brechungsexponenten des Plasmas wurde untersucht. Das Blut direkt aus der Wunde zu entnehmen, ging bei der Unruhe der Tiere nicht an. Die Verdünnung und Herrichtung des Blutes zu den Bestimmungen geschah an Ort und Stelle, die Bestimmungen selbst wurden im physiologischen Institut vorgenommen.

Zur Erythrocytenzählung wurde das Blut 200fach mit Hayem'scher Lösung verdünnt, wobei zur scharfen Einstellung der Blutsäule auf die Marke der Blutpipette eine Lupe verwendet wurde. Verdünnung und Zählung geschah nach der Bürker'schen Methode²⁾, die sich für die vorliegenden Untersuchungen als besonders brauchbar erwiesen hat, da in dem verschlossenen Kölbchen das verdünnte Blut einwandfrei transportiert werden kann, was für die Mischpipette nicht zutrifft. Ausgezählt wurden jeweils 320 Quadrate und das Resultat in die Zählchemata eingetragen. Der mittlere Fehler jeder einzelnen Zählung beträgt etwa 2%.

Zur Hämoglobinbestimmung wurden 25 cmm Blut zu 2475 cmm 0,1%iger Sodalösung hinzugefügt, das Blut also 100fach verdünnt. Die Verdünnung wurde in einem ähnlichen Glaskölbchen, wie es zur Aufnahme der Blutmischung bei der Blutkörperchenzählung dient, vorgenommen. Die quantitative Bestimmung in dieser Lösung geschah mit dem Hüfner'schen Spektrophotometer durch Ermittlung des Extinktionskoeffizienten ε'_0 im Wellenlängengebiet 535,6—542,1 $\mu\mu$, also in der Region des nach Grün zu gelegenen Absorptionsstreifens des Hb—O₂, wobei

$$\varepsilon'_0 = - \log \cos^2 \varphi,$$

φ aber den Drehungswinkel des Analysators bedeutet. Aus diesem

1) Dieses Archiv Bd. 167 S. 143. 1917.

2) Tigerstedts Handb. der physiol. Methodik Bd. 2 Abt. 5 S. 57. 1913.

Extinktionskoeffizienten und dem Absorptionsverhältnis A'_0 ergab sich dann die Konzentration c , also die Menge des Oxyhämoglobins in Gramm in 1 ccm Lösung, zu

$$c = \varepsilon'_0 \cdot A'_0,$$

und daraus endlich unter Berücksichtigung der 100fachen Verdünnung des Blutes C , also die Menge des Oxyhämoglobins in Gramm in 100 ccm Blut.

Der Apparat ist von Herrn Professor Bürker mit kristallisiertem Hämoglobin auf absolute Werte geeicht, A'_0 wurde zu $1,25 \cdot 10^{-3}$ gefunden. Vor jeder Hämoglobinbestimmung wurde die Prüfung der beiden Lichtbündel auf Gleichheit mit dem in diesem Archiv Bd. 167 S. 144 beschriebenen Rauchglas vorgenommen. Der mittlere Fehler der Bestimmung beträgt etwa 1 %.

Aus der Hämoglobinmenge und der Erythrocytenzahl, welche in 1 cmm Blut enthalten ist, ergibt sich dann leicht der Gehalt eines Erythrocyten an Hämoglobin, er soll in 10^{-12} g angegeben werden.

Auch die Leukocytenzählung geschah nach der Bürker'schen Methode ¹⁾. Es wurden also 25 cmm Blut zu 475 cmm Türk'scher Lösung, welche die Erythrocyten auflöst, die Leukocyten aber leicht anfärbt, hinzugefügt und damit eine 20fache Verdünnung des Blutes vorgenommen. Um möglichst viele Leukocyten zur Zählung zu bringen, wurde die Kammerhöhe durch Auflegen eines mit einem Einschiff von 0,100 mm versehenen Deckglases verdoppelt. Ausgezählt wurden 125 Quadrate in der einen und ebensoviele in der anderen Abteilung der Zählkammer und die Zählresultate in die Schemata eingetragen. Die ermittelte Gesamtzahl war nur noch mit 10 zu multiplizieren, um die Zahl der Leukocyten in 1 cmm Blut zu erhalten. Die Türk'sche Lösung ist verbesserungsbedürftig, sie gibt manchmal störende Eiweissniederschläge in dem verdünnten Blut.

Zur Differenzierung der Leukocyten wurde ein mit einem paraffinierten Glasstab übertragenes Tröpfchen Blut ganz zwischen zwei 20×25 mm grosse Deckgläschen aufgenommen, die je nach der Grösse des Tröpfchens mehr oder weniger zur Deckung gebracht und dann rasch auseinander gezogen wurden. Das Blut auf einem Objektträger mit Hilfe eines zweiten Objektträgers oder Deckgläschens auszustreichen, wie es vielfach geschieht, empfiehlt sich nicht, da auf diese Weise ein Teil des Blutes nicht in das Präparat eingeht, und da ferner bei der grossen Klebrigkeit der Thrombocyten eine ganz ungleichmässige Verteilung dieser Gebilde zustande kommt. Die beiden lufttrockenen Präparate wurden nach der Pappenheim'schen Methode

1) Tigerstedts Handb. der physiol. Methodik Bd. 2, Abt. 5, S. 111. 1913.

2) A. Pappenheim, Grundriss der hämatologischen Diagnostik und praktischen Blutuntersuchung S. 248. Verlag von Dr. W. Klinkhardt, Leipzig 1911.

(kombiniertes May-Grünwald-Giemsa-Verfahren) gefärbt, und zwar mit folgenden geringfügigen Abänderungen: Das im Uhrsälchen befindliche Präparat wurde mit May-Grünwald-Lösung unterschichtet und 3 Minuten fixiert, durch Zufügen der doppelten Menge destillierten Wassers 1 Minute lang vor-, dann mit Giemsa-Lösung (6 Tropfen auf 4 ccm destilliertes Wasser) 7 Minuten lang nachgefärbt, abgespült, getrocknet und in neutralen Kanadabalsam eingebettet. Die Präparate zeigten meist eine schöne Färbung. Die Erythrocyten des Rinderblutes waren häufig nicht gut konserviert, sie zeigten wie in der Hayem'schen Lösung so auch im Blutaussstrich, also im unverdünnten Blut, Neigung zur Agglutination und zu Stechapfelformen.

Bei der Differentialzählung, die mit Ölimmersion und Kreuztisch vorgenommen wurde, bereitete im allgemeinen die Untersuchung der einzelnen Leukocytenformen in den drei Blutarten keine Schwierigkeiten; nur bei den grösseren Lymphocyten und den kleineren mononukleären Leukocyten und Übergangsformen entstanden manchmal Zweifel. Es wäre erwünscht, zur besseren Unterscheidung Differentialfärbungen vorzunehmen, leider fehlte es mir dazu an Zeit. Im ganzen wurden bei jeder Differentialzählung 300—400 Leukocyten berücksichtigt.

In dem gleichen Blutaussstrichpräparate, in welchem die Differentialzählung der Leukocyten vorgenommen wurde, wurde auch die Thrombocytenmenge annähernd geschätzt.

Was endlich noch die Bestimmung des Brechungsexponenten des Plasmas und damit die Schätzung des Eiweissgehaltes betrifft, so wurde zunächst zur Gewinnung des Plasmas folgendermaassen verfahren.

In ein 30 mm langes, 4 mm weites, unten zugeschmolzenes Glasröhrchen wurde eine Spur Hirudin gebracht, mit Hilfe einer Pipette das Blut eingefüllt und mit dem Hirudin gemischt, worauf das Röhrchen mit einem Stopfen verschlossen wurde. Im Institut wurde dann das Blut, dessen Gerinnung durch das Hirudin fast immer verhindert wurde, etwa 5 Minuten zentrifugiert, das klare hämoglobinfreie Plasma mit Hilfe einer Pipette abgehoben und direkt zur Untersuchung verwendet. Mit Hilfe des Bürker'schen Vergleichsspektroskops wurde geprüft, ob in der Tat auch Hämoglobinfreiheit bestand.

Zur Ermittlung des Brechungsexponenten diente das Pulfrich'sche Eintauchrefraktometer der Firma Zeiss in Jena, und zwar mit dem Hilfsprisma zur Untersuchung kleiner Substanzmengen. Nach der Einfüllung des Plasmas wurde das Refraktometer in das Temperierbad gebracht und der Brechungsexponent n_D bei $17,5^{\circ}$ C. bestimmt. Mit Hilfe der der Beschreibung des Apparates beigegebenen Reiss'schen Tabelle wurde endlich der Eiweissgehalt aus dem Brechungsexponenten

berechnet. Untersucht wurde bei Tages- und künstlichem Licht unter Benutzung des Kompensators zur Beseitigung des farbigen Saumes. Von Zeit zu Zeit wurde mit destilliertem Wasser geprüft, ob die Grenzlinie entsprechend dem Brechungsexponenten dieses Wassers, wie verlangt, scharf auf Skalenteil 15,0 einstand.

Die Methode ist so genau, dass die Ablesungen bei sorgfältigem Arbeiten nur um 0,1 Skalenteil schwanken, was im Mittel 3,7 Einheiten der fünften Dezimale von n_D entspricht. Für unsere Zwecke genügt die Angabe von vier Dezimalen.

Da nun dem Blute zur Verhinderung der Gerinnung Hirudin zugefügt wurde, Hirudin aber ein dem Eiweiss nahestehender Körper ist, so war noch festzustellen, welchen Einfluss dieser Stoff auf den Brechungsexponenten ausübt. Zu dem Zwecke wurde zu einer entsprechenden Menge doppelt destillierten Wassers eine entsprechende Menge Hirudin zugefügt und dann der Brechungsexponent der Lösung bestimmt. Es zeigte sich, dass, wenn einige Schüppchen Hirudin wie normal zugesetzt wurden, der Brechungsexponent des reinen Wassers von 1,33320 auf 1,33328 anstieg, bei abnorm grossen Mengen auf 1,33331, also höchstens um 0,008 %. Da nun der Brechungsexponent des Plasmas der untersuchten Tiere im Mittel 1,490 beträgt und damit gegenüber dem des destillierten Wassers eine mehr als 100mal grössere Zunahme, nämlich um etwa 1 %, aufweist, so kann das Hirudin einen wesentlichen Einfluss auf den Brechungsexponenten nicht ausgeübt haben.

Noch ist eines im Giessener Institut eingeführten Schränkchens zu gedenken, das ich zum Transport der Blutentziehungs- und Verdünnungsapparate, der Verdünnungsflüssigkeiten und des Blutes selbst, des verdünnten und unverdünnten, mit Hirudin versetzten, verwendet habe, und das mir gute Dienste geleistet hat; spielt doch der einwandfreie Transport bei solchen Blutentziehungen ausserhalb des Hauses zur Gewinnung brauchbarer Werte eine wesentliche Rolle.

Ein mit einem Griff und einer verschliessbaren Türe versehenes Schränkchen aus Holz von 28 cm Höhe, 23,5 cm Breite und 11,5 cm Tiefe ist innen in drei Abteilungen geschieden (Abb. 1)¹⁾.

In die unterste Abteilung ist ein Kästchen eingeschoben, welches das Instrument zur Blutentziehung, die Pipetten, ein möglichst fäserchenfreies Leinentuch, den ausgehöhlten Paraffinblock, eine Tube mit Hirudin und mehrere entfettete Pferdehaare zur eventuellen Reinigung der Blutpipetten enthält.

In der darüber befindlichen Abteilung sind fünf Gläschen mit destilliertem Wasser, Äther-Alkohol $\bar{a}\bar{a}$, Hayem'scher, 0,1 %iger Soda- und Türk'scher Lösung untergebracht.

1) Die Skizze verdanke ich Fräulein M. H. Mülberger.

In die oberste Abteilung sind zwei Brettchen nebeneinander eingeschoben, von denen jedes, mit entsprechenden Aushöhlungen versehen, zur Aufnahme zweier Deckglasausstrichpräparate, eines Kölbchens mit Blutmischung zur Erythrocyten-, Leukocytenzählung und Hämoglobinbestimmung und endlich eines Röhrchens mit unverdünntem Blut bestimmt ist.

Bei einiger Sorgfalt lässt sich das Schränkchen samt Inhalt leicht so transportieren, dass das Blut, das verdünnte und unverdünnte, nicht an die Stopfen der Gläschen gelangt.

b) Resultate.

Aus den genannten äusseren Gründen musste ich mich auf die Untersuchung des Blutes von zehn Pferden, zehn Rindern und zehn Hunden beschränken.

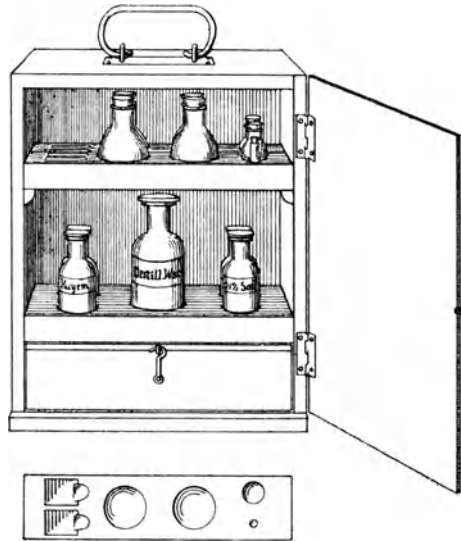


Abb. 1.

Das Blut der Pferde.

Versuche vom 12. Dezember 1918 bis 8. Januar 1919, vom 4. und 8. Februar 1919 (siehe umstehende Tabelle).

Was zunächst die Erythrocytenzahl der Pferde betrifft, so weist das Fohlen mit 8,55 Mill. den höchsten Wert auf, was zu erwarten war. Dieser Wert ist aber wesentlich niedriger als der von früheren Autoren (S. 5) gefundene Mittelwert von 9,40.

Die Zahl für den Hengst liegt mit 6,77 Mill. verhältnismässig noch tiefer als der aus der Literatur ermittelte Wert 8,57.

Für die fünf Stuten ergibt sich als Mittelzahl 7,14 Mill., was mit den Literaturangaben ungefähr übereinstimmt, dagegen ist die für die drei Wallache gefundene Mittelzahl mit 6,68 wieder beträchtlich kleiner als 7,70. Auffallend ist, dass bei den Wallachen kleinere Zahlen gefunden wurden als bei den Stuten.

Nun darf man freilich aus der beschränkten Zahl von Versuchsergebnissen nicht zu weitgehende Schlüsse ziehen; so viel scheint aber doch sicher zu sein, dass die mit der alten Methode ermittelten Werte, wie es nach den Untersuchungen Marloff's zu erwarten ist, zu hoch ausgefallen sind und auch zu schwankend.

Pferd Nr.	Ge- schlecht	Alter in Jahren	Grösse in Meter	Rasse	Ernäh- rungs- zu- stand	Zeit der Blut- ent- ziehung	Erythrocyten in 1 cm Blut in Mill.	Hämoglobin in g 100 cm Blut in g	Hämoglobingehalt eines Erythrocyten in 10 ⁻¹² g	Leukozyten in 1 cm Blut in Taus.	Leukozytenarten in Prozenten					Thrombo- cyten	Brechungs- exponent des Plasmas	Berechnete Eiweis- s- Plasmas
											Lymphocyten	Mononukleäre u. Übergangsformen	Neutrophile	Eosinophile	Basophile			
1	Braune Stute	25	1,66	mittel- schweres Zugpferd	gut	3 h n.	7,26	13,5	19	11,15	33	3	60	4	< 1	wenig	1,3489	7,5
2	Fuchs- stute	10	1,63	"	"	11 h v.	7,33	13,2	18	12,15	32	6	57	5	< 1	"	1,3495	7,9
3	Brauner Wallach	14	1,62	"	"	11 h v.	6,50	13,3	20	11,80	38	3	51	8	< 1	"	1,3495	7,9
4	Fuchs- stute	12	1,65	"	"	9 1/2 h v.	7,39	11,7	16	9,27	44	1	48	7	< 1	"	1,3507	8,6
5	"	10	1,68	"	befrie- digend	10 h v.	6,28	11,4	18	8,24	33	2	60	4	< 1	"	1,3485	7,3
6	"	7 1/2	1,66	"	gut	2 h n.	7,43	13,1	18	10,50	38	4	52	5	< 1	"	1,3495	7,9
7	Fuchs- Wallach	8	1,65	"	"	1 1/2 h n.	7,19	12,3	17	12,24	39	7	52	1	> 1	"	1,3502	8,3
8	"	11	1,65	leichtes Reitpferd	"	10 1/2 h v.	6,34	11,2	18	9,21	41	5	52	2	< 1	"	1,3490	7,6
9	Weibl. Fohlen	3/4	—	Belgier	"	4 h n.	8,55	13,2	15	15,54	66	5	27	2	< 1	"	1,3485	7,3
10	Hengst	4 1/2	1,67	"	"	5 h n.	6,77	11,4	17	8,18	43	4	50	3	< 1	"	1,3496	7,9

Als Mittelzahl berechne ich für das ausgewachsene Pferd ohne Rücksicht auf das Geschlecht 6,94 Mill.; die beobachteten grössten Abweichungen liegen mit 6,28 bzw. 7,43 Mill. nur 10 bzw. 7 % von diesem Werte ab. Eine eindeutige Abhängigkeit der Erythrocytenzahl vom Geschlecht ergibt sich nicht.

Auch der Hämoglobingehalt des Blutes, der sich noch genauer feststellen liess als die Erythrocytenzahl, ist relativ konstant. Als Mittelwert aus allen Bestimmungen finde ich 12,4 g, als niedersten 11,2 g, als höchsten 13,5 g, das sind nur Unterschiede von 10 bzw. 9 %. Ein nennenswerter, durch das Geschlecht bedingter Einfluss ist nicht nachweisbar: Fohlen 13,2, Hengst 11,4, Stuten 12,6, Wallache 12,3 g.

Dasselbe gilt, abgesehen vom Fohlen, auch vom Hämoglobingehalt eines Erythrocyten, der rund $18 \cdot 10^{-12}$ g als Gesamtmedium und als Mittel für Stuten und Wallache beträgt; den niedersten Wert weist das Fohlen mit 15, den höchsten ein Wallach mit 20 auf, Marloff (S. 3) fand 19.

Die Leukocytenzahl schwankt den Erwartungen entsprechend stärker, Mittelwert für das erwachsene Pferd 10,30, niederster Wert 8,18, höchster 12,24 Taus., also Unterschiede von 20 bzw. 19 %. Auch hier ist kein eindeutiger Einfluss des Geschlechtes nachweisbar (Hengst 8,18, Stuten 10,26, Wallache 11,08), wohl aber des Alters; das Fohlen hat wie üblich einen höheren Wert: 15,54 Taus. Alle diese Zahlen stimmen noch am besten mit den von Storch ermittelten und S. 6 erwähnten überein.

Von den Leukocytenarten wurden im Mittel für das ausgewachsene Pferd:

Lymphocyten	38 %	(Hengst 43, Stuten 36, Wallache 39)
Mononukleäre und Übergangsformen	4 %	(„ 4, „ 3, „ 5)
Neutrophile Leukocyten	54 %	(„ 50, „ 55, „ 52)
Eosinophile Leukocyten	4 %	(„ 3, „ 5, „ 4)
Basophile Leukocyten	< 1 %	gezählt.

Auch hier ist ein auf das Geschlecht zurückzuführender Unterschied kaum vorhanden, wohl aber wieder ein Altersunterschied, kenntlich an der Lymphocytose des Fohlens, das volle 66 % Lymphocyten bei nur 27 % neutrophilen Leukocyten aufweist, daneben 5 % mononukleäre und Übergangsformen, 2 % eosinophile und unter 1 % basophile. Interesse verdienen immer wieder die massigen Granula der eosinophilen Leukocyten des Pferdes.

Die Seite 6 erwähnten Autoren haben weniger Lymphocyten (30 %), dagegen mehr neutrophile Leukocyten (63 %) gefunden.

Die Thrombocyten waren in allen Präparaten in relativ geringer Menge vorhanden.

Recht konstant wurde auch der Brechungsexponent des Plasmas beim ausgewachsenen Pferd gefunden, im Mittel zu 1,3495 mit grössten Abweichungen von 0,07 bzw. 0,09 % entsprechend Werten von 1,3485 und 1,3507. Das Fohlen weist mit einer Stute den niedersten Wert von 1,3485 auf, der Hengst 1,3496, Stuten 1,3494, Wallache 1,3496, also keine in Betracht kommenden Unterschiede. Entsprechend verhalten sich die daraus abgeleiteten Eiweissprocente, Mittelwert 7,8.

Als Gesamtergebnis ist beachtenswert, dass die ausgewachsenen Pferde eine recht konstante Zusammensetzung ihres Blutes aufweisen.

Noch sei eines anämischen Pferdes gedacht, das Herr Professor Bürker Gelegenheit hatte, am 30. Oktober 1918 zu untersuchen: 1,43 Mill. Erythrocyten, 3,1 g Hämoglobin, $21 \cdot 10^{-12}$ g Gehalt eines Erythrocyten an Hämoglobin, 10,72 Taus. Leukocyten, darunter 13 % Lymphocyten, 34 % mononukleäre und Übergangsformen, 53 % neutrophile, unter 1 % eosinophile und basophile Leukocyten, Brechungsexponent 1,3467, Eiweissprocente 6,3. Bei der Bewegung zeigte das Tier Atemnot. Die Erythrocytenzahl beträgt also nur ein Fünftel der Norm, der Hämoglobingehalt ein Viertel, dementsprechend ist der Hämoglobingehalt eines Erythrocyten von 18 im Mittel auf $21 \cdot 10^{-12}$ g gestiegen. Die Gesamtleukocytenzahl ist normal, auch die Zahl der neutrophilen, dagegen sind die Lymphocyten stark vermindert, die mononukleären und Übergangsformen sehr stark vermehrt, der Brechungsexponent des stark goldgelb gefärbten Plasmas erreicht einen so niederen Wert wie bei keinem der bisher untersuchten Pferde.

Das Blut der Rinder.

Versuche vom 9. bis 23. Januar 1919 (siehe nebenstehende Tabelle).

Leider war es nicht möglich, Kälber und Bullen in grösserer Zahl zu untersuchen.

Als mittlere Erythrocytenzahl ergibt sich ohne Rücksicht auf Geschlecht und Alter 5,72 Mill., der niederste und höchste Wert 4,85 und 6,80 weichen vom Mittelwerte um 15 bzw. 19 % ab. Eine Abhängigkeit der Zahl vom Geschlecht besteht nicht: Stierkalb 5,70, Kühe 5,73, Ochsen 5,67; das Stierkalb war offenbar nicht jung genug, um die dem jugendlichen Organismus eigentümliche Zusammensetzung des Blutes aufzuweisen.

Nach den Marloff'schen Untersuchungen war zu erwarten, dass die mit der Thoma'schen Methode ermittelten Werte zu hoch ausgefallen sind. Das ist in der Tat der Fall, wie sich beim Vergleich mit den früher (S. 7) erwähnten, von Storch und Turowski ge-

Rind Nr.	Geschlecht	Alter in Jahren	Rasse	Ernährungs- zu- stand	Zeit der Blut- ent- ziehung	Erythrocyten in 1 cmm Blut in Mill.	Hämoglobin in 100 ccm Blut in g	Hämoglobin- gehalt eines Erythrocyten in 10 ⁻¹² g	Leukocyten in 1 cmm Blut in Taus.	Leukocytenarten in Prozenten					Thrombocyten	Berechnete des Plasmas Exponent	Berechnete des Plasmas Koeffizient
										Lymphocyten	Monokleäre u. Übergangsformen	Neutrophile	Eosinophile	Basophile			
1	Ochse	4 ^{3/4}	Simmental	mittelgut	11 ^{1/2} h v.	5,30	10,4	20	6,42	73	15	10	2	< 1	viel	1,3479	6,9
"	Kuh	9	Vogelsberg	gut	11 h v.	4,99	10,5	21	8,69	33	7	58	2	< 1	"	1,3478	6,9
"	"	9	Simmental	"	10 h v.	6,20	10,5	17	9,88	69	10	15	6	< 1	"	1,3490	7,6
"	"	7	"	"	11 h v.	5,92	10,6	18	6,83	64	15	11	10	< 1	"	1,3507	8,5
"	Ochse	4 ^{1/2}	"	"	10 ^{1/2} h v.	6,03	10,4	17	8,04	66	10	15	8	< 1	"	1,3490	7,6
"	Kuh	6	"	"	10 h v.	4,85	9,8	20	9,57	51	6	40	3	< 1	"	1,3438	7,5
"	"	5	"	"	10 ^{1/2} h v.	5,94	11,7	20	6,62	74	11	11	4	< 1	"	— ¹⁾	— ¹⁾
"	"	5	"	"	11 h v.	5,44	11,9	22	6,04	68	13	12	6	1	"	1,3505	8,5
"	Stierkalb	1 ^{3/4}	"	"	10 h v.	5,70	10,3	18	9,00	73	9	12	6	< 1	"	1,3478	6,9
"	Kuh	4	"	"	10 h v.	6,80	11,8	17	7,91	66	7	23	3	< 1	"	1,3497	8,0

1) Gläschen mit Blut beim Zentrifugieren zersprungen.

fundenen Werten ergibt, die, abgesehen von den Storch'schen Werten für die Kühe, um fast 1 Million höher liegen.

Ebenso konstant wie bei den Pferden ist auch der Hämoglobingehalt bei den Rindern. Als Mittel berechne ich 10,8 g; der niederste Wert 9,8 und der höchste 11,9 weichen davon nur um 9 bzw. 10% ab. Ein deutlicher Einfluss des Geschlechts ist nicht ersichtlich: Stierkalb 10,3, Kühe 11,0, Ochsen 10,4. Eine gute Übereinstimmung besteht mit den S. 8 erwähnten, von Abderhalden gefundenen Werten 10,6 und 10,3 g.

Auch der Hämoglobingehalt eines Erythrocyten ist nur geringen Schwankungen unterworfen: Mittlerer Wert 19, niederster 17, höchster $22 \cdot 10^{-12}$ g. Marloff fand in einem Falle 18. Stierkalb 18, Kühe 19, Ochsen 19, also kein Einfluss des Geschlechts nachweisbar.

Die Schwankungen in der Leukocytenzahl sind grösser, der niederste Wert 6,04 und der höchste 9,88 liegen um 24 bzw. 25% vom Mittelwerte 7,90 Taus. ab. Stierkalb 9,00, Kühe 7,93, Ochsen 7,23; Werte von sogar über 9,00 kommen aber auch bei Kühen vor, das Stierkalb ist eben nicht jung genug, um die Leukocytose des jugendlichen Organismus zu zeigen. Meine Resultate stimmen also im allgemeinen mit denen der S. 8 genannten Autoren überein, nur ist der Schwankungsbereich bei meinen Werten kleiner, freilich auch die Zahl der untersuchten Tiere.

Die Leukocytenformel für das Rind lautet nach meinen Untersuchungen: 64% Lymphocyten, 10% mononukleäre und Übergangsformen, 21% neutrophile, 5% eosinophile und unter 1% basophile Leukocyten. Ich finde daher eine noch ausgesprochenere Lymphocytose bei diesem Tier als die früheren Untersucher (S. 8). Den Angaben Utendörfer's, der wie ich Rinder Simmentaler Rasse untersuchte, kann ich nicht beistimmen. Erfahrungsgemäss herrscht unter den Rindern sehr häufig Tuberkulose, bei der es aber gerade zu einer Abnahme der Lymphocyten, wie sie Utendörfer konstatiert hat, kommt. Im Blute des Rindes Nr. 9 wurden viel Coccen und Stäbchen gefunden.

Eindeutige, durch das Geschlecht bedingte Unterschiede sind nicht sicher erweisbar:

	Lympho- cyten	Mononukleäre und Über- gangsformen	Neutro- phile	Eosino- phile	Baso- phile
Stierkalb . . .	73	9	12	6	< 1
Kühe	65	10	24	5	< 1
Ochsen	70	13	13	5	< 1

Thrombocyten waren immer reichlich in den Präparaten vorhanden.

Als Mittelwert für den Brechungsexponenten des Plasmas ergibt sich 1,3490 entsprechend 7,6% Eiweiss, als niederster Wert 1,3478, als höchster 1,3507, das sind Abweichungen von 0,08 bzw. 0,13%. Stierkalb 1,3478, Kühe 1,3494, Ochsen 1,3485 im Mittel.

Auffallend ist auch beim Rinde die relativ grosse Konstanz des Hämoglobingehaltes.

Das Blut der Hunde.

Versuche vom 24. Januar bis 6. Februar 1919 (siehe umstehende Tabelle).

Die mittlere Erythrocytenzahl beträgt 6,59 Mill., die Werte schwanken um diesen Mittelwert von 5,39—7,74 Mill., also um 18 bzw. 17%. Rüden im Mittel 6,50, Weibchen 6,96. Die nicht ausgewachsenen Hunde Nr. 1 und 5 zeigen keine höheren Zahlen, sogar die niedersten. Der neueste, von Klieneberger und Carl gefundene Mittelwert liegt mit 7,23 Mill. um 10% höher, was wohl auf den der Thoma'schen Methode anhaftenden Fehler zurückzuführen ist.

Als niederster Hämoglobingehalt des Blutes wurde 12,9, als höchster 19,3 g gefunden, Mittelwert aus allen Bestimmungen 15,8, demnach grösste Abweichungen um 18 bzw. 22%. Rüden im Mittel 15,1 g, Weibchen auffallenderweise 18,6 g. Die nicht ausgewachsenen Hunde zeigen wie die niedersten Erythrocytenzahlen so auch den niedersten Hämoglobingehalt. Die Schwankungen sind bemerkenswert gross, was wohl auf die grosse Variabilität in der Gattung *Canis familiaris* zurückzuführen ist. Auch die früher (S. 9) genannten Autoren haben sehr wechselnde Werte beobachtet. Der von Klieneberger und Carl angegebene Mittelwert, 16,3 g, stimmt ziemlich genau mit dem meinigen überein.

Der Hämoglobingehalt eines Erythrocyten beträgt durchschnittlich 24, der kleinste Wert 22, der grösste 29; männliche Tiere 23, weibliche 27. Die jungen Tiere unterscheiden sich nicht wesentlich von den älteren.

Die Gesamtzahl der Leukocyten beträgt im Mittel 12,60 Taus., sie schwankt zwischen den Werten 5,81 und 22,08, von denen der erste abnorm niedrig ist und ganz allein steht. Rüden 13,43, Weibchen 9,29. Das jüngste Tier weist den höchsten Wert auf. Meine Werte stimmen noch am besten mit denen von Klieneberger und Carl überein. Inwieweit bei meinen Hunden Verdauungsleukocytose in Frage kommt, entzieht sich meiner Beurteilung, da ich die Futteraufnahme nicht kontrollieren konnte.

Unter den Leukocyten finde ich 25% Lymphocyten, 8% mononukleäre und Übergangsformen, 57% neutrophile, 10% eosinophile

Hund Nr.	Geschlecht	Alter in Jahren	Rasse	Ernährungs- zustand	Zeit der Blut- entziehung	Erythrocyten in 1 cmm Blut in Mill.	Hämoglobingehalt in 100 ccm Blut in g	Hämoglobingehalt eines Erythrocyten in 10 ⁻¹² g	Leukozyten in 1 cmm Blut in Taus.	Leukozytenarten in Prozenten					Thrombocyten	Brechungs- exponent des Plasmas	Berechnete Hävis- prozent des Plasmas
										Lymphocyten in Übergangsformen	Neutrophile	Eosinophile	Basophile				
1	Rüde	3/4	Deutsches Kurzhaar	gut	10 h v.	5,85	12,9	22	9,74	37	12	41	10	< 1	wenig	1,3486	7,3
2	"	5	Pinscher	"	10 h v.	5,99	13,1	22	9,78	19	9	57	15	< 1	"	1,3485	7,3
3	Weibchen	1 1/2	Deutscher Schäferhund	"	10 h v.	6,18	17,9	29	12,77	23	12	60	5	< 1	"	1,3486	7,4
4	Rüde	5	Deutsches Kurzhaar	"	10 h v.	6,55	15,5	24	15,42	13	5	71	10	< 1	mittel	1,3479	7,0
5	"	1/2	Deutscher Schäferhund	"	10 h v.	5,39	12,9	24	22,08	28	6	60	7	< 1	wenig	1,3469	6,4
6	Weibchen	9	Dobermann	sehr gut	10 h v.	7,73	19,3	25	5,81	24	7	60	9	< 1	"	1,3500 ¹⁾	8,1
7	Rüde	2	Dachshund	gut	5 h n.	7,74	18,3	24	13,44	33	9	50	8	< 1	"	1,3478	6,9
8	"	4 1/2	"	"	9 h v.	6,61	15,9	24	10,24	28	6	49	17	< 1	"	1,3469	6,4
9	"	7	Deutscher Schäferhund	"	8 h v.	6,50	14,9	23	12,91	23	6	65	6	< 1	"	1,3481	7,1
10	"	6	Dobermann	"	8 1/2 h v.	7,37	17,4	24	13,85	19	7	58	15	< 1	"	1,3503 ¹⁾	8,3

¹⁾ Das Plasma war, wie die spektroskopische Untersuchung mit dem Vergleichsspektroskop ergab, nicht ganz hämoglobinfrei.

und unter 1% basophile. Für Rüden bzw. Weibchen sind die Werte 25 und 24, 8 und 10, 56 und 60, 11 und 7, unter 1. Eine Lymphocytose ist bei den jüngeren Tieren nicht eindeutig nachweisbar. Auffallend ist die Eosinophilie. Gegenüber Klieneberger und Carl finde ich mehr Lymphocyten, mononukleäre und Übergangsformen und mehr eosinophile, dagegen weniger neutrophile.

Thrombocyten waren in den Präparaten nur in geringer Zahl vorhanden.

Mittelwert des Brechungsexponenten des Plasmas 1,3484 entsprechend 7,2% Eiweiss, niederster Wert 1,3469, höchster 1,3503, also Abweichungen von 0,11—0,14%. Rüden 1,3481, Weibchen 1,3493, kein eindeutiger Einfluss des Alters.

4. Zusammenfassung.

Die genauere Untersuchung des Blutes von zehn Pferden, zehn Rindern und zehn Hunden, welche vor allem die Ermittlung absoluter Werte zum Ziele hatte, ergab für diese Tierarten die in der nachstehenden Tabelle mitgeteilten Durchschnittswerte.

	Erythrocyten in 1 cmm Blut in Mill.	Hämoglobin in 100 ccm Blut in g	Hämoglobingehalt eines Erythrocyten in 10 ⁻¹² g	Leukocytenzahl in 1 cmm Blut in Taus.
Pferde	6,94	12,4	18	10,30
Rinder	5,72	10,8	19	7,90
Hunde	6,59	15,8	24	12,60

	Leukocytenarten in Prozenten					Thrombocyten	Brechungsexponent des Plasmas	Berechnete Eiweissprocente
	Lymphocyten	Mononukleäre und Übergangsformen	Neutrophile	Eosinophile	Basophile			
Pferde . .	38	4	54	4	< 1	wenig	1,3495	7,8
Rinder . .	64	10	21	5	< 1	viel	1,3490	7,6
Hunde . .	25	8	57	10	< 1	wenig	1,3484	7,2

Von den wesentlichen Blutwerten war das Hämoglobin am genauesten bestimmbar. Aus den geringen Schwankungen, welche der Hämoglobingehalt des Pferde- und Rinderblutes aufweist — die ex-

tremen Werte weichen nur etwa um 10% vom Mittelwerte ab — muss man schliessen, dass diese Tiere eine im bezug auf die Erythrocyten und das in ihnen enthaltene Hämoglobin sehr konstante Zusammensetzung ihres Blutes aufweisen. Das gilt nicht vom Hunde, hier sind die Schwankungen etwa doppelt so gross, was offenbar auf die grosse Rassenverschiedenheit zurückzuführen ist.

Die ermittelten Erythrocytenzahlen sind niedriger als die von anderen Autoren gefundenen; da diese Autoren alle mit der zu grosse Werte angehenden Thoma'schen Methode gezählt haben, so war dieses Resultat auf Grund der neueren Untersuchungen über die Methode der Erythrocytenzählung zu erwarten.

Der so wichtige mittlere Hämoglobingehalt eines Erythrocyten ist zum ersten Male genauer bestimmt worden, er ist mit 18 bzw. $19 \cdot 10^{-12}$ g nicht wesentlich bei Pferd und Rind verschieden, erreicht aber beim Hunde den Wert 24, beim Menschen sogar $30 \cdot 10^{-12}$ g.

Die ermittelten Leukocytenzahlen entsprechen etwa den von anderen Autoren gefundenen.

Im Ausstrichpräparat des Rinderblutes fällt die starke Agglutination der Erythrocyten und die grosse Zahl von Stechapfelformen auf, Erscheinungen, die man auch in der Hayem'schen Lösung bei der Erythrocytenzählung beobachten kann. In diesem Zusammenhange ist auch der reiche Gehalt des Rinderblutes an Thrombocyten bemerkenswert.

Bestätigt wird die starke Lymphocytose des Rinderblutes im Gegensatze zum Pferde- und Hundeblut.

Der Brechungsexponent des Plasmas ist mit 1,3490 im Mittel bei allen drei Tierarten nur geringen Schwankungen unterworfen. Er ist durchschnittlich am grössten im Pferde-, kleiner im Rinder-, noch kleiner im Hundeblut.

Auffallend ist, dass ein wesentlicher Einfluss des Geschlechtes auf die Zusammensetzung des Blutes bei den ausgewachsenen Tieren nicht nachweisbar war. Vielleicht hängt dies damit zusammen, dass bei den Tieren eine Arbeitsteilung mit Rücksicht auf das Geschlecht nicht so wie beim Menschen in Betracht kommt, doch bedarf es in dieser Beziehung noch weiterer Untersuchungen.

Auch ist die genauere Differentialzählung der grossen Lymphocyten und der kleineren mononukleären und Übergangsformen bei den drei Tierarten erwünscht.

Lebenslauf.

Ich, Paul Kuhl, wurde geboren am 18. März 1888 zu Bensheim a. d. B. als Sohn des Kreisstrassenmeisters Heinrich Kuhl und seiner Ehefrau Elise geb. Lahr. Von Ostern 1894 ab besuchte ich die Vorschule und dann das Progymnasium zu Bingen a. Rhein, trat im Herbst 1905 in die Unterprima des Herbstgymnasiums zu Mainz ein und legte dort im Sommer 1908 die Reifeprüfung ab. Vom Wintersemester 1908/09 ab widmete ich mich in Giessen dem Studium der Tierheilkunde und bestand Ende Sommer 1910 die naturwissenschaftliche Vorprüfung. Im Wintersemester 1910/11 besuchte ich die tierärztliche Hochschule in Berlin, kehrte im Sommersemester 1911 nach Giessen zurück und erwarb hier Ende Sommer 1913 die tierärztliche Approbation. Im August und September war ich am Schlachthof in Darmstadt tätig und diente darauf vom Oktober 1913 ab als Einjährig-Freiwilliger in der 2. Batterie des 2. Grossh. Hess. Feldartillerie-Regiments Nr. 61 in Darmstadt. Am 1. April 1914 wurde ich zum Einjährigen Tierarzt befördert und kam bei Kriegsausbruch als Abteilungsveterinär zu der I. Abteilung des Grossh. Artilleriekorps, 1. Grossh. Hess. Feldartillerie-Regiments Nr. 25. In dieser Stellung blieb ich zuletzt als Oberveterinär der Reserve bis Ende August 1918, wo mich eine Verwundung zwang, meine Truppe zu verlassen. Vom November 1918 bis März 1919 beschäftigte ich mich unter Leitung von Herrn Prof. Dr. Bürker am physiologischen Institut der Universität Giessen mit der Anfertigung der vorliegenden Arbeit.
