Spektrophotometrische Untersuchungen des Hämoglobins gesunder und kranker Haustiere

Autor(en): **Krupski, Anton**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **74 (1932)**

Heft 10

PDF erstellt am: **14.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-591482

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://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 vor[2]). 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 $1^0/_{00}$. Diese verdünnte, klare Hämoglobinlösung, in sog. Balyrohre eingeschlossen, kam nun in den Strahlengang eines kondensierten Eisenfunkens. 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 Eisenfunkens 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 Eisenspektrum 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 Konstante[1]).

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-

---

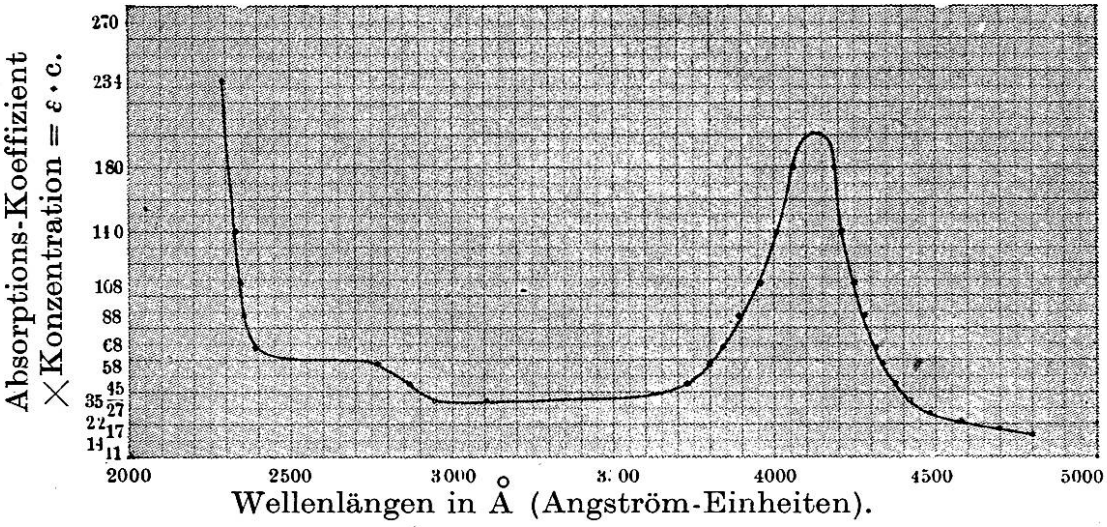
[1]) Wegen der Beziehung $\frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{t_1}{t_2}\right)^{\varkappa}$. Für die benützten photographischen Platten ist $\varkappa = 0{,}95$.

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. ¾jähriges Fohlen, dessen Erythrozyten 6—7 μ im Durchmesser massen, gab z. B. folgende Werte:

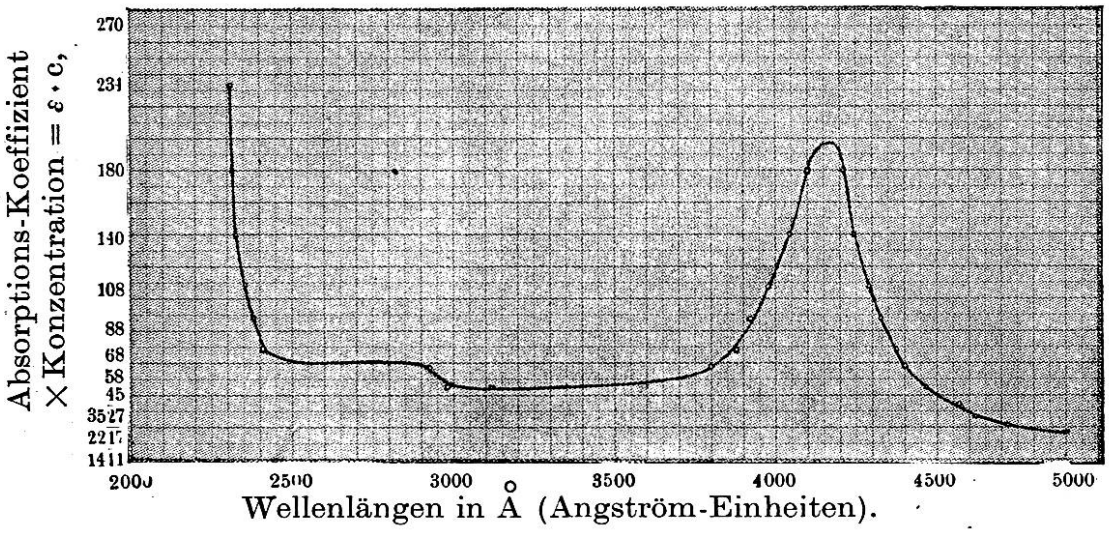
mit physiologischer Na-Cl-Lösung gewaschen	20 096 000
mit Ringer-Lösung gewaschen .	21 344 000

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

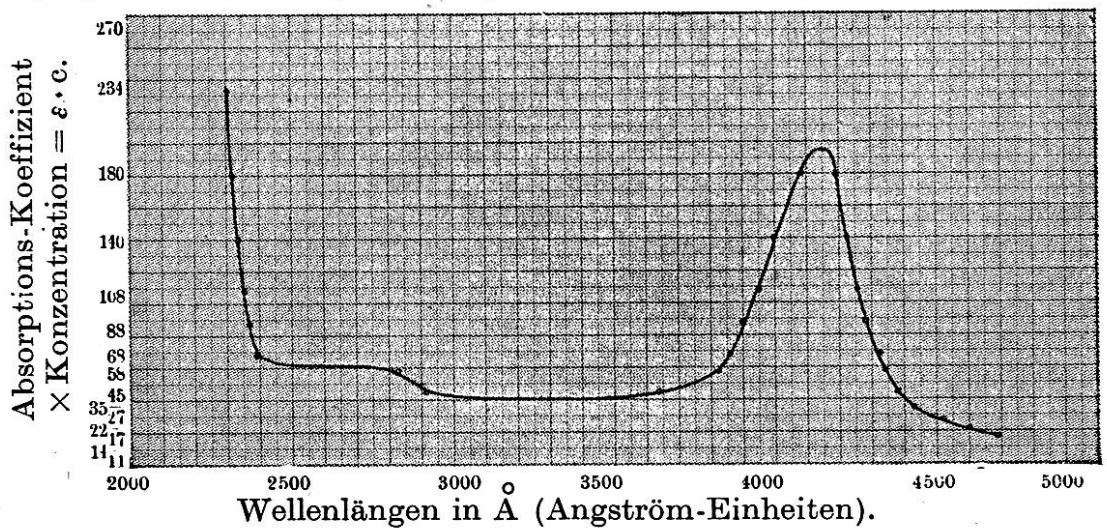
Gewaschenes Oxalat-Blut. Pferd, Fall 7, normal, Tab. I. *Kurve 1.*
1‰ige Lösung in H_2O, Lösung zentrifugiert. 10. III. 1932.



Gewaschenes Oxalat-Blut. Pferd, Fall 7, normal, Tab. I. *Kurve 2.*
1‰ige Lösung in H_2O + 2 Tropfen NH_3 conc., Lösung zentrifugiert.



Gewaschenes Oxalat-Blut. Pferd, Fall 7, normal, Tab. I. *Kurve 3.*
1‰ige Lösung in H_2O + 3 Tropfen Äther, Lösung zentrifugiert.



	I. Fall	II. Fall
Entnahme nahe der Oberfläche in 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.

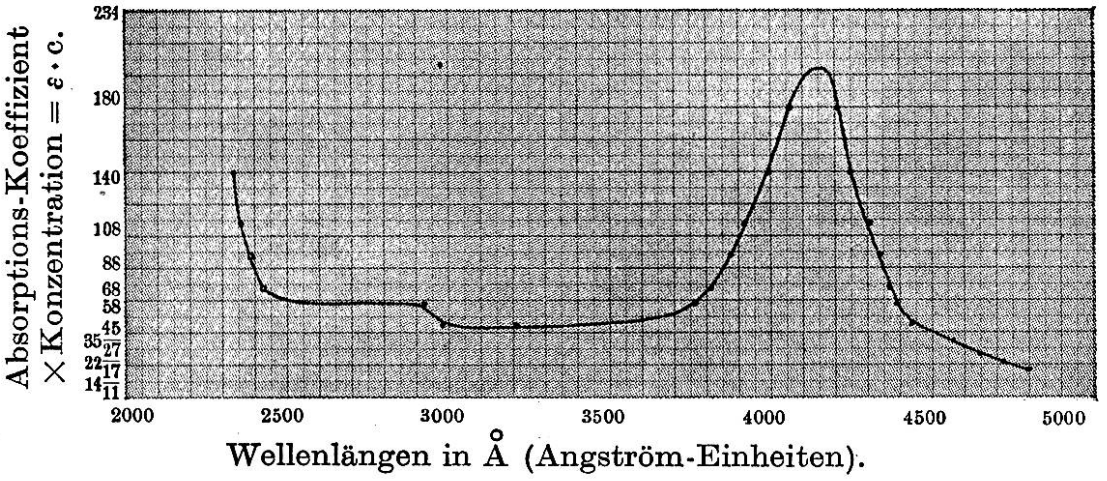
2. Vom nämlichen Vollblut wurde halb so lang (je 6′) zentrifugiert und auch weniger stark abgesogen. Über dem Depot verblieb eine 2—3 mm hohe Schicht Waschflüssigkeit. Die Zählung ergab nach guter Durchmischung 12 008 000 Erythrozyten pro cmm.

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.

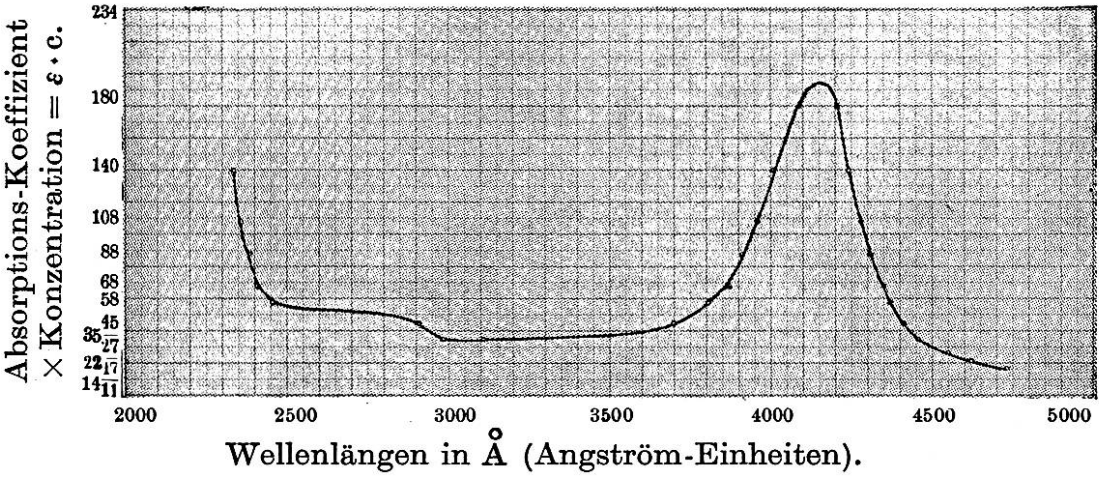
Die Normalzahlen bewegen sich zwischen 18—20 Millionen (siehe Tabellen). Diese Messungen zeigen, dass durch keine Waschprozedur aus dem Vollblut dieses anämischen Pferdes normale Depotzahlen erhältlich waren. Die Ursache liegt im Grösserwerden der roten Blutkörperchen, wie dies durch Messungen festgestellt worden ist. So massen in einem schweren Anämiefalle (Fall 4, Tabelle II) ¼ der Erythrozyten 9 μ im Durchmesser, ¼ massen 8 μ, der Rest 6—7 μ, vereinzelte sogar 10 μ. Übrigens fällt ja bereits im gefärbten Präparate jeweils die ungleiche Grösse, die Anisozytose, auf. Bei normalen, erwachsenen Pferden[1]) 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 übri-

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

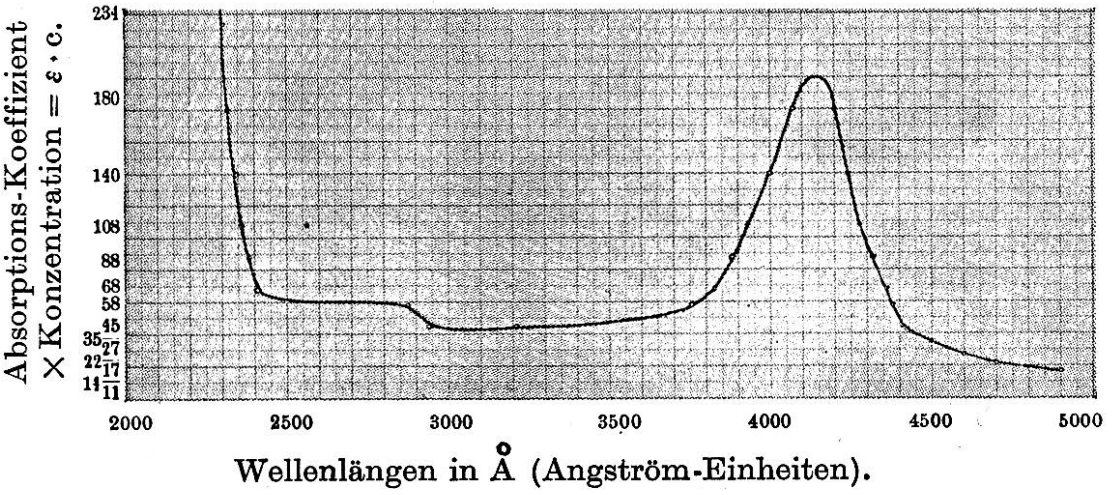
Gewaschenes Oxalat-Blut. Pferd, Fall 7, normal, Tab. I. *Kurve 4.*
1‰ige Lösung in H_2O, Lösung nicht zentrifugiert.



Gewaschenes Oxalat-Blut. Pferd, Fall 7, normal, Tab. I. *Kurve 5.*
1‰ Lösung in H_2O + 2 Tropfen NH_3 conc., Lösung nicht zentrifug.



Gewaschenes Oxalat-Blut. Pferd, Fall 7, normal, Tab. I. *Kurve 6.*
1‰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 μ Durchmesser auf. Sonst waren die Masse 6,5—7 μ. Fall 7 in Tabelle II 6—7 μ, vereinzelt 8 μ.

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 Hämoglobinlösungen 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 werden[1]). Um der Möglichkeit der Methämoglobinbildung 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 spektrographischen 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:

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

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

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. Bürker[1]).

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.

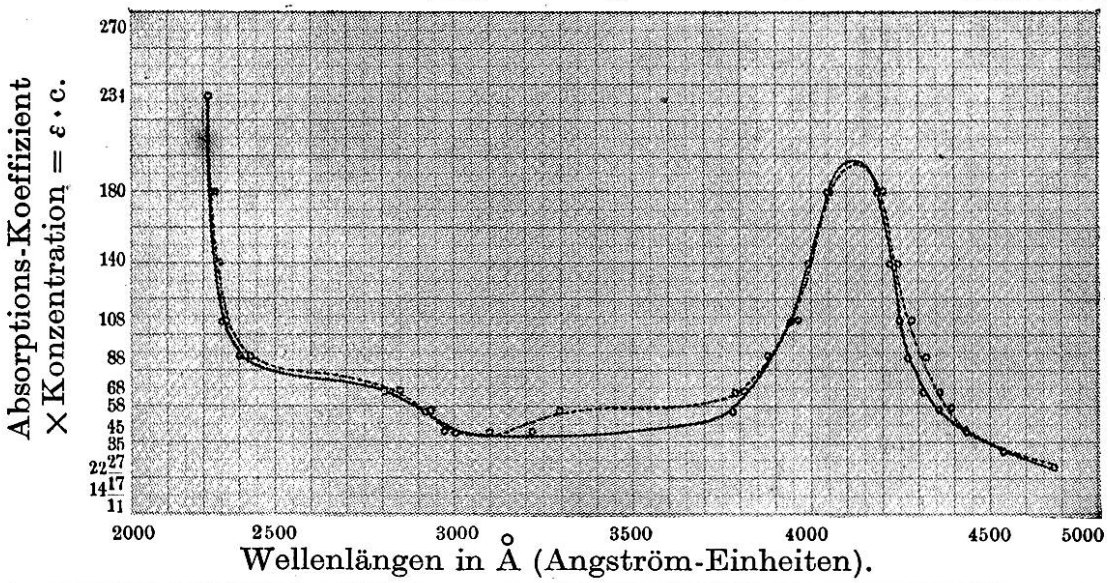
portional der in den Tabellen (Kolonne 11) für jeden Fall errechneten Grösse $F = \frac{\epsilon \cdot c}{R}$, wobei R die Zahl der Erythrozyten im cmm Depot bedeutet (Kolonne 9). Den F-Werten haften die Messfehler der spektroskopischen Bestimmung des Wertes $\epsilon \cdot c$, sowie der Fehler der Erythrozytenzählung 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.

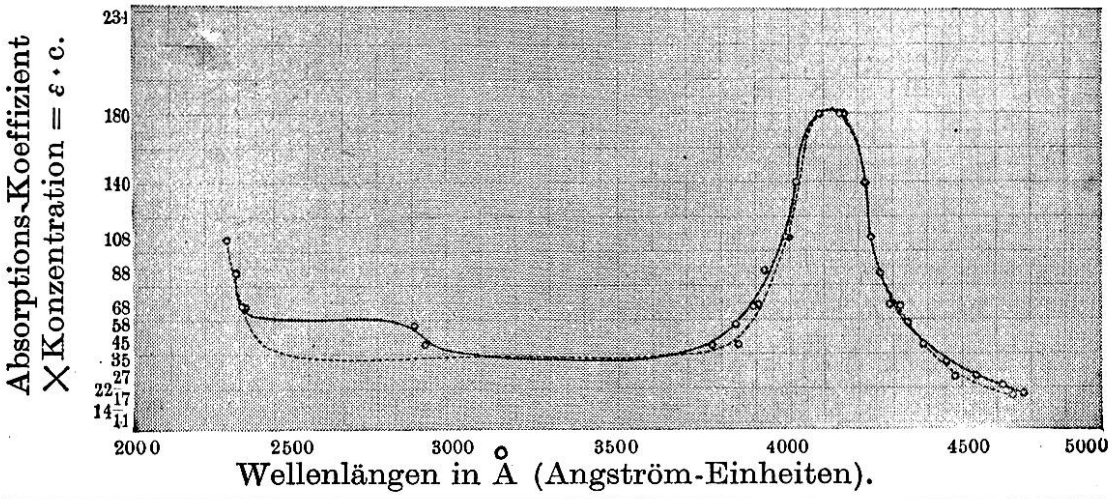
Beim Menschen unterscheidet man bekanntlich hyperchrome und hypochrome Anämien. Darüber gibt der erwähnte Färbeindex (F_i) einigermassen Auskunft. Ein typisches Beispiel einer hyperchromen Blutarmut beim Menschen ist die Anämia perniciosa. Hier sind insbesondere die auftretenden Megalozyten, aber auch 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.

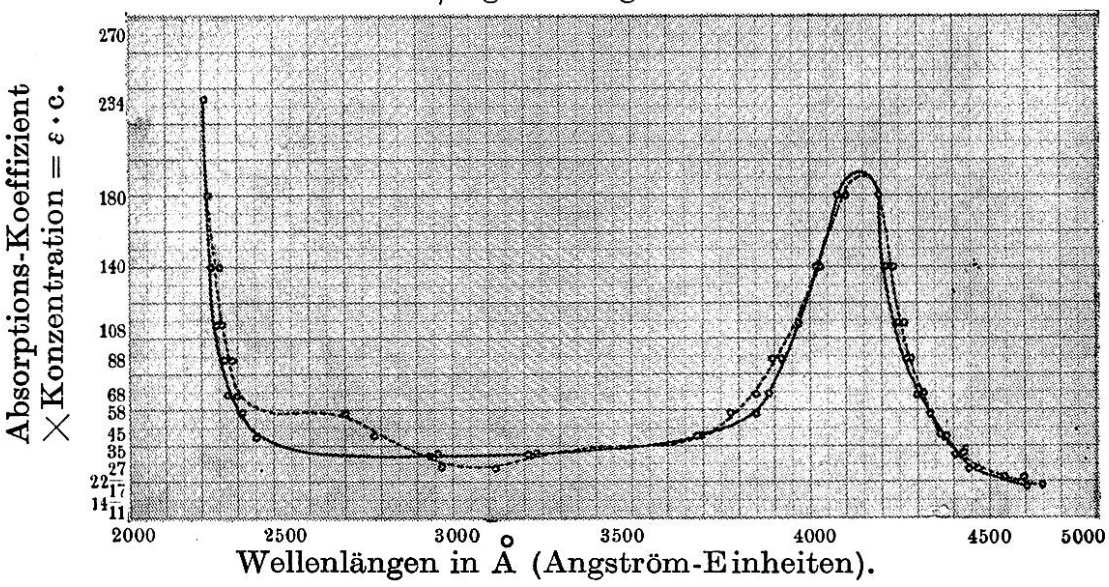
I. Oxalat-
II. Oxalat-**Blut,** gewaschen, Rind, Fall 4, normal, Tabelle VII.
1‰ige Lösung. 24. II. 1932. *Kurve 7.*



I. Oxalat-
II. Oxalat-**Blut,** Kuh, Anämie, Fall 7, Tabelle VIII.
1‰ige Lösung. 22. XII. 1931. *Kurve 8.*



I. Oxalat-
II. Oxalat-**Blut,** gewaschen, Pferd, Rotzverdacht, Fall 11, Tabelle II.
1‰ige 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 Farbstoffüllung 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 weitern 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-Jonen-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. Bürker[1]) 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	Geschlecht	Farbe	Alter	Temp. z. Zeit der Unters.	Vollblut		gewaschenes Blut	$\varepsilon \cdot c$	$F = 10^4 \cdot \frac{\varepsilon \cdot c}{R}$	Bemerkungen
						Sahli	Erythrocyten im cmm	R = Erythrocyten 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	„
3	11. IX 30	Wallach	Fuchs	12	38,0	77	7,680,000	—	2580 2270		ungarisches Blutpferd Lahmheit
4	1. VII 30	Stute	br.	6	37,8	—	—	—	2340 1870		Blut-Rennpferd Lahmheit
5	19. IX 30	Wallach	„	9	38	73	7,824,000	—	2220 2210		Halbblut Lahmheit
6	25. II 31	Wallach	D. Fuchs	9	37,9	73	7,776,000	20,152,000	2460 2270	1,12	schw. Belgier Kaltblut
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	Geschlecht	Farbe	Alter	Krankheit	Ausgang der Krankheit	Temp. z. Zeit der Unters.	Vollblut: Sahli	Vollblut: Erythrocyten im cmm	gewaschenes Blut: R = Erythrocyten im cmm	$\varepsilon \cdot c$	$F = 10^4 \cdot \frac{\varepsilon \cdot c}{R}$
1	19.VIII 30	Stute	S.Rap.	9	Anämie		38,2	25	2,368,000	—	2340 2100	
	8. IX 30				„		39,1	33	3,152,000	—	1950 1940	
	24. X 30				„		38,4	23	2,088,000	—	2220 2170	
	11. XI 30				„		39,8	34	2,760,000	13,356,000	2090 2140	1,58
	26. XI 30				„	Tod 6./7. XII 30	38,7	33	2,848,000	13,224,000	2190 2160	1,64
2	17. IX 30	Stute	d. br.	5½	„	Tod 20. IX 30	—	32	2,928,000	—	2570 2560	
3	25. IX 30	Stute	br.	4	„		39,6	50	5,752,000	—	2190 2400	
	3. X 30				„	Tod am 4. X 30	40,8	44	5,464,000	—	2520 2520	
4	22. XII 30	Stute	„	12	„		38,9	25	1,736,000	14,800,000	1860 1850	1,25
	23. XII 30				„	Tod am 23. XII 30	38,5	23	1,800,000	14,456,000	1820[1]	1,25
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	1,40
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	1,36
8	25. III 31	Wallach	Fuchs	10	„		39,6	43	4,336,000	17,904,000	2440 2390	1,34
	31. III 31				„		37,8	30	3,120,000	17,520,000	2210[2] 1970	1,19
	7. IV 31				„		39,5	30	4,424,000	—	—	
	27. IV 31				„	Tod 27. IV 31	39,1	23	3,072,000	15,376,000	2600 2670	1,71
9	19. III 31	Stute	br.	9	„	Tod 23. III 31	39,2	48	4,880,000	18,616,000	2430 2410	1,29
10	21.VIII 30	Hengst	„	4 M.	experiment. Streptokokken-Infektion mit Anämie		38,2	45	7,624,000	—	2450 2440	
	4. IX 30						39,6	47	6,648,000	—	2360 2300	
	16. IX 30				„		38,4	37	5,064,000	—	2160 2110	
	23. IX 30				„		40,5	35	4,464,000	—	2160 2160	
	2. X 30				„		38,9	29	3,808,000	—	2200 1800	
	3. X 30				„	Tod 3. X 30	38,8	26	3,120,000	—	2160 2180	
11	8. XII 31	Wallach	Sch. Fuchs	7	Anämie Rotzverdacht	Schlachtung 9. XII 31	38	36	2,938,000	11,754,000	1920 1900	1,64
12	26. I 32	Wallach	br.	8	Anämie Fettige Leber-Degen.	Schlachtung 26. I 32		47	4,396,000	15,840,000	1960[3] 1960	1,24
13	27. VI 30	Stute	„	5	Broncho-Pneumonie	Tod 8. VIII 30	39,2	—	—	—	2380 2340	
14	15.VIII 30	Stute	S.Rap.	4½	Broncho-Pneumonie mit Anämie		39	43	5,552,000	—	—	
	25.VIII 30				„		40,3	37	4,696,000	—	2420 2400	
	5. IX 30				„		37,8	47	4,928,000	—	2120 1970	
	15. IX 30				„		40,6	46	3,424,000	—	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
Fortl. Nr.	Datum	Geschlecht	Farbe	Alter	Krankheit	Ausgang der Krankheit	Temp. z. Zeit der Unters.	Vollblut: Sahli	Vollblut: Erythrocyten im cmm	gewaschenes Blut: R = Erythrocyten im cmm	$\varepsilon \cdot c$	$F = 10^4 \cdot \frac{\varepsilon \cdot c}{R}$
	29. X 30				Broncho-Pneumonie mit Anämie	sehr langsame Heilung	38,3	—	6,112,000	—	1900 1940	
	1. XII 30				„		38	—	4,280,000	13,576,000	2010 2000	1,47
	6. XII 30				„		—	63	6,208,000		1880 2040	
15	18. IX 30	Hengst Freiberg.	br.	4½	Bronchitis Einguss-Pneumonie		37,8	57	7,160,000	—	2160 2150	
	14. I 31				„	Heilung	38	64	7,104,000	19,936,000	2340 2340	1,17
16	21. X 30	Stute	„	10	doppelseitige Broncho-Pneumonie		40,3	82	9,416,000	—	1800 2000	
	30. X 30				„		39,3	67	7,392,000	—	2260 2120	
	5. XI 30				„	Schlachtung 5. XI 30	—	59	6,904,000	—	2110 2240	
17	26. IX 30	Stute	br.	8	l.-seitige nekrotisier. Broncho-Pneumonie	Tod 27./28.IX 30	40,1	62	6,080,000	—	2100 2270	
18	22. IV 31	Wallach	Fuchs	7	Broncho-Pneumonie mit Anämie		39,5	61	6,624,000	19,440,000	2460 2340	1,25
	7. V 31				„	langsame Heilung	39,7	—	5,936,000	—	2620 2490	
	29. V 31				„		38,4		5,394,000	—	2460 2340	
19	9.VIII 30	Wallach	Rapp	12	expr. gangr. Streptokokken-Broncho-Pneum. mit Anämie	Tod 9. VIII 30	39,5	—	—	—	2340	
20	26. VI 31	Stute	br.	12	exsudative 2 Pleuritis		41,2	83	8,040,000	20,128,000	2550 2470	1,24
	2. VII 31				„	Tod 2. VII 31	—	45	5,600,000	18,656,000	2590 2580	1,38
21	18. XI 30	Stute	A. Sch.	7	Druse-Angina	Heilung	39,6	54	5,472,000	18,324,000	2180 2180	1,18
22	27. II 30	Stute	br.	4½	„	„	38,1	73	8,288,000	20,184,000	2420	1,19
23	23. X 30	Stute	„	7	„	„	38,4	60	7,344,000	—	2200 2240	
24	31. X 30	Stute	k. br.	8	Druse-Angina mit Toxämie		38,8	65	6,208,000	—	2880 2700	
	3. XI 30				„		38,6	62	6,424,000	—	2800[1] 2800	
	3. XI 30				„	Tod 3. XI 30	—	—	6,240,000	—	3620[2] 3380	
25	2. X 31	Stute	k. br.	9	retropharyngeale Drüsen-Schwellung	Heilung	38,2	53	6,544,000	18,193,000	1840 1820	1,01
26	22.VIII 30	Wallach	br.	8 M.	exper. Streptokokk.-Abszess Bug r.		39,7	39	5,592,000	—	1860 2340	
	27.VIII 30				„		39,5	—	5,520,000	—	—	
	1. IX 30				„	Tod 3. IX 30	39,3	35	5,368,000		1870	
27	15.VIII 30	Stutfohlen	„	4 M.	Druse-Abszesse Kehlgang u. Pharynx		40	65	10,832,000	—	—	
	18.VIII 30				„	Tod 18. VIII 30	38,9	72	10,752,000	—	1920 2360	
28	22. V 31	Wallach	Rapp	4	Morbus makul. nach gangr. Pneumonie		38,2	79	11,538,000	—	2140 2110	
	28. V 31				„		40,1	60	5,880,000	18,584,000	2210 1940	1,11
	4. VI 31				„		39,6	45	4,712,000	19,444,000	1890 1800	0,95
	8. VI 31				„	Tod 8. VI 31	40	45	5,248,000	19,864,000	1880 1960	0,96

[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
Fortl. Nr.	Datum	Geschlecht	Farbe	Alter	Krankheit	Ausgang der Krankheit	Temp. z. Zeit der Unters.	Vollblut: Sahli	Vollblut: Erythrocyten im cmm	gewaschenes Blut: R = Erythrocyten im cmm	$\varepsilon \cdot c$	$F = 10^4 \cdot \frac{\varepsilon \cdot c}{R}$
29	12. VI 31	Wallach	D.Sch. Fuchs	6	Septikämie	Tod 12./13.VI 31	39	125	12,656,000 Bluteind.	19,624,000	2510 2340	1,23
30	29.VIII 30	Wallach	br.	7	Septikämie	Tod 29. VIII 30	40,[1]	90	8,800,000	—	1940 1890	
31	25. X 30	Stute	„	6	Tet. ac. mit Broncho-Pneumonie u. Ikterus		—	—	—	—	2040	
	30. X 30				„	Tod 30. X. 30	39,[2]	98	9,760,000 Bluteind.	—	3800[1] 3360	
32	11. XII 30	Wallach	Mohr. Schim.	14	Tetanus acutus	Schlachtung 11. XII 30	—	88	9,864,000 Bluteind.	23,912,000	3140 3040	1,29
33	21. XII 31	Wallach	Fuchs	15	Tetanus acutus	Schlachtung	39	94	11,410,000	18,372,000	2320 2340	1,27
34	5. II 32	Stute	„	10	Tetanus acutus	Schlachtung 5. II 32	38,[9]	108	10,406,000	20,564,000	2460[2] 2580	1,22
									9,554,000	19,148,000	2580[3] 2760	1,39
35	13. VI 30	Stute	Rapp.	14	paralytische Hämoglobinurie	Schlachtung 13. VI 30	—	—	—	—	2700[4] 2610	
36	29. IX 30	Stute	br.	6	„		—	79	9,584,000	—	2560 2530	
	30. IX 30				„	Schlachtung 30. IX 30	37,[9]	82	10,264,000 Bluteind.	—	2250 2240	
37	21. XI 30	Stute	Eisen-Schim.	sehr alt	„	Heilung	—	68	5,888,000	17,384,000	2100 2040	1,18
38	30. XII 30	Stute	br.	6	„		38,[3]	75	8,216,000 Bluteind.	18,960,000	—	
	3. I 31				„		38,[7]	—	6,696,000	20,848,000	2120[5] 1870	0,95
	22. I 31				„	Heilung	—		5,792,000	18,760,000	2240 2220	1,18
39	19. I 31	Wallach	Schw. Fuchs	7	„		39,[2]	82	10,392,000	18,992,000	2270[6] 2210	1,18
	20. I 31				„	Schlachtung 20. I 31	40,[6]	100	11,144,000	19,592,000	3640[7] 3090	1,71
40	13. III 31	Wallach	Fuchs	11	„	Heilung	37,[8]	75	7,416,000	18,736,000	2670 2350	1,33
41	8. IV 31	Wallach	br.	7	„		38,[4]	97	8,592,000	18,816,000	2630	1,39
	13. IV 31				„	Heilung	—	67	7,184,000	—	—	
42	23. X 31	Wallach	k. br.	14	„	Schlachtung	38	102	9,744,000	16,344,000	1800 1840	1,11
43	21. I 31	Stute	D.-Fu.	14	hochgradiger Ikterus		37,[9]	58	7,328,000	20,008,000	2630 2630	1,31
	27. I 31				„		37,[9]	—	6,312,000	21,032,000	2390	1,13
	12. III 31				„		37,[6]	60	7,856,000	19,296,000	2360 2340	1,21
	13. V 31				„	Heilung	38	85	11,024,000	—	2340 2340	
44	24. IX 30	Stute	S.Rap.	6	Anschoppungskolik	Schlachtung 24. IX 30	39,[9]	87	11,672,000	—	1970 2170	
45	29. IX 30	Wallach	D.-Fuchs	7	Meteorismus l. Colonlagen	Heilung	—	63	7,072,000	—	2200 2140	
46	11. XII 30	Wallach	Rapp.	13	Torsio Grimm-Darm	Schlachtung 11. XII 30	39,[2]	82	10,168,000	18,520,000	2260 2250	1,21
47	16. I 31	Wallach	Fuchs	7	Katarrh. Darm-Krampf	Heilung	37,[9]	58	7,872,000	17,512,000	2340 2450	1,36
48	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 ccm Methylenblau 1% i/v. [6]) am 17. I 31 150 ccm 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	Geschlecht	Farbe	Alter	Versuch	Ausgang der Krankheit	Temp. z. Zeit der Unters.	Vollblut: Sahli	Vollblut: Erythrocyten im cmm	gewaschenes Blut: R = Erythrocyten im cmm	$\varepsilon \cdot c$	$F = 10^4 \cdot \frac{\varepsilon \cdot c}{R}$
49	13. II 31	Wallach	D.-Fuchs	12	Meteorismus grosses Colon	Schlachtung 13. II 31	40	—	6,496,000	17,480,000	2660 2640	1,51
50	17. II 32	Wallach	br.	7	Incarceration Jejunum	Schlachtung 17. II 32			11,156,000 11,814,000	19,636,000 19,824,000	2490[1] 2440[2]	1,27 1,23
51	9. IX 30	Wallach	„	10	Dummkoller		—	68	7,368,000	—	2030 2020	
	22. IX 30				„	Schlachtung 22. IX 30	—	53	5,832,000	—	2240	
52	16. IX 30	Stute	„	8	Schweif-Sphinkteren-Lähmung		—	67	6,520,000	—	2360 2440	
53	11. X 30	„	St. F.	10	Hufrehe v. r.	Heilung	—	55	5,544,000	—	2290 2310	
54	26. II 32	Wallach	Fuchs	5	akute Glomerulonephritis nach Hämoglobinurie	Schlachtung 26. II 32		95	8,172,000	18,885,000	2440 2480	1,30

[1]) in Agonie. [2]) 10′ nach Tod.

Tabelle III. Versuchspferde.

1	2	3			4	6	7	8	9	10	11	
Fortl. Nr.	Datum	Geschlecht	Farbe	Alter	Versuch	Temp. z. Zeit der Unters.	Vollblut: Sahli	Vollblut: Erythrocyten im cmm	gewaschenes Blut: R = Erythrocyten im cmm	$\varepsilon \cdot c$	$F = 10^4 \cdot \frac{\varepsilon \cdot c}{R}$	Bemerkungen
55	12. XI 30	Hengst-Fohlen	br.	6 M.	Immunisierung mit Streptokokken-Filtrat i/v. i/m. u. s/c.	38	54	6,952,000	20,688,000	2130 2150	1,03	Impfungen am 16., 17., 20., 22., 27. u. 31. XII 30; am 5., 9., 15., 20., u. 28. I 31; am 2. u. 18. II 31; am 7., 13. u. 25. III 31
	29. XII 30					38,5	54	6,728,000	—	—		
	17. II 31				Beginn den 16. XII 30	38,6	59	5,608,000	19,136,000	2480 2490	1,29	
	19. II 31					38,5	54	5,584,000	19,224,000	2580 2360	1,28	
	23. IV 31					37,5	64	7,608,000	20,128,000	2220	1,10	
56	10. XII 30	Wallach	D.Fu.	sehr alt	Schafblut-Injektionen i/v. zur Hämolysin-Darstellung	37,6	72	8,048,000		2510 2550		ohne Injektion
	10. II 31					37,3	97	9,888,000		2600 2620		9. II 31 200 ccm Schafblut i/v.
	23. II 31					37,5	85	9,616,000	—	2660 2640		23. II 31 200 ccm Schafblut i/v. nachher Blutentnahme
	6. III 31					37,2	135	14,552,000	18,120,000	2440[1] 2580	1,38	6. III 31 200 ccm Schafblut, nachh. beim anaphylaktischen Anfall Blutentnahme

[1]) Tod am 6. III 31 infolge Anaphylaxie.

Tabelle III. Versuchspferde.

1	2	3			4	6	7	8	9	10	11	
Fortl. Nr.	Datum	Geschlecht	Farbe	Alter	Versuch	Temp. z. Zeit der Unters.	Vollblut: Sahli	Vollblut: Erythrocyten im cmm	gewaschenes Blut: R = Erythrocyten im cmm	$\varepsilon \cdot c$	$F = 10^4 \cdot \frac{\varepsilon \cdot c}{R}$	Bemerkungen
57	18. III 31	Wallach	Flieg. Schim.	sehr alt	Schafblut-Injektionen i/v. zur Hämolysin-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 ccm Schafblut i/v., nachher Blutentnahme
	1. IV 31											50 ccm Schafbl. i/v.
	9. IV 31											70 ccm Schafbl. i/v.
	16. IV 31											100 ccm Schafbl. i/v.
	24. IV 31					39	—	7,512,000	20,496,000	2680 / 2580	1,28	120 ccm Schafblut i/v., nachher Blutentnahme
	30. IV 31					38,5	—	7,624,000	17,224,000	2350 / 2360	1,36	150 ccm Schafbl. i/v. nachh. Blutentn.
	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.	6	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	
Fortl. Nr.	Datum	Geschlecht	Farbe	Alter	Versuch	Temp. z. Zeit der Unters.	Vollblut: Sahli	Vollblut: Erythrocyten im cmm	gewaschenes Blut: R = Erythrocyten im cmm	$\varepsilon \cdot c$	$F = 10^4 \cdot \frac{\varepsilon \cdot c}{R}$	Bemerkungen
1	24. XI 31	Kuh	braun	7	Zwischenklauen-Geschwüre	38,4	67	7,222,400	16,162,000	1880 / 1860	1,16	
2	12. XI 31	Rind	„	3	Spröde Klauen	39,2	70	7,996,000	21,334,000	1920 / 1940	0,90	
3	10. XI 31	Rind	„	3	Aktinomykose	39	61	6,788,000	18,280,000	1880 / 1880	1,02	
4	24. II 32	Rind	„	1	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	Geschlecht	Farbe	Alter	Krankheit	Ausgang der Krankheit	Temp. z. Zeit der Unters.	Vollblut: Sahli	Vollblut: Erythrocyten im cmm	gewaschenes Blut: R = Erythrocyten im cmm	$\varepsilon \cdot c$	$F = 10^4 \cdot \frac{\varepsilon \cdot c}{R}$
1	15. I 31	Kuh	Gelbfleck	9	Brust-, Bauchfell- u. Organ-Tuberk.	Schlachtung 15. I 31	40	45	4,816,000	18,384,000	2100[1] / 2200	1,16
2	4. II 31	Kuh	Rotfleck	5	hochgrad. Lungen- u. Pleura-Tuberkulose		39,7	48	5,144,000	19,560,000	2570[2] / 2220	1,22
	9. II 31				„		39,8	41	4,112,000	19,024,000	2490[3] / 2540	1,33
3	23. III 31	Kuh	Fleck	8	Hochgrad. Lungen-Tuberk. ak., parenchymatöse Mastitis an allen 4 Vierteln	Schlachtung 23. III 31	40,3	38	4,552,000	17,128,000	2440 / 2190	1,37
4	17. IV 31	Kuh	„	6	chron. Durchfall Para-Tuberkulose	Schlachtung 17. IV 31	37,5	50	5,552,000	15,712,000	1980 / 2110	1,30
5	15. VI 31	Rind	br.	1 M.	Tuberk. Basilar-Meningitis	Schlachtung 16. VI 31	38,5	73	8,864,000	18,008,000	2160 / 2120	1,18
6	1. XII 31	Kuh	braun	5	multiple Milz Abszesse mit Anämie	1. XII 31	38,3	28	3,309,600	18,722,000	1800 / 1800	0,95
7	22. XI 31	Kuh	„	10	„	22. XII 31	—	34	3,491,200	14,110,000	1820 / 1820	1,28
8	21. I 32	Kuh	„	4	Para-Tuberkulose Abmagerung, Anäm.	21. I 32		41	4,599,200	19,866,857	1840 / 1820	0,92
9	9. II 32	Kuh	„	4	„	9. II 32		46	5,269,600	17,712,000	2000 / 1940	1,11
10	16. II 32	Kuh	„	4	Cystitis verrucosa Hämaturie	17. II 32		28	3,221,600	16,004,000	1880 / 1980	1,21
11	30. XII 31	Rind	„	2	chron. Blähsucht	30. XII 31		63	7,942,000	18,096,000	1800 / 1800	0,99
12	14. I 31	Kuh	„	5	„	15. I 32		60	6,860,000	19,563,000	1880 / 1840	0,95
13	2. II 32	Kuh	„	6	Para-Tuberkulose	3. II 32		50	5,869,000	19,434,000	2020 / 1980	1,03
14	4. I 32	Kuh	„	6	Para-Tuberkulose mit Abmagerung	8. I 32		56	6,390,000	15,496,000	1800 / 1800	1,16
15	12. I 32	Kuh	„	3	Hämaturie	13. I 32		48	6,246,000	20,937,000	1940	0,92
16	26. I 32	Kuh	„	7	akuter Schub Tuberkulose	26. I 32		—	7,748,000	19,009,000	1940 / 1900	1,01
17	19. X 31	Kuh	„	7	Tuberkulose			62	7,208,000	17,304,000	1940[4] / 1940	1,12
	20. X 31							66	7,824,000	16,072,000	1820[5]	1,13
18	13. X 31	Kuh	„	7	Tuberkulose			61	6,176,000	16,080,000	1800[4] / 1800	1,12
	14. X 31							64	6,512,000	16,872,000	1800[5] / 1640	1,02
19	5. XI 31	Rind	„	3	Gestörtes Wachstum		37,9	75	8,502,000	18,226,000	1830 / 1830	1,00

[1]) 14./15. I 31 Tuberkulin-Probe s/c. und Ophthalmo-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.