

Zeitschrift: Schweizer Archiv für Tierheilkunde SAT : die Fachzeitschrift für Tierärztinnen und Tierärzte = Archives Suisses de Médecine Vétérinaire
ASMV : la revue professionnelle des vétérinaires

Herausgeber: Gesellschaft Schweizer Tierärztinnen und Tierärzte

Band: 74 (1932)

Heft: 10

Artikel: Spektrophotometrische Untersuchungen des Hämoglobins gesunder und kranker Haustiere

Autor: Krupski, Anton

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-591482>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 11.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Aus dem Institut für interne Vet.-Medizin der Universität Zürich.¹⁾

Spektrophotometrische Untersuchungen des Hämoglobins gesunder und kranker Haustiere.

Arbeit mit Unterstützung der Stiftung für wissenschaftliche
Forschung der Universität Zürich.

Von Anton Krupski.

Das absorptive Verhalten des Blutfarbstoffes gesunder und kranker Haustiere zu prüfen, war der Zweck über ein Jahr zurückliegender Untersuchungen, deren Resultate im folgenden mitgeteilt werden sollen.

Die Körperfarben sind bedingt durch Auslöschung, Extinktion, bestimmter Anteile des weissen Lichtes. In ihrem Absorptionsspektrum, somit auch im Spektrum des roten Blutfarbstoffes, fehlen Strahlen gewisser Wellenlängen, die im weissen Licht vorkommen. Qualität und Intensität der Farbe hängen ab von der Art der ausgelöschten Strahlen und vom Grade ihrer Auslöschung. Die zur Messung der Absorption angewendete optische Methode hat den Vorteil, dass der Farbstoff keinen eingreifenden, etwa chemischen Prozeduren unterworfen werden muss. Wir kennen sodann die typischen Absorptionsbanden des Oxy-Hämoglobins. Die Lage des Maximums der Extinktion in einem solchen Band ist bestimmt und kann durch die Wellenlänge des mit maximaler Intensität ausgelöschten Strahles definiert werden. Diese Zahl ist für jede Farbstoffbande typisch. Nun kommen im Vollblut ausser Hämoglobin auch andere gefärbte Körper wie Bilirubin, sowie karotinoide Farbstoffe vor²⁾. Um eine Beeinflussung der reinen Hämoglobin-Absorption durch diese Farbstoffe auszuschalten, kam folgendes Prozedere zur Anwendung:

Das der Vena jugularis frisch entnommene Blut wurde mehrmals mit blutisotonischer Na-Cl-Lösung gewaschen und jeweils so lange zentrifugiert bis die Waschflüssigkeit völlig eiweissfrei war. Die Prüfung erfolgte mit Sulfosalizylsäure. Nach Abheberung der Waschflüssigkeit bestand das Zentrifugat somit ledig-

¹⁾ Den Herren Kollegen V. Henri und H. von Halban spreche ich meinen aufrichtigen Dank aus für ihre Ratschläge und die Überlassung von Apparaturen.

²⁾ Siehe Hammarsten: Physiologische Chemie, 1926.

lich aus Erythrozyten, zwischen denen natürlich etwas physiologische Na-Cl-Lösung verblieb. Diese gewaschenen roten Blutkörperchen dienten nun zur Herstellung einer Hämoglobinlösung. Die Hämolyse wurde mit destilliertem Wasser vorgenommen. Der Zusatz 1—2 Tropfen Ammoniak zu 100 ccm 5% Hämoglobinlösung, machte die Flüssigkeit völlig klar. In Vorversuchen erwies sich die beste Konzentration 1 $\frac{0}{00}$. Diese verdünnte, klare Hämoglobinlösung, in sog. Balyrohre eingeschlossen, kam nun in den Strahlengang eines kondensierten Eisenfunken. Das durch einen Quarz-Prismen-Spektographen erzeugte Spektrum wurde photographisch aufgenommen. Für diesen Teil der Arbeit ist lediglich die Absorption im kurzwelligen Gebiet des sichtbaren Spektrums berücksichtigt worden.

In diesem Spektralbereich liegt die violette γ -Bande des Oxy-Hämoglobins. Das Emissionsspektrum des Eisenfunken ist hier sehr intensiv und linienreich. Ferner ist die Empfindlichkeit der photographischen Platten für Licht dieser Wellenlängen sehr gross. Das Intensitätsmaximum der γ -Bande liegt bei 4137 Å. Die Maxima der α - bzw. β -Bande liegen bei 5764 bzw. 5410 Å. Die genaue Bestimmung der Lage der Bandenmaxima der α -, β -, γ -Banden in Beziehung zu Tierart, Rasse, Krankheit bildet den Gegenstand von Untersuchungen, die wir zurzeit mit F. Almasy durchführen.

Nach der Methode von V. Henri werden nun zur Bestimmung der Absorptionsgrösse Lösungsspektren verschiedener Schichtdicken auf der gleichen Platte aufgenommen und dazwischen jeweils in der gleichen Schichtdicke das Lösungsmittel, d. h. destilliertes Wasser. Die Belichtungszeit dauerte für die Hämoglobinlösung 60 und 40 Sek., für das Lösungsmittel Wasser stets 10 Sek.

Bekanntlich ist die Schwärzung der photographischen Platte eine Funktion der Belichtung $J \cdot t$ (J = Lichtintensität, t = Belichtungsdauer). Auf diese Weise erhält man auf einer Platte Serien dreier zusammengehöriger Spektren gleicher Schichtdicke mit dem Spektrum des Lösungsmittels in der Mitte. Diese Anordnung ist von Henri deshalb getroffen worden, weil sie eine bequeme Bestimmung der Stellen gleicher Intensität der Spektren der Lösung und des Lösungsmittels gestattet. Diese Stellen gleicher Schwärzung sind in ihrer Lage durch das Eisenpektrum genau bestimmt. Für sie können auf Grund der Beziehungen, die zwischen dem Absorptionskoeffizienten, der Belichtungszeit, der Konzentration und der Schichtdicke bestehen, die

Zahlenwerte des Absorptionskoeffizienten ϵ berechnet und gegen die Wellenlänge (als Abszisse) in einem Koordinatensystem eingetragen werden. Durch Verbindung der Punkte kommt man zu Kurven, die es ermöglichen, die untersuchten Flüssigkeiten untereinander nach dem Grade der Absorptionsfähigkeit zu vergleichen.

Kurz zusammengefasst sucht man also in unserem Falle durch die Spektrophotometrie einer Hämoglobinlösung von der Extinktion in einer bestimmten Spektralregion Kenntnis zu erhalten.

Die Extinktion ist durch folgende Formel physikalisch definiert:

$$\epsilon = \frac{0,95}{c \cdot d} \cdot \log \frac{t_1}{t_2}; \text{ es bedeuten:}$$

- c = Konzentration des gelösten Stoffes in Grammen pro 100 ccm Lösung,
- d = Schichtdicke in cm,
- t_1 = Belichtungsdauer der Lösung,
- t_2 = Belichtungsdauer des Lösungsmittels,
- 0,95 = Schwarzschild'sche Konstante¹⁾.

In Fällen, wo die absolute Konzentration c unbekannt ist, wird durch die Auswertung der Spektrogramme die Grösse

$$\epsilon \cdot c = \frac{0,95}{d} \cdot \log \frac{t_1}{t_2} \text{ bestimmt.}$$

Trägt man in einem Koordinatensystem die Zahlenwerte von $\log. \epsilon \cdot c$ als Ordinaten gegen die Wellenlänge λ als Abszisse ein, so erhält man Absorptionskurven, die Konzentrations-Unterschiede (infolge der Additivität der $\log. c$ -Werte) in übersichtlicher Weise anzeigen. Bei Variation des Wertes c erhält man auf diese Art eine Schar paralleler, gegeneinander in der Ordinatenrichtung verschobener Absorptionskurven.

Bevor nun die Resultate besprochen werden, ist es notwendig, die Methodik einer kritischen Betrachtung zu unterziehen und es sind dabei folgende Punkte zu beachten:

Wie bereits eingangs erwähnt worden ist, sind die Erythrozyten durch Waschen mit einer blutisotonischen Kochsalzlösung vollständig von Plasma befreit worden. Die Fehlerquelle absor-

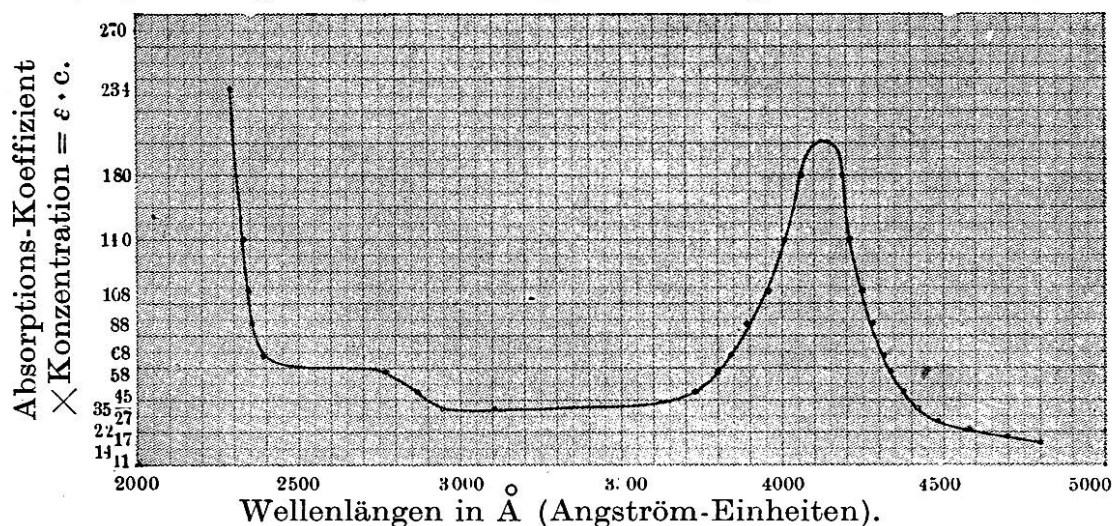
¹⁾ Wegen der Beziehung $\frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{t_1}{t_2}\right)^x$. Für die benützten photographischen Platten ist $x = 0,95$.

bierender Farbstoffe des Plasmas konnte dadurch völlig ausgeschaltet werden. Ferner ist zu bedenken, dass der Wassergehalt des Blutes bei verschiedenen Tieren Schwankungen unterworfen ist. Starkes Schwitzen oder langes Dürsten bedingt zum Beispiel Bluteindickung. Sodann zeigt auch die Erythrozytenzahl individuelle Schwankungen. Ich verweise nur auf den extremen Wert von 12 656 000 im Vollblut eines septikämischen Pferdes, während im gleichen gewaschenen Blut die Normalzahl von ca. 19 Millionen gefunden wurde (Fall 29, Tabelle II). Aus diesen Gründen kann Vollblut nicht als Ausgangsmaterial dienen, da die Resultate nicht ohne weiteres untereinander vergleichbar wären. Eine Forderung ist freilich sehr zu beachten, dass das Erythrozytendepot in allen zu vergleichenden Proben die gleiche Menge Waschflüssigkeit enthalte. Da diese nicht restlos abgehebert werden kann, verbleibt natürlich immer ein gewisses Quantum davon zwischen den roten Blutkörperchen. Das Postulat der gleichen Dichte der Erythrozytenaufschwemmung kann immerhin durch geübtes Absaugen weitgehend erfüllt werden, so dass die Fehler innerhalb normaler Grenzen sich bewegen. Ich verweise auf die im allgemeinen gut übereinstimmenden Zahlenwerte der pro Kubikmillimeter gezählten Erythrozyten des gewaschenen Blutes. Auf Abweichungen von diesem Verhalten bei pathologischen Fällen kommen wir noch zu sprechen. Die Zählungen bei Voll- und gewaschenem Blut sind durchgeführt worden mit dem Bürker'schen Zählapparat. Ob mit Ringer- oder physiologischer Kochsalzlösung gewaschen wird, ist wohl ohne Einfluss auf die schliessliche Anzahl roter Blutkörperchen in der Volumeneinheit, weil durch den geringen in Betracht fallenden pH-Unterschied der Quellungszustand der Erythrozyten kaum eine Änderung erfährt. Ein ca. $\frac{3}{4}$ jähriges Fohlen, dessen Erythrozyten 6—7 μ im Durchmesser massen, gab z. B. folgende Werte:

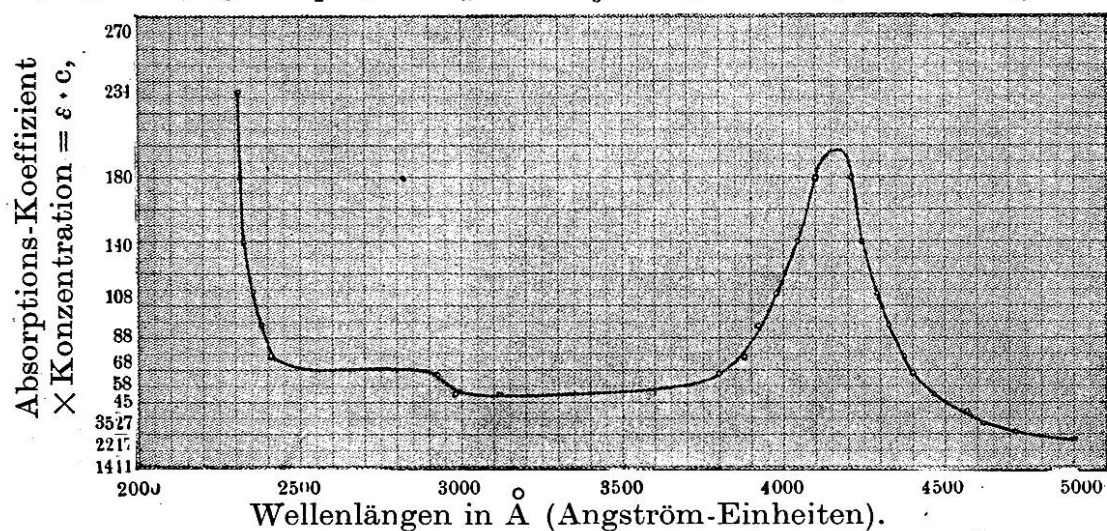
| | |
|--|------------|
| mit physiologischer Na-Cl-Lösung gewaschen | 20 096 000 |
| mit Ringer-Lösung gewaschen | 21 344 000 |

Bei der Herstellung der Verdünnungen ist sodann ein vorheriges gründliches Umrühren und Durchmischen des Depots unerlässlich. Man erzielt so eine gute Verteilung in den oberen, mittlern und untern Schichten des Erythrozytendepots, wie die folgenden Zählungen beweisen:

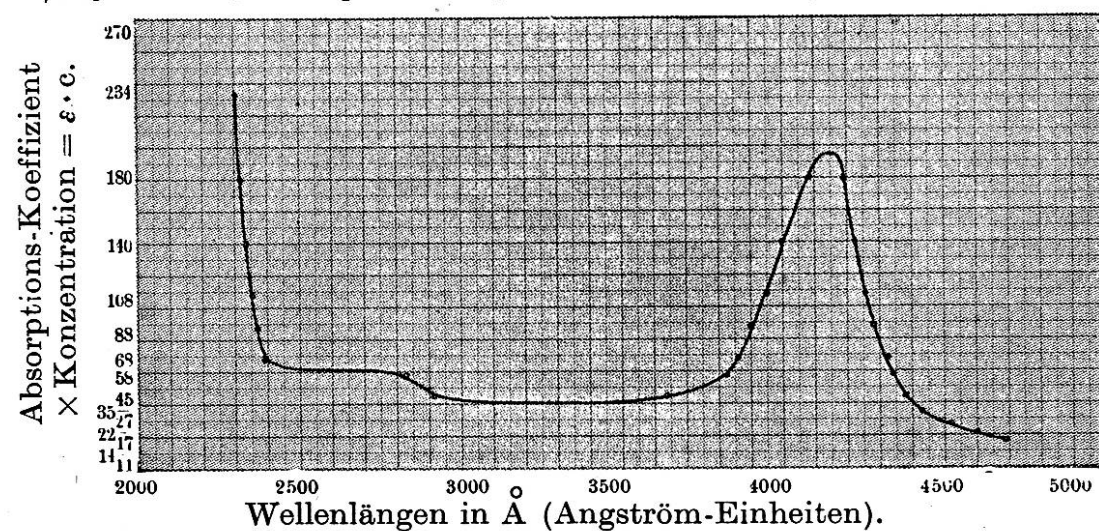
Gewaschenes Oxalat-Blut. Pferd, Fall 7, normal, Tab. I. *Kurve 1.*
 $10/1000$ ige Lösung in H_2O , Lösung zentrifugiert. 10. III. 1932.



Gewaschenes Oxalat-Blut. Pferd, Fall 7, normal, Tab. I. *Kurve 2.*
 $10/1000$ ige Lösung in $H_2O + 2$ Tropfen NH_3 conc., Lösung zentrifugiert.



Gewaschenes Oxalat-Blut. Pferd, Fall 7, normal, Tab. I. *Kurve 3.*
 $10/1000$ ige Lösung in $H_2O + 3$ Tropfen Äther, Lösung zentrifugiert.



| Entnahme nahe der Oberfläche in | I. Fall | II. Fall |
|-----------------------------------|------------|------------|
| Depothöhe 1,5 cm | 18 960 000 | 15 216 000 |
| Entnahme in Depothöhe 0,5 cm. . . | 17 688 000 | 15 728 000 |

Bei den Verdünnungen haben wir immer mit grösseren Mengen (5 ccm gewaschene Erythrozyten) gearbeitet, um so den Pipettierungsfehler prozentual kleiner werden zu lassen. Das Einstellen des Meniskus bei dem dickflüssigen Brei erfordert viel Sorgfalt und Übung.

Bei dieser Gelegenheit soll der interessanten Tatsache Erwähnung getan werden, wie sie bei hochgradigen Anämien in Erscheinung tritt, wo oft eine auffallend niedrige Erythrozytenzahl im cmm Depot vorgefunden wird. Es ist dies kein zufälliges Resultat, was unter anderem folgende Probe beweist: Vollblut eines schwer anämischen Pferdes (Fall 1, Tabelle II) wurde

1. wie üblich mehrmals gewaschen, d. h. je 12' lang zentrifugiert und zum Schluss so weit abgehebert, bis keine sichtbare Schicht Waschflüssigkeit mehr die Oberfläche des Depots bedeckte. Die Zählung ergab 13 356 000 Erythrozyten pro cmm.

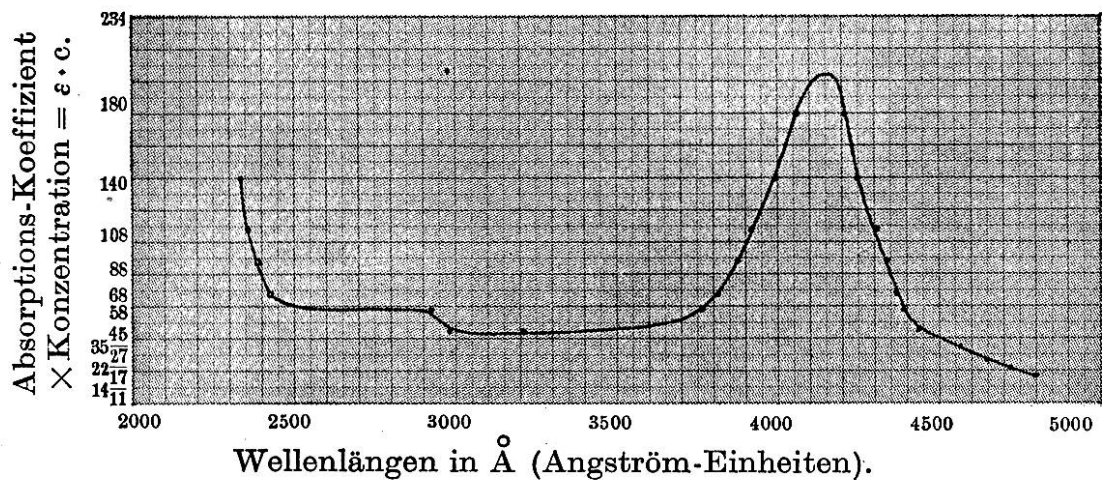
2. Vom nämlichen Vollblut wurde halb so lang (je 6') zentrifugiert und auch weniger stark abgesogen. Über dem Depot verblieb eine 2—3 mm hohe Schicht Waschflüssigkeit. Die Zählung ergab nach guter Durchmischung 12 008 000 Erythrozyten pro cmm.

3. Nun wurde schliesslich wiederum das gleiche Blut länger (je 20') zentrifugiert und ca. ein Drittel mehr abgesogen als bei der ersterwähnten Probe. Die Zählung ergab 14 704 000 Erythrozyten pro cmm.

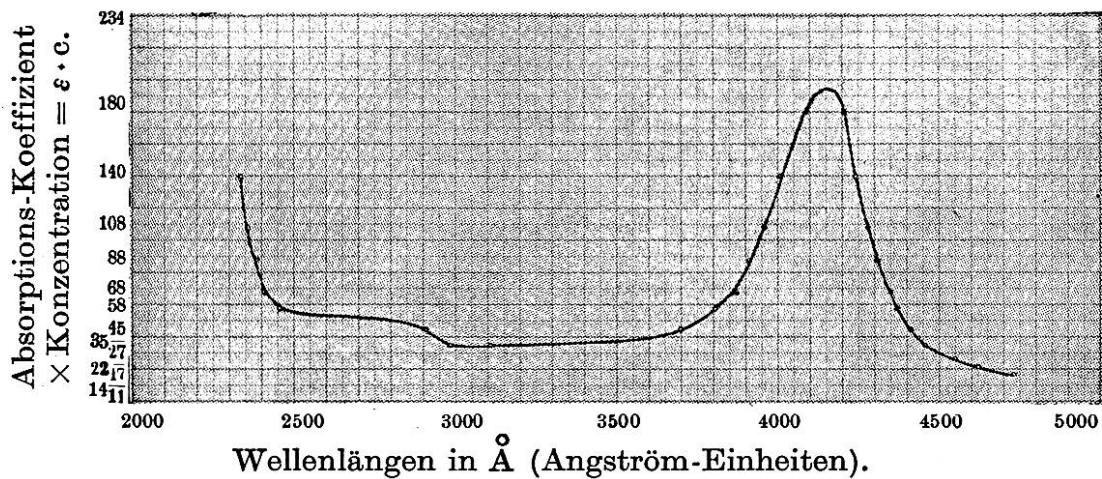
Die Normalzahlen bewegen sich zwischen 18—20 Millionen (siehe Tabellen). Diese Messungen zeigen, dass durch keine Waschprozedur aus dem Vollblut dieses anämischen Pferdes normale Depotzahlen erhältlich waren. Die Ursache liegt im Grösserwerden der roten Blutkörperchen, wie dies durch Messungen festgestellt worden ist. So massen in einem schweren Anämiefalle (Fall 4, Tabelle II) $\frac{1}{4}$ der Erythrozyten $9\ \mu$ im Durchmesser, $\frac{1}{4}$ massen $8\ \mu$, der Rest 6—7 μ , vereinzelt sogar 10 μ . Übrigens fällt ja bereits im gefärbten Präparate jeweils die ungleiche Grösse, die Anisozytose, auf. Bei normalen, erwachsenen Pferden¹⁾ verschiedener Herkunft, Rasse, verschiedenen Geschlechtes und Alters ermittelten wir folgende Werte: 6—7 μ , 7 μ , 6—8 μ , 6—7 μ , 6—7 μ , 6—7 μ , 5—7 μ , 6,5—7 μ , 6—7,5 μ , 5 μ . Im übr-

¹⁾ Vide auch Wirth, D., Grundlagen einer klinischen Hämatologie der Haustiere. 1931. Seite 110.

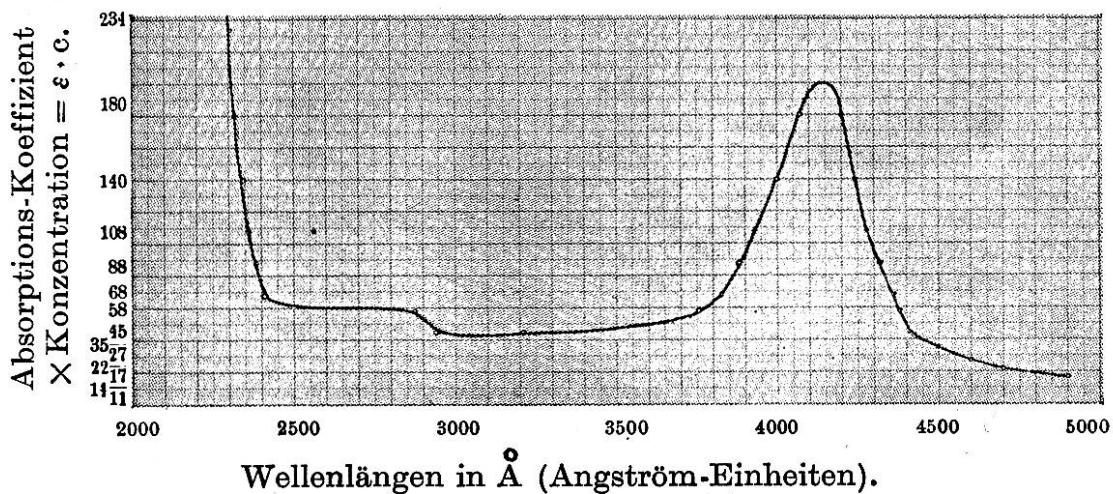
Gewaschenes Oxalat-Blut. Pferd, Fall 7, normal, Tab. I. *Kurve 4.*
 $10/00$ ige Lösung in H_2O , Lösung nicht zentrifugiert.



Gewaschenes Oxalat-Blut. Pferd, Fall 7, normal, Tab. I. *Kurve 5.*
 $10/00$ Lösung in $H_2O + 2$ Tropfen NH_3 conc., Lösung nicht zentrifug.



Gewaschenes Oxalat-Blut. Pferd, Fall 7, normal, Tab. I. *Kurve 6.*
 $10/00$ ige Lösung in $H_2O + 3$ Tropfen Äther, Lösung nicht zentrifug.



gen sind auch bei ausgesprochener Blutarmut die grossen Erythrozytenformen recht verschieden in der Häufigkeit ihres Vorkommens. Fall 5 in Tabelle II wies ca. 1% mit $9\ \mu$ Durchmesser auf. Sonst waren die Masse $6,5\text{--}7\ \mu$. Fall 7 in Tabelle II $6\text{--}7\ \mu$, vereinzelt $8\ \mu$.

Wir haben ferner untersucht, ob die bei der Hämolyse mit destilliertem Wasser allein, sowie mit destilliertem Wasser + 2 Tropfen Ammoniak (pro 100 ccm) entstehenden Stromata der Erythrozyten einen Einfluss auf die Absorptionsmessung ausüben. Zu diesem Zwecke wurden die beiden Hämoglobinslösungen zentrifugiert und jeweils vor und nach dem Zentrifugieren die Spektren aufgenommen. Auch ist vergleichsweise zur vollständigen Hämolyse und Lösung des Hämoglobins aus dem Stroma in Proben desselben Blutes neben destilliertem Wasser Äther verwendet worden. Ein Unterschied gegenüber den nicht zentrifugierten und nicht mit Äther behandelten Lösungen, wie sie immer zur Aufnahme vorbereitet worden sind, konnte nicht ermittelt werden¹⁾. Um der Möglichkeit der Methämoglobinsbildung vorzubeugen, sind die Proben jeweils am gleichen Tage verarbeitet worden. Von jedem Fall sind zwei Absorptionskurven ermittelt worden und zwar ausgehend das eine Mal von Oxalatblut und das andere Mal von defibriniertem Blut. Diese zwei $\epsilon \cdot c$ -Bestimmungen dienten zugleich als gegenseitige Kontrollen, und aus ihnen wurde der Mittelwert berechnet. Da sich die Fehler der spektrophotographischen Methoden nie ganz eliminieren lassen, sind die $\epsilon \cdot c$ -Werte gewissen Schwankungen unterworfen, was bei der Beurteilung der Messgenauigkeit in Betracht zu ziehen ist.

Aus diesen Erörterungen dürfte nun ohne weiteres hervorgehen, dass durch die $\epsilon \cdot c$ -Bestimmungen vor allen Dingen Aufschluss erhalten werden soll über die Füllung der Erythrozyten mit Hämoglobin. Dies sucht man bekanntlich auch zu erreichen durch den sog. „Färbeindex“ (F_i) oder den „Hämoglobin-Quotienten“. Man versteht darunter die Färbekraft oder den durchschnittlichen Hb-Gehalt des einzelnen roten Blutkörperchens R. Wenn man nämlich sowohl die Hämoglobinmenge als auch die Blutkörperchenzahl in einem gegebenen Falle in Prozenten der Norm ausdrückt, und die prozentische Hämoglobinzahl durch die prozentische Blutkörperchenzahl dividiert, so gibt der Quotient offenbar an, wieviel Hämoglobin das einzelne Blutkörperchen im Verhältnis zur Norm enthält.

¹⁾ Siehe Kurven 1—6.

Der normale Färbeindex wird gleich 1 gesetzt. Zur Aufstellung des normalen F_i ist somit die Kenntnis der normalen Erythrozytenzahl und des normalen Hämoglobingehaltes notwendig.

Wir haben somit folgende Beziehung:

$$F_i = \frac{\frac{\text{gefundener Hämoglobinwert}}{\text{normaler Hämoglobinwert}}}{\frac{\text{gefundene Erythrozytenzahl}}{\text{normale Erythrozytenzahl}}}$$

$$\text{oder} = \frac{\text{gefundener Hämoglobinwert} \cdot \text{normale Erythrozytenzahl}}{\text{normaler Hämoglobinwert} \cdot \text{gefundene Erythrozytenzahl}}$$

Es ist klar, dass eine exakte Bestimmung des Quotienten sowohl einen Normal-Hämoglobinwert als auch eine Normal-Erythrozytenzahl voraussetzen muss. Wegen der beträchtlichen physiologischen Schwankungen dieser Werte bei unseren Haustieren, sodann in Betracht der Untersuchungsfehler überhaupt ist der Färbeindex somit gar nicht verlässlich zu bestimmen. Auch beim Menschen darf lediglich auf erhebliche Abweichungen vom Normalwert Gewicht gelegt werden. Wir werden in einer späteren Arbeit mit F. Almasy zeigen, wie durch exakte Zählungen, sowie durch verbesserte Spektrophotometrie und die Kontrolle der spektroskopischen Resultate durch Sauerstoff-Kapazitätsbestimmungen die Hämoglobinfüllung der Erythrozyten in exakterer Weise angegeben werden kann. Das gleiche Ziel verfolgte in schönen Untersuchungen namentlich K. Bürker¹⁾.

Wir wenden uns nun zur Besprechung der normalen Fälle:

Da interessieren einmal Pferde des gemeinen Schlages und Rassepferde. Im allgemeinen weisen diese Rassepferde im cmm Vollblut eine grössere Zahl roter Blutkörperchen auf, als die schweren Zugpferde. Im Liter Vollblut besäßen die ersteren bei Annahme gleicher Hämoglobinfüllung der Erythrozyten, somit mehr Hämoglobin als die letzteren. Nach den Ergebnissen der wenigen von uns bisher in dieser Richtung untersuchten Fälle ist in der Hämoglobinfüllung der einzelnen Erythrozyten ein grösserer Unterschied nicht zu bemerken. Der Hämoglobingehalt des einzelnen roten Blutkörperchens ist pro-

¹⁾ Bürker, K., Genauere Hämoglobinbestimmungen und Erythrozytenzählungen. Handbuch der biolog. Arbeitsmethoden. Abt. IV, Teil 4, Heft 4, 1926.

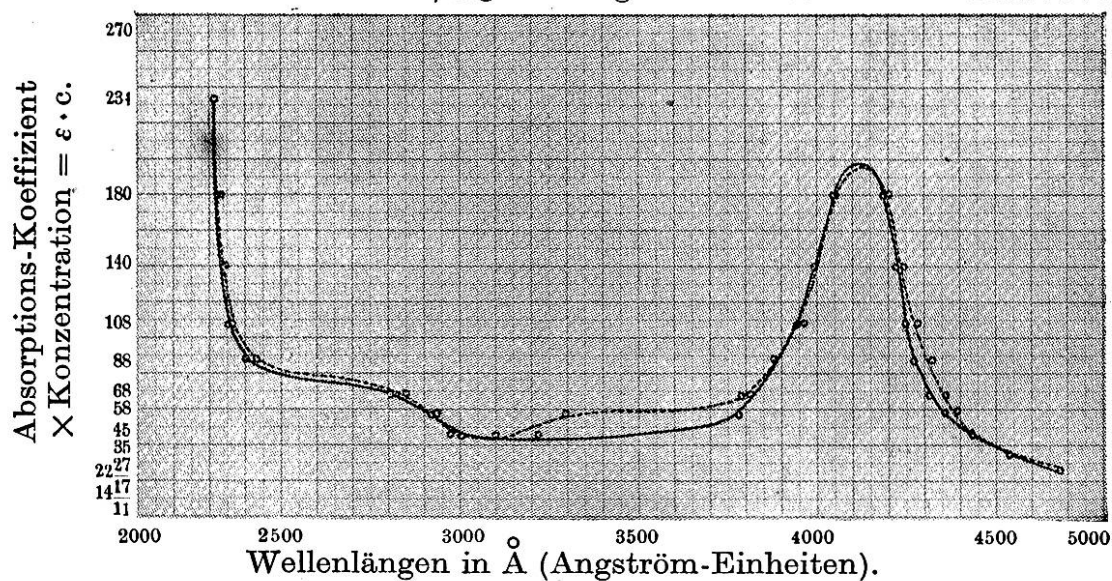
portional der in den Tabellen (Kolonne 11) für jeden Fall errechneten Grösse $F = \frac{\epsilon \cdot c}{R}$, wobei R die Zahl der Erythrozyten im cmm Depot bedeutet (Kolonne 9). Den F-Werten haften die Messfehler der spektroskopischen Bestimmung des Wertes $\epsilon \cdot c$, sowie der Fehler der Erythrozytenzählung an. Wir sind indessen daran, mehr Fälle zu sammeln und insbesondere die Zahl der roten Blutkörperchen sowie den Hämoglobingehalt mit verbesserter Methodik zu ermitteln. Bei den vier normalen, bisher untersuchten Kühen und Rindern der Braunviehrasse liegen die F-Werte zwischen 0,9 und 1,16.¹⁾

Umständehalber mussten vorwiegend zum Teil schwere Krankheitsfälle verarbeitet werden. Wir wenden uns zuerst der Anämie zu. Die Pferde, die zur Untersuchung kamen, litten ausschliesslich an einer sekundären, durch bestimmte Infektionen bedingten Blutarmut. Bei diesen Erkrankungen ist nicht nur eine vermehrte Zerstörung roter Blutkörperchen, sondern auch eine verminderte Neubildung zu beobachten, zufolge toxischer Insuffizienz des erythropoetischen Apparates. Wenn wir die Kolonnen 8 und 11 der Tabelle II durchgehen, so fällt auf, dass bei einer auch sehr starken Verminderung der Erythrozyten im cmm Blutflüssigkeit die F-Zahlen nicht wesentlich den Mittelwert unterschreiten. Die Abnahme der roten Blutkörperchen im Vollblut geht somit bei diesen Anämien auf keinen Fall parallel mit einer Hämoglobinverarmung der übrig bleibenden roten Blutelemente. Dafür spricht übrigens auch die gewöhnliche klinische Sahli-Bestimmung, indem dieser Wert in der Regel proportional der Erythrozyten Verminderung im Vollblut sinkt. Die Füllung ist im Gegenteil eine gute, zuweilen sogar abnorm hohe. Wir kommen auf diese interessante Tatsache noch besonders zu sprechen.

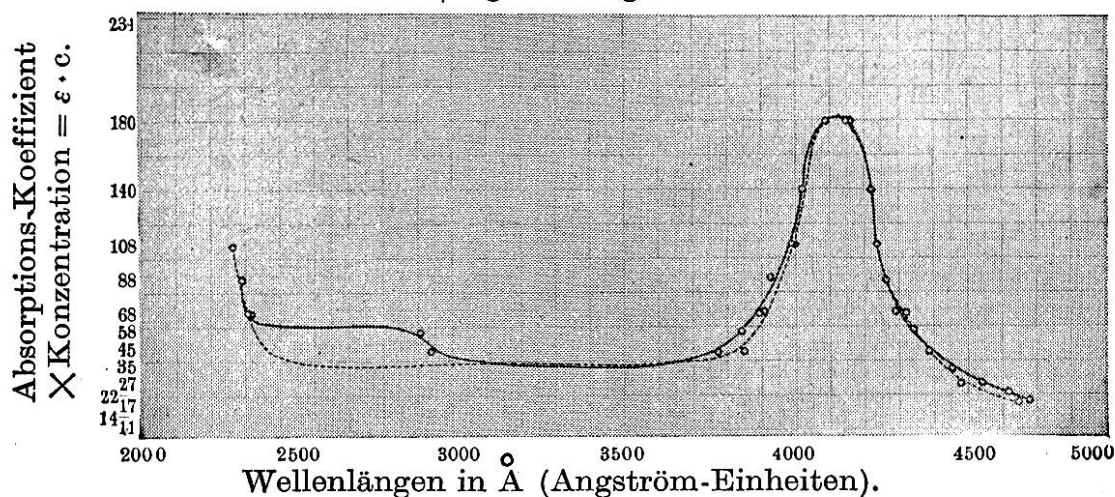
Beim Menschen unterscheidet man bekanntlich hyperchrome und hypochrome Anämien. Darüber gibt der erwähnte Farbeindex (F_i) einigermaßen Auskunft. Ein typisches Beispiel einer hyperchromen Blutarmut beim Menschen ist die Anämia perniciosa. Hier sind insbesondere die auftretenden Megalozyten, aber auch die übrigen roten Blutkörperchen zum Teil wenigstens abnorm stark mit Hämoglobin beladen (funktionelle Riesen nach Nägeli). Zu der hypochromen Anämieform gehört andererseits die Chlorose. Die Messungen, die wir Gelegenheit hatten durchzuführen, zeigen, dass hypochrome Anämien weder beim Pferd

¹⁾ Siehe Tabelle IV.

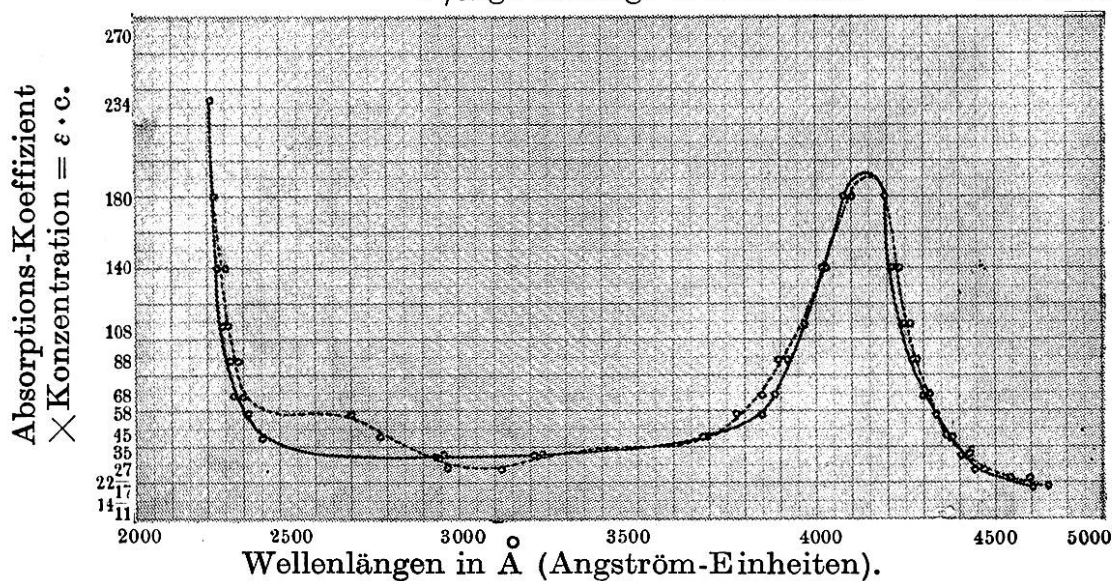
I. Oxalat-Blut, gewaschen, Rind, Fall 4, normal, Tabelle VII.
II. Oxalat- 10/00ige Lösung. 24. II. 1932. *Kurve 7.*



I. Oxalat-Blut, Kuh, Anämie, Fall 7, Tabelle VIII.
II. Oxalat- 10/00ige Lösung. 22. XII. 1931. *Kurve 8.*



I. Oxalat-Blut, gewaschen, Pferd, Rotzverdacht, Fall 11, Tabelle II.
II. Oxalat- 10/00ige Lösung. 8. XII. 1931. *Kurve 9.*



noch beim Rind zur Beobachtung kamen. Wir vermuten, dass diese Anämieform, wenn sie überhaupt vorkommt, eher feststellbar sei bei jungen Tieren.

Unsere zur Diskussion stehenden Anämien beim Pferd sind auch in der Hinsicht interessant, weil die roten Blutelemente vielfach eine Vergrösserung erfahren. Wir haben dies feststellen können einerseits durch direkte Messungen ihres Durchmessers, andererseits namentlich auch durch Zählungen der gewaschenen Erythrozyten. Das Grösserwerden der einzelnen Elemente bedingt nämlich naturgemäss ein Kleinerwerden der Zahl pro Volumeneinheit, so dass man statt normal 18—21 Millionen bloss 13—14 Millionen zählt. Auch für die Kuh scheint das übrigens zuzutreffen, wie namentlich Fall 7 der Tabelle V lehrt. Beim Menschen spricht man nach J. A. Capps vom Volumindex der Erythrozyten, der dadurch erhalten wird, dass man das Gesamtvolumen der roten Blutkörperchen in der Volumeneinheit des Vollblutes (mittels der Hämatokritmethode = ca. 50%, normal = 1 gesetzt), dividiert durch die in Prozenten der Norm ausgedrückte Blutkörperchenzahl. Capps fand nun die Vergrösserung des Volumindex – nach Sahli Volumquotient oder Volumwert – als eines der sichersten und konstantesten Merkmale der perniziösen Anämie. Man sieht, unsere mit anderen Methoden erhaltenen Ergebnisse zeigen ähnliche Verhältnisse auch bei Haustieren. Die roten Blutkörperchen werden zum Teil grösser, und überall, wo wir abnorm hohe F-Werte finden, kann dies einzig durch eine stärkere Farbstofffüllung vieler Zellen erklärt werden. Wir haben weniger Erythrozyten im gewaschenen Brei und trotzdem eine unverminderte, zuweilen sogar erhöhte Hämoglobinkonzentration. Zweifelsohne ist dies eine Kompensationserscheinung. Der Organismus braucht zur Aufrechterhaltung der biochemischen Prozesse eine bestimmte Menge Sauerstoff. Einzig das Hämoglobin kann dem atmenden Gewebe das wertvolle Gas zuführen. Die Konzentration des roten Blutfarbstoffes einigermaßen konstant zu erhalten, ist das Bestreben des Organismus. Auf alle Fälle darf das Hämoglobin nicht unter eine gewisse Grenze sinken, soll nicht abnormer Stoffwechsel infolge Sauerstoffhungers den Tod herbeiführen. Dem sucht der Organismus bei Verminderung der Erythrozyten im Vollblut zu begegnen durch deren Grösserwerden und deren stärkere Füllung mit Farbstoff. Diese teleologische Betrachtungsweise ist so aufzufassen, dass auch diese Erscheinungen, wie übrigens alle biochemischen Vorgänge streng

determiniert sind, d. h. nach kausalen Gesetzen verlaufen. Wie das Grösserwerden und der hohe Farbstoffgehalt zustande kommen, bleibt vorerst unklar. Wohl handelt es sich vielfach um junge Zellen – die Basophilie im gefärbten Präparat weist darauf hin –, indessen reicht dies wohl kaum völlig zur Erklärung aus.

Von weiteren Erkrankungen sind untersucht worden beim Pferd: Broncho-Pneumonie, Druse-Angina, exsudative Pleuritis, Morbus maculosus, Sepsis, Toxinämie, Bronchitis, Tetanus, paralytische Hämoglobinurie, Ikterus, Koliken verschiedenster Ätiologie, Glomerulonephritis, Dummkoller, Schweif-Sphinkteren-Lähmung, Hufrehe, experimentelle Streptokokken-Infektionen, Anaphylaxie nach Schafblutinjektionen; beim Rind: Anämie, Paratuberkulose, Hämaturie, chronische Blähsucht, Tuberkulose.

Diese Erkrankungen und Versuche bieten nun in der Hinsicht ein besonderes Interesse, weil der F-Wert auffallend bei den Patienten einer abnormen Höhe zustrebte, deren Tod nach heftiger Erkrankung bald eintrat. Ich verweise auf Fall 39 der Tabelle II, wo der Wert in der Agonie steigt bis auf 1,71, sowie auf Fall 49 der Tabelle II mit der Zahl 1,51. Vorläufig können wir diese Erscheinung nicht anders erklären als durch eine Konzentrationserhöhung des Hämoglobins. Die Erhöhung der Salzkonzentration des Plasmas und damit eine Änderung des osmotischen Druckes, sowie eine allfällige Änderung der Wasserstoff-Ionen-Konzentration in der Agonie lassen an ein Kleinerwerden der roten Blutkörperchen im Vollblut durch Wasserabgabe denken. Da jedoch mit blutisotonischer Na-Cl-Lösung gewaschene, von Plasma völlig befreite Erythrozyten als Ausgangsmaterial für die F-Bestimmungen dienten, kommen, wie die hohen F-Werte beweisen, Bluteindickung und pH-Variation nicht in Frage.

Wie bei den Anämien ist bei den erwähnten Fällen der Mechanismus der Konzentrationserhöhung des roten Blutfarbstoffes völlig dunkel. Im übrigen sind, wenn wir die einzelnen Tabellen durchgehen, die F-Werte ziemlich konstant. Immerhin dürften doch da und dort gewisse Abweichungen vorhanden sein. Etwas Präziseres können wir hierüber indessen erst dann aussagen, wenn noch andere Methoden in den Kreis der Untersuchungen einbezogen sein werden und die Methodik überhaupt verfeinert wird.

Zusammenfassung.

1. Es wird eine Methode angegeben, um die Hämoglobinfüllung der Erythrozyten zu ermitteln. Das Verfahren beruht einerseits auf der spektroskopischen Bestimmung der $\epsilon \cdot c$ -Werte nach dem Vorgehen V. Henris für die Lösungsspektren, andererseits auf der Zählung der Erythrozyten im cmm des gewaschenen Breis. Als Ausgangsmaterial dient somit nicht Vollblut, sondern gewaschene, vom Plasma vollständig befreite rote Blutkörperchen. Die der Hämoglobinfüllung proportionale Grösse „F“ wird berechnet nach der Formel:

$$F = \frac{\epsilon \cdot c}{R}$$

2. Erhebliche Unterschiede in der Füllung zwischen erwachsenem gesundem Pferd und Rind scheinen nicht zu bestehen. Auch K. Bürker¹⁾ kommt mit andern Methoden zu einem ähnlichen Resultat. Grössere Unterschiede treten anscheinend gleichfalls nicht zutage beim Vergleich Blutpferd und Kaltblut. Immerhin müssen noch mehr Tiere untersucht werden.

3. Die Hämoglobinfüllung der Erythrozyten bei Pferd und Rind zeigt auch bei Krankheiten eine im allgemeinen auffallende Konstanz. Indessen kommen auch Abweichungen vor. Sie bestehen einmal in einer Erhöhung der F-Werte, was eine Farbstoffanreicherung im einzelnen Erythrozyten bedeutet. Es gibt auch beim Pferd sogenannte hyperchrome Anämien. Sie sind vielfach vergesellschaftet mit einem Grösserwerden der roten Blutkörperchen. Hypochrome Formen der Blutarmut konnten weder beim Pferd noch beim Rind nachgewiesen werden. Stark erhöhte F-Werte sind interessanterweise gelegentlich auch bei akut verlaufenden Krankheiten in der Agonie zu finden.

¹⁾ l. c. S. 1238.

Tabelle I. Normale Fälle beim Pferd.

| 1 | 2 | 3 | | | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | |
|------------|------------|-----------------|-------------|-------|------------------------------|----------|-----------------------------|-------------------------------|---|-------------------------------------|---|
| Fortl. Nr. | Datum | Ge- schlecht | Farbe | Alter | Temp. z. Zeit der Unters. | Vollblut | | gewasche- nes Blut | $\epsilon \cdot c$ | $\frac{c}{\epsilon} \cdot 10^4 = H$ | Bemerkungen |
| | | | | | | Sahl! | Ery- throcyten im cmm | R=Ery- throcyten im cmm | | | |
| 1 | 13. XI 30 | Wallach | br. | 8 | 37, ⁸ | 75 | 7,456,000 | 19,024,000 | (2100 ¹) (2160 ²) | 1,12 | Blutpferd Lahmheit |
| 2 | 4. XI 30 | Hengst | " | 6 | 37, ⁸ | 86 | 9,088,000 | 22,576,000 | (2450 (2600 | 1,12 | " ungarisches Blutpferd Lahmheit |
| 3 | 11. IX 30 | Wallach | Fuchs | 12 | 38, ⁰ | 77 | 7,680,000 | — | (2580 (2270 | | Blut-Rennpferd Lahmheit |
| 4 | 1. VII 30 | Stute | br. | 6 | 37, ⁸ | — | — | — | (2340 (1870 | | Halbblut Lahmheit |
| 5 | 19. IX 30 | Wallach | " | 9 | 38 | 73 | 7,824,000 | — | (2220 (2210 | | schw. Belgier Kaltblut |
| 6 | 25. II 31 | Wallach | D. Fuchs | 9 | 37, ⁹ | 73 | 7,776,000 | 20,152,000 | (2460 (2270 | 1,12 | |
| 7 | 10. III 32 | Stute | br. | 7 | 37, ⁸ | — | — | 19,790,000 | 2000 (1940 (1940 (2020 (1940 (1980 | 1,00 | Kaltblut |

1) 1. Zahlenwert erhalten mit defibr. Blut.

2) 2. Zahlenwert erhalten mit Oxalatblut.

Tabelle II. Krankheiten beim Pferd.

| 1 | 2 | 3 | | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|------------|-------------|-----------------|-------------------|-----------|--------------------------|------------------------------|----------|-----------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------|
| Fortl. Nr. | Datum | Ge- schlecht | Farbe | Krankheit | Ausgang der Krankheit | Temp. u. Zeit der Unters. | Vollblut | | | gewasche- nes Blut | $\varepsilon \cdot c$ |
| | | schlecht | Alter | | | | Schli | Ery- throcyten im cmm | R=Ery- throcyten im cmm | | |
| 1 | 19. VIII 30 | Stute | S. Rap. | 9 | Anämie | 38, ² | 25 | 2,368,000 | — | 2340 2100 | 1,58 |
| | 8. IX 30 | | | | " | 39, ¹ | 33 | 3,152,000 | — | 1950 | |
| | 24. X 30 | | | | " | 38, ⁴ | 23 | 2,088,000 | — | 1940 | |
| | 11. XI 30 | | | | " | 39, ⁸ | 34 | 2,760,000 | 13,356,000 | 2220 2170 | |
| | 26. XI 30 | | | | Tod 6./7. XII 30 | 38, ⁷ | 33 | 2,848,000 | 13,224,000 | 2090 2140 | |
| 2 | 17. IX 30 | Stute | d. br. | 5½ | Tod 20. IX 30 | — | 32 | 2,928,000 | — | 2190 2160 | 1,64 |
| 3 | 25. IX 30 | Stute | br. | 4 | " | 39, ⁶ | 50 | 5,752,000 | — | 2570 2560 | |
| | 3. X 30 | | | | " | 40, ⁸ | 44 | 5,464,000 | — | 2190 2400 2520 2520 | 1,25 |
| 4 | 22. XII 30 | Stute | " | 12 | Tod am 4. X 30 | 38, ⁹ | 25 | 1,736,000 | 14,800,000 | 1860 1850 | |
| | 23. XII 30 | | | | Tod am 23. XII 30 | 38, ⁵ | 23 | 1,800,000 | 14,456,000 | 1820 ¹⁾ | |
| 5 | 5. I 31 | Stute | Fuchs | 7 | Tod am 13. I 31 | 39, ³ | 35 | 3,128,000 | 18,600,000 | 2340 2140 | 1,20 |
| 6 | 12. II 31 | Stute | br. | 7 | Tod 11./12. II 31 | 39, ⁸ | 44 | 3,576,000 | 18,576,000 | 2640 2580 | |
| 7 | 9. III 31 | Stute | D. Schw. Fuchs | 6 | Tod am 9. III 31 | 39, ¹ | 26 | 3,520,000 | 19,272,000 | 2640 2620 | 1,40 1,36 |

| | | | | | | | | | | | |
|----|-------------|---------|---------------|---|---------------------------------|------|----|-----------|------------|--------------------|------|
| 8 | 25. III 31 | Wallach | Fuchs | 10 | " | 39,6 | 43 | 4,336,000 | 17,904,000 | 2440 | 1,34 |
| | 31. III 31 | | | | " | 37,8 | 30 | 3,120,000 | 17,520,000 | 2390 | |
| | 7. IV 31 | | | | " | 39,5 | 30 | 4,424,000 | — | 2210 ²⁾ | 1,19 |
| | 27. IV 31 | | | | " | 39,1 | 23 | 3,072,000 | 15,376,000 | 1970 | |
| 9 | 19. III 31 | Stute | br. | 9 | Tod 27. IV 31 | 39,2 | 48 | 4,880,000 | 18,616,000 | 2600 | 1,71 |
| 10 | 21. VIII 30 | Hengst | " | 4 M. experiment. Strepto- kokken-Infektion mit Anämie | Tod 23. III 31 | 38,2 | 45 | 7,624,000 | — | 2430 | 1,29 |
| | 4. IX 30 | | | | | 39,6 | 47 | 6,648,000 | — | 2410 | |
| | 16. IX 30 | | | " | | 38,4 | 37 | 5,064,000 | — | 2450 | |
| | 23. IX 30 | | | " | | 40,5 | 35 | 4,464,000 | — | 2360 | |
| | 2. X 30 | | | " | | 38,9 | 29 | 3,808,000 | — | 2300 | |
| | 3. X 30 | | | " | | 38,8 | 26 | 3,120,000 | — | 2160 | |
| 11 | 8. XII 31 | Wallach | Sch. Fuchs | 7 | Tod 3. X 30 | 38 | 36 | 2,938,000 | 11,754,000 | 2110 | |
| 12 | 26. I 32 | Wallach | br. | 8 | Schlachtung 9. XII 31 | 39,2 | 47 | 4,396,000 | 15,840,000 | 1920 | 1,64 |
| 13 | 27. VI 30 | Stute | " | 5 | Schlachtung 26. I 32 | 39,2 | — | — | — | 1900 | |
| 14 | 15. VIII 30 | Stute | S. Rap. | 4 1/2 | Tod 8. VIII 30 | 39 | 43 | 5,552,000 | — | 1960 ³⁾ | 1,24 |
| | 25. VIII 30 | | | | Broncho-Pneumonie mit Anämie | 40,3 | 37 | 4,696,000 | — | 1960 ³⁾ | |
| | 5. IX 30 | | | " | " | 37,8 | 47 | 4,928,000 | — | 2380 | |
| | 15. IX 30 | | | " | " | 40,6 | 46 | 3,424,000 | — | 2340 | |
| | | | | | | | | | | 2420 | |
| | | | | | | | | | | 2400 | |
| | | | | | | | | | | 2120 | |
| | | | | | | | | | | 1970 | |
| | | | | | | | | | | 2240 | |
| | | | | | | | | | | 2230 | |

1) in Agonie. 2) Blutentnahme nach der Infusion 3 l 10% Na Cl-Lösung i/v. 3) Rotlauf-Serumpferd.

Tabelle II. Krankheiten beim Pferd.

| 1 | 2 | 3 | | | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|-------------|------------|---------------------|-------|-------|---|--------------------------|------------------------------|----------|-----------|-----------------------|--------------------|------------------------------|
| Forstl. Nr. | Datum | Ge- schlecht | Farbe | Alter | Krankheit | Ausgang der Krankheit | Temp. z. Zeit der Unters. | Vollblut | | gewasche- nes Blut | $\epsilon \cdot c$ | $H = 10^4 \cdot \frac{R}{c}$ |
| | 29. X 30 | | | | Broncho-Pneumonie mit Anämie | sehr langsame Heilung | 38, ³ | — | 6,112,000 | — | 1900 | 1,47 |
| | 1. XII 30 | | | | " | | 38 | — | 4,280,000 | 13,576,000 | 1940 | |
| | 6. XII 30 | | | | " | | — | 63 | 6,208,000 | — | 2000 | |
| | 18. IX 30 | Hengst Freiberg. | br. | 4½ | Bronchitis Einguss-Pneumonie | | 37, ⁸ | 57 | 7,160,000 | — | 1880 | |
| 15 | 14. I 31 | | | | " | Heilung | 38 | 64 | 7,104,000 | 19,936,000 | 2040 | 1,17 |
| | 21. X 30 | Stute | " | 10 | doppelseitige Broncho-Pneumonie | | 40, ³ | 82 | 9,416,000 | — | 2150 | |
| | 30. X 30 | | | | " | | 39, ³ | 67 | 7,392,000 | — | 2340 | |
| | 5. XI 30 | | | | " | Schlachtung 5. XI 30 | — | 59 | 6,904,000 | — | 1800 | |
| 17 | 26. IX 30 | Stute | br. | 8 | l.-seitige nekrotisier. Broncho-Pneumonie | Tod 27./28. IX 30 | 40, ¹ | 62 | 6,080,000 | — | 2000 | 1,25 |
| 18 | 22. IV 31 | Wallach | Fuchs | 7 | Broncho-Pneumonie mit Anämie | | 39, ⁵ | 61 | 6,624,000 | 19,440,000 | 2110 | |
| | 7. V 31 | | | | " | langsame Heilung | 39, ⁷ | — | 5,936,000 | — | 2270 | |
| | 29. V 31 | | | | " | | 38, ⁴ | — | 5,394,000 | — | 2460 | |
| 19 | 9. VIII 30 | Wallach | Rapp | 12 | expr. gangr. Strepto- kokken-Broncho- Pneum. mit Anämie | Tod 9. VIII 30 | 39, ⁵ | — | — | — | 2340 | 2340 |

| | | | | | | | | | | | |
|----|-------------|-----------------|---------|------|--|-----------------|------------------|----|------------|------------|------|
| 20 | 26. VI 31 | Stute | br. | 12 | exsudative 2 Pleuritis | Tod 2. VII 31 | 41, ² | 83 | 8,040,000 | 20,128,000 | 1,24 |
| 21 | 2. VII 31 | | | | " | Heilung | — | 45 | 5,600,000 | 18,656,000 | 1,38 |
| | 18. XI 30 | Stute | A. Sch. | 7 | Druse-Angina | | 39, ⁶ | 54 | 5,472,000 | 18,324,000 | 1,18 |
| | 27. II 30 | Stute | br. | 4½ | " | " | 38, ¹ | 73 | 8,288,000 | 20,184,000 | 1,19 |
| | 23. X 30 | Stute | " | 7 | " | | 38, ⁴ | 60 | 7,344,000 | — | — |
| 24 | 31. X 30 | Stute | k. br. | 8 | Druse-Angina mit Toxämie | | 38, ⁸ | 65 | 6,208,000 | — | — |
| | 3. XI 30 | | | | " | | 38, ⁶ | 62 | 6,424,000 | — | — |
| | 3. XI 30 | | | | " | Tod 3. XI 30 | — | — | 6,240,000 | — | — |
| | 2. X 31 | Stute | k. br. | 9 | retropharyngeale Drüsen-Schwellung | Heilung | 38, ² | 53 | 6,544,000 | 18,193,000 | 1,01 |
| 26 | 22. VIII 30 | Wallach | br. | 8 M. | exper. Streptokokk- Abszess Bug r. | | 39, ⁷ | 39 | 5,592,000 | — | — |
| | 27. VIII 30 | | | | " | | 39, ⁵ | — | 5,520,000 | — | — |
| | 1. IX 30 | | | | " | Tod 3. IX 30 | 39, ³ | 35 | 5,368,000 | — | — |
| | 15. VIII 30 | Stut- fohlen | " | 4 M. | Druse-Abszesse Kehlgangu. Pharynx | | 40 | 65 | 10,832,000 | — | — |
| 28 | 18. VIII 30 | | | | " | Tod 18. VIII 30 | 38, ⁹ | 72 | 10,752,000 | — | — |
| | 22. V 31 | Wallach | Rapp | 4 | Morbus makul. nach gangr. Pneumonie | | 38, ² | 79 | 11,538,000 | — | — |
| | 28. V 31 | | | | " | | 40, ¹ | 60 | 5,880,000 | 18,584,000 | 1,11 |
| | 4. VI 31 | | | | " | | 39, ⁶ | 45 | 4,712,000 | 19,444,000 | 0,95 |
| 27 | 8. VI 31 | | | | " | Tod 8. VI 31 | 40 | 45 | 5,248,000 | 19,864,000 | 0,96 |
| | | | | | | | | | | 1860 | — |
| | | | | | | | | | | 1870 | — |
| | | | | | | | | | | 1880 | — |

1) vor Injektion. 2) nach der Injektion von 3 l 20% Na Cl-Lösung i/v.

Tabelle II. Krankheiten beim Pferd.

| 1 | 2 | 3 | | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|------------|-------------|-----------------|-------------------------|-------------|---|---------------------------|------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|--|--|
| | Datum | Ge- schlecht | Farbe | Alter | Krankheit | Ausgang der Krankheit | Temp. z. Zeit der Unters. | Vollblut | gewasche- nes Blut | $\epsilon \cdot c$ | $H = 10^6 \cdot \frac{R}{\epsilon \cdot c}$ |
| Fortl. Nr. | | | | | | | | Ery- throcyten im cmm | R = Ery- throcyten im cmm | | |
| 29 | 12. VI 31 | Wallach | D.Sch. Fuchs | 6 | Septikämie | Tod 12./13. VI 31 | 39 | 12,656,000 Bluteind. | 19,624,000 | $\begin{Bmatrix} 2510 \\ 2340 \end{Bmatrix}$ | $\begin{Bmatrix} 1,23 \\ 1,23 \end{Bmatrix}$ |
| 30 | 29. VIII 30 | Wallach | br. | 7 | Septikämie | Tod 29. VIII 30 | 40, ¹ | 8,800,000 | — | $\begin{Bmatrix} 1940 \\ 1890 \end{Bmatrix}$ | $\begin{Bmatrix} 1,29 \\ 1,29 \end{Bmatrix}$ |
| 31 | 25. X 30 | Stute | „ | 6 | Tet. ac. mit Broncho- Pneumonie u. Ikterus | Tod 30. X. 30 | — | — | — | $\begin{Bmatrix} 2040 \end{Bmatrix}$ | $\begin{Bmatrix} 1,27 \\ 1,27 \end{Bmatrix}$ |
| 32 | 30. X 30 | „ | „ | 6 | „ | Tod 30. X. 30 | 39, ² | 9,760,000 Bluteind. | — | $\begin{Bmatrix} 3800^{(1)} \\ 3360 \end{Bmatrix}$ | $\begin{Bmatrix} 1,22 \\ 1,22 \end{Bmatrix}$ |
| 33 | 11. XII 30 | Wallach | Mohr. Schim. | 14 | Tetanus acutus | Schlachtung 11. XII 30 | — | 9,864,000 Bluteind. | 23,912,000 | $\begin{Bmatrix} 3140 \\ 3040 \end{Bmatrix}$ | $\begin{Bmatrix} 1,39 \\ 1,39 \end{Bmatrix}$ |
| 34 | 21. XII 31 | Wallach | Fuchs | 15 | Tetanus acutus | Schlachtung | 39 | 11,410,000 | 18,372,000 | $\begin{Bmatrix} 2320 \\ 2340 \end{Bmatrix}$ | $\begin{Bmatrix} 1,22 \\ 1,22 \end{Bmatrix}$ |
| 35 | 5. II 32 | Stute | „ | 10 | Tetanus acutus | Schlachtung 5. II 32 | 38, ⁹ | 10,406,000 | 20,564,000 | $\begin{Bmatrix} 2460^{(2)} \\ 2580 \end{Bmatrix}$ | $\begin{Bmatrix} 1,27 \\ 1,27 \end{Bmatrix}$ |
| 36 | 13. VI 30 | Stute | Rapp. | 14 | paralytische Hämoglobinurie | Schlachtung 13. VI 30 | — | 9,554,000 | 19,148,000 | $\begin{Bmatrix} 2580^{(3)} \\ 2760 \end{Bmatrix}$ | $\begin{Bmatrix} 1,39 \\ 1,39 \end{Bmatrix}$ |
| 37 | 29. IX 30 | Stute | br. | 6 | „ | Schlachtung | — | — | — | $\begin{Bmatrix} 2700^{(4)} \\ 2610 \end{Bmatrix}$ | $\begin{Bmatrix} 1,22 \\ 1,22 \end{Bmatrix}$ |
| 38 | 30. IX 30 | Stute | br. | 6 | „ | Schlachtung 30. IX 30 | — | 9,584,000 | — | $\begin{Bmatrix} 2560 \\ 2530 \end{Bmatrix}$ | $\begin{Bmatrix} 1,18 \\ 1,18 \end{Bmatrix}$ |
| 39 | 21. XI 30 | Stute | Eisen- Schim. alt | sehr alt | „ | Heilung | 37, ⁹ | 10,264,000 Bluteind. | — | $\begin{Bmatrix} 2250 \\ 2240 \end{Bmatrix}$ | $\begin{Bmatrix} 1,27 \\ 1,27 \end{Bmatrix}$ |
| 40 | 30. XII 30 | Stute | br. | 6 | „ | Heilung | — | 5,888,000 | 17,384,000 | $\begin{Bmatrix} 2100 \\ 2040 \end{Bmatrix}$ | $\begin{Bmatrix} 1,27 \\ 1,27 \end{Bmatrix}$ |
| 41 | 30. XII 30 | Stute | br. | 6 | „ | Heilung | 38, ³ | 8,216,000 Bluteind. | 18,960,000 | $\begin{Bmatrix} 2040 \\ 2040 \end{Bmatrix}$ | $\begin{Bmatrix} 1,27 \\ 1,27 \end{Bmatrix}$ |

| | | | | | | | | | | | |
|----|------------|---------|----------------|----|------------------------------|---------------------------|------------------|------------|------------|----------------------------|------|
| 39 | 3. I 31 | Wallach | Schw. Fuchs | 7 | „ | Heilung | 38, ⁷ | 6,696,000 | 20,848,000 | 2120 ⁵⁾ 1870 | 0,95 |
| 40 | 22. I 31 | „ | „ | „ | „ | Heilung | — | 5,792,000 | 18,760,000 | 2240 2220 | 1,18 |
| 41 | 19. I 31 | Wallach | br. | 7 | „ | Heilung | 39, ² | 10,392,000 | 18,992,000 | 2270 ⁶⁾ 2210 | 1,18 |
| 42 | 20. I 31 | „ | „ | „ | „ | Schlachtung 20. I 31 | 40, ⁶ | 11,144,000 | 19,592,000 | 3640 ⁷⁾ 3090 | 1,71 |
| 43 | 13. III 31 | Wallach | Fuchs | 11 | „ | Heilung | 37, ⁸ | 7,416,000 | 18,736,000 | 2670 2350 | 1,33 |
| 44 | 8. IV 31 | Wallach | br. | 7 | „ | Heilung | 38, ⁴ | 8,592,000 | 18,816,000 | 2630 | 1,39 |
| 45 | 13. IV 31 | „ | „ | „ | „ | Heilung | — | 7,184,000 | — | — | — |
| 46 | 23. X 31 | Wallach | k. br. | 14 | „ | Schlachtung | 38 | 9,744,000 | 16,344,000 | 1800 1840 | 1,11 |
| 47 | 21. I 31 | Stute | D.-Fu. | 14 | hochgradiger Ikterus | „ | 37, ⁹ | 7,328,000 | 20,008,000 | 2630 2630 | 1,31 |
| 48 | 27. I 31 | „ | „ | „ | „ | „ | 37, ⁹ | 6,312,000 | 21,032,000 | 2390 2360 | 1,13 |
| 49 | 12. III 31 | „ | „ | „ | „ | „ | 37, ⁶ | 7,856,000 | 19,296,000 | 2340 2340 | 1,21 |
| 50 | 13. V 31 | „ | „ | „ | „ | Heilung | 38 | 11,024,000 | — | 2340 2340 | — |
| 51 | 24. IX 30 | Stute | S.Rap. | 6 | Anschoppungskolik | Schlachtung 24. IX 30 | 39, ⁹ | 11,672,000 | — | 1970 2170 | — |
| 52 | 29. IX 30 | Wallach | D.- Fuchs | 7 | Meteorismus i. Colonlagen | Heilung | — | 7,072,000 | — | 2200 2140 | — |
| 53 | 11. XII 30 | Wallach | Rapp. | 13 | Torsio Grimm- Darm | Schlachtung 11. XII 30 | 39, ² | 10,168,000 | 18,520,000 | 2260 2250 | 1,21 |
| 54 | 16. I 31 | Wallach | Fuchs | 7 | Katarrh. Darm- Krampf | Heilung | 37, ⁹ | 7,872,000 | 17,512,000 | 2340 2450 | 1,36 |
| 55 | 6. II 31 | Stute | k. br. | 14 | Anschoppungskolik | Heilung | 37, ⁹ | 7,696,000 | 18,488,000 | 2140 2000 | 1,12 |

1) in Agonie. 2) Venenpunktion. 3) Blut aus Stichwunde. 4) 11./12. VI Unruhe, Schwitzen. 5) am 1. I 31 100 cem Methylen-
blau 1% i/v. 6) am 17. I 31 150 cem Methylenblau 1% i/v. 7) in Agonie.

Tabelle II. Krankheiten beim Pferd.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|------------|-----------|-----------------|--------------|---|--------------------------|------------------------------|---|--|--------------------------|--|
| Fortl. Nr. | Datum | Ge- schlecht | Farbe | Versuch | Ausgang der Krankheit | Temp. z. Zeit der Unters. | Vollblut Sahl Ery- throcyten im emm | gewasche- nes Blut R = Ery- throcyten im emm | $\varepsilon \cdot c$ | $\frac{c}{\varepsilon} \cdot 10^4 = H$ |
| 49 | 13. II 31 | Wallach | D.- Fuchs | Meteorismus grosses Colon | Schlachtung 13. II 31 | 40 | — | 6,496,000 | 17,480,000 | 2660 2640 |
| 50 | 17. II 32 | Wallach | br. | Incarceration Jejunum | Schlachtung 17. II 32 | — | — | 11,156,000 11,814,000 | 19,636,000 19,824,000 | 2490 ¹⁾ 2440 ²⁾ |
| 51 | 9. IX 30 | Wallach | " | Dummkoller | Schlachtung 22. IX 30 | — | 68 | 7,368,000 | — | 2030 2020 |
| 52 | 22. IX 30 | Stute | " | " | Schlachtung 22. IX 30 | — | 53 | 5,832,000 | — | 2240 |
| 52 | 16. IX 30 | Stute | " | Schweif- Sphinkteren- Lähmung | Heilung | — | 67 | 6,520,000 | — | 2360 2440 |
| 53 | 11. X 30 | " | St. F. | Hufrehe v. r. | Heilung | — | 55 | 5,544,000 | — | 2290 2310 |
| 54 | 26. II 32 | Wallach | Fuchs | akute Glomerulo nephritis nach Hämoglobinurie | Schlachtung 26. II 32 | — | 95 | 8,172,000 | 18,885,000 | 2440 2480 |

1) in Agonie. 2) 10' nach Tod.

Tabelle III. Versuchspferde.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|------------|-------------------------|-------------------|-------|-------------|---|--|---|--|--------------------------|---|
| Fortl. Nr. | Datum | Ge- schlecht | Farbe | Alter | Versuch | Temp. z. Zeit der Unters. | Vollblut Sahl Ery- throcyten im emm | gewasche- nes Blut R = Ery- throcyten im emm | $\varepsilon \cdot c$ | Bemerkungen |
| 55 | 12. XI 30 29. XII 30 | Hengst- Fohlen | br. | 6 M. | Immunisierung mit Streptokokken- Filtrat i/v. i/m. u. s/c. | 38 38, ⁵ | 54 54 | 6,952,000 6,728,000 | 20,688,000 — | 2130 2150 |
| | 17. II 31 19. II 31 | | | | Beginn den 16. XII 30 | 38, ⁶ 38, ⁵ | 59 54 | 5,608,000 5,584,000 | 19,136,000 19,224,000 | 2480 2490 2580 2360 |
| | 23. IV 31 | | | | | 37, ⁵ | 64 | 7,608,000 | 20,128,000 | 2220 |
| 56 | 10. XII 30 | Wallach | D.Fu. | sehr alt | Schafblut- Injektionen i/v. zur Hämolysin- Darstellung | 37, ⁶ 37, ³ 37, ⁵ | 72 97 85 | 8,048,000 9,888,000 9,616,000 | — — | 2510 2550 2600 2620 2660 2640 |
| | 10. II 31 23. II 31 | | | | | | | | | ohne Injektion 9. II 31 200 ccm Schafblut i/v. 23. II 31 200 ccm Schafblut i/v. nachher Blutentnahme 6. III 31 200 ccm Schafblut, nachh. beim anaphy- laktischen Anfall Blutentnahme |
| | 6. III 31 | | | | | 37, ² | 135 | 14,552,000 | 18,120,000 | 2440 ¹⁾ 2580 |

1) Tod am 6. III 31 infolge Anaphylaxie.

Tabelle III. Versuchspferde.

| 1 | 2 | 3 | | 4 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | Bemerkungen |
|------------|-------------|-----------------|------------------|---|------------------------------|------|---------------------------------|--|-----------------------|---|---|
| Portl. Nr. | Datum | Ge- schlecht | Farbe | Versuch | Temp. z. Zeit der Unters. | Zahl | Vollblut throcyten im cmm | gewasche- nes Blut R=Ery- throcyten im cmm | $\varepsilon \cdot c$ | $\frac{R}{\varepsilon \cdot c} \cdot 101 = H$ | |
| 57 | 18. III 31 | Wallach | Flieg. Schim. | Schafblut- Injektionen i/v. zur Hämolyisin- Darstellung | 38, ⁴ | 65 | 6,120,000 | 18,656,000 | 2400 2550 | 1,32 | ohne Injektion |
| | 26. III 31 | | | | 37, ⁹ | 74 | 6,144,000 | 18,328,000 | 2400 1860 | 1,12 | 50 cem Schafblut i/v., nachher Blutentnahme 50 cem Schafbl. i/v. |
| | 1. IV 31 | | | | | | | | | | 70 cem Schafbl. i/v. |
| | 9. IV 31 | | | | | | | | | | 100 cem Schafbl. i/v. |
| | 16. IV 31 | | | | | | | | | | 120 cem Schafblut i/v., nachher Blutentnahme |
| | 24. IV 31 | | | | 39 | — | 7,512,000 | 20,496,000 | 2680 2580 | 1,28 | 150 cem Schafbl. i/v. nachh. Blutentn. |
| | 30. IV 31 | | | | 38, ⁵ | — | 7,624,000 | 17,224,000 | 2350 2360 | 1,36 | |
| | 1. V 31 | | | | 38, ⁸ | — | 5,064,000 | 20,192,000 | 2070 2060 | 1,02 | ohne Injektion |
| | 4. V 31 | | | | 38, ¹ | — | 5,856,000 | 17,834,000 | 2500 2380 | 1,36 | ohne Injektion |
| 58 | 19. VIII 30 | Stute | br. | Hoch- Immunisierung gegen Rotlauf | 37, ⁸ | 52 | 6,104,000 | — | 2760 ¹⁾ | | Blutentnahme gegen Ende der Entblutung |

1) Entblutung den 19. VIII. 31.

Tabelle IV. Normale Fälle beim Rind.

| 1 | 2 | 3 | | 4 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | Bemerkungen |
|------------|-----------|-----------------|-------|------------------------------|------------------------------|------|---------------------------------|--|-----------------------|---|-------------|
| Portl. Nr. | Datum | Ge- schlecht | Farbe | Versuch | Temp. z. Zeit der Unters. | Zahl | Vollblut throcyten im cmm | gewasche- nes Blut R=Ery- throcyten im cmm | $\varepsilon \cdot c$ | $\frac{R}{\varepsilon \cdot c} \cdot 101 = H$ | |
| 1 | 24. XI 31 | Kuh | braun | Zwischenklauen- Geschwüre | 38, ⁴ | 67 | 7,222,400 | 16,162,000 | 1880 1860 | 1,16 | |
| 2 | 12. XI 31 | Rind | " | Spröde Klauen | 39, ² | 70 | 7,996,000 | 21,334,000 | 1920 1940 | 0,90 | |
| 3 | 10. XI 31 | Rind | " | Aktinomykose | 39 | 61 | 6,788,000 | 18,280,000 | 1880 1880 | 1,02 | |
| 4 | 24. II 32 | Rind | " | Rachen-Tumor | — | 60 | 7,358,000 | 18,010,000 | 1940 1980 | 1,09 | |

Tabelle V. Krankheiten beim Rind.

| 1 | 2 | 3 | | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|------------|------------|-----------------|----------------|---|---------------------------|------------------------------|----------|-----------------------------|---------------------------------|--|------------------------------|
| Fortl. Nr. | Datum | Ge- schlecht | Farbe | Krankheit | Ausgang der Krankheit | Temp. z. Zeit der Unters. | Vollblut | | gewasche- nes Blut | $\epsilon \cdot c$ | $\frac{R}{c} \cdot 10^6 = H$ |
| | | | | | | | Sahl | Ery- throcyten im cmm | R = Ery- throcyten im cmm | | |
| 1 | 15. I 31 | Kuh | Gelb- fleck | Brust-, Bauchfell- u. Organ-Tuberk. | Schlachtung 15. I 31 | 40 | 45 | 4,816,000 | 18,384,000 | $\begin{pmatrix} 2100^1 \\ 2200 \end{pmatrix}$ | 1,16 |
| 2 | 4. II 31 | Kuh | Rot- fleck | hochgrad. Lungen- u. Pleura-Tuberkulose | | 39,7 | 48 | 5,144,000 | 19,560,000 | $\begin{pmatrix} 2570^2 \\ 2220 \end{pmatrix}$ | 1,22 |
| 3 | 9. II 31 | | | " | | 39,8 | 41 | 4,112,000 | 19,024,000 | $\begin{pmatrix} 2490^3 \\ 2540 \end{pmatrix}$ | 1,33 |
| 3 | 23. III 31 | Kuh | Fleck | Hochgrad. Lungen- Tuberk. ak., paren- chymatöse Mastitis an allen 4 Vierteln | Schlachtung 23. III 31 | 40,3 | 38 | 4,552,000 | 17,128,000 | $\begin{pmatrix} 2440 \\ 2190 \end{pmatrix}$ | 1,37 |
| 4 | 17. IV 31 | Kuh | " | chron. Durchfall Para-Tuberkulose | Schlachtung 17. IV 31 | 37,5 | 50 | 5,552,000 | 15,712,000 | $\begin{pmatrix} 1980 \\ 2110 \end{pmatrix}$ | 1,30 |
| 5 | 15. VI 31 | Rind | br. | Tuberk. Basilar- Meningitis | Schlachtung 16. VI 31 | 38,5 | 73 | 8,864,000 | 18,008,000 | $\begin{pmatrix} 2160 \\ 2120 \end{pmatrix}$ | 1,18 |
| 6 | 1. XII 31 | Kuh | braun | multiple Milz Abszesse mit Anämie | 1. XII 31 | 38,3 | 28 | 3,309,600 | 18,722,000 | $\begin{pmatrix} 1800 \\ 1800 \end{pmatrix}$ | 0,95 |
| 7 | 22. XI 31 | Kuh | " | " | 22. XII 31 | — | 34 | 3,491,200 | 14,110,000 | $\begin{pmatrix} 1820 \\ 1820 \end{pmatrix}$ | 1,28 |
| 8 | 21. I 32 | Kuh | " | Para-Tuberkulose | 21. I 32 | | 41 | 4,599,200 | 19,866,857 | $\begin{pmatrix} 1840 \\ 1820 \end{pmatrix}$ | 0,92 |
| 9 | 9. II 32 | Kuh | " | Abmagerung, Anäm. " | 9. II 32 | | 46 | 5,269,600 | 17,712,000 | $\begin{pmatrix} 2000 \\ 1940 \end{pmatrix}$ | 1,11 |

| | | | | | | | | | | | |
|----|------------|------|---|------------------------------------|------------|------|----|-----------|------------|--|------|
| 10 | 16. II 32 | Kuh | " | Cystitis verrucosa Hämaturie | 17. II 32 | | 28 | 3,221,600 | 16,004,000 | $\begin{pmatrix} 1880 \\ 1980 \end{pmatrix}$ | 1,21 |
| 11 | 30. XII 31 | Rind | " | chron. Blähsucht | 30. XII 31 | | 63 | 7,942,000 | 18,096,000 | $\begin{pmatrix} 1800 \\ 1800 \end{pmatrix}$ | 0,99 |
| 12 | 14. I 31 | Kuh | " | " | 15. I 32 | | 60 | 6,860,000 | 19,563,000 | $\begin{pmatrix} 1880 \\ 1840 \end{pmatrix}$ | 0,95 |
| 13 | 2. II 32 | Kuh | " | Para-Tuberkulose | 3. II 32 | | 50 | 5,869,000 | 19,434,000 | $\begin{pmatrix} 2020 \\ 1980 \end{pmatrix}$ | 1,03 |
| 14 | 4. I 32 | Kuh | " | Para-Tuberkulose mit Abmagerung | 8. I 32 | | 56 | 6,390,000 | 15,496,000 | $\begin{pmatrix} 1800 \\ 1800 \end{pmatrix}$ | 1,16 |
| 15 | 12. I 32 | Kuh | " | Hämaturie | 13. I 32 | | 48 | 6,246,000 | 20,937,000 | $\begin{pmatrix} 1940 \\ 1940 \end{pmatrix}$ | 0,92 |
| 16 | 26. I 32 | Kuh | " | akuter Schub Tuberkulose | 26. I 32 | | — | 7,748,000 | 19,009,000 | $\begin{pmatrix} 1900 \\ 1900 \end{pmatrix}$ | 1,01 |
| 17 | 19. X 31 | Kuh | " | Tuberkulose | | | 62 | 7,208,000 | 17,304,000 | $\begin{pmatrix} 1940^4 \\ 1940 \end{pmatrix}$ | 1,12 |
| 20 | X 31 | | | | | | 66 | 7,824,000 | 16,072,000 | $\begin{pmatrix} 1820^5 \\ 1820 \end{pmatrix}$ | 1,13 |
| 18 | 13. X 31 | Kuh | " | Tuberkulose | | | 61 | 6,176,000 | 16,080,000 | $\begin{pmatrix} 1800^4 \\ 1800 \end{pmatrix}$ | 1,12 |
| 14 | X 31 | | | | | | 64 | 6,512,000 | 16,872,000 | $\begin{pmatrix} 1800^5 \\ 1640 \end{pmatrix}$ | 1,02 |
| 19 | 5. XI 31 | Rind | " | Gestörtes Wachstum | | 37,9 | 75 | 8,502,000 | 18,226,000 | $\begin{pmatrix} 1830 \\ 1830 \end{pmatrix}$ | 1,00 |

1) 14./15. I 31 Tuberkulin-Probe s/c. und Ophthalm.-Probe +.

2) 3./4. II 31 Ophthalmo-Probe +.

3) 7./8. II 31 Tuberkulin-Probe s/c. +.

4) vor Tuberkulin-Probe.

5) nach Tuberkulin-Probe.