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: 96 (1954)

Heft: 4

Artikel: Die Abhängigkeit der Sedimentierungsgeschwindigkeit der Erythrozyten vom Erythrozytenvolumen beim Pferdeblut und ihre Berücksichtigung in der Diagnostik

Autor: Gsell, Jakob

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-591388

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: 15.07.2025

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

Aus dem Veterinär-medizinischen Institut der Universität Bern
(Direktor: Prof. Dr. W. Steck)

Die Abhängigkeit der Sedimentierungsgeschwindigkeit der Erythrozyten vom Erythrozytenvolumen beim Pferdeblut und ihre Berücksichtigung in der Diagnostik

Von Jakob Gsell

I. Einleitung

Die Bedeutung der Bestimmung des Erythrozytenvolumens und der Senkungsgeschwindigkeit der Erythrozyten beim Pferde, als wichtige klinische Untersuchungsmethode, hat in den letzten Jahren wesentlich zugenommen. In der veterinär-medizinischen Literatur sind nur wenige Arbeiten enthalten, die sich eingehend mit dem Problem der Sedimentierung der roten Blutkörperchen befassen, und in diesen wenigen Arbeiten wurde zudem nach recht unterschiedlichen Methoden gearbeitet, so daß ein Vergleich der Resultate sehr schwierig und nur bedingt möglich ist. Es wäre deshalb nur zu wünschen, daß man sich auf eine gemeinsame Untersuchungsmethode einigen könnte, um dadurch vergleichbare Resultate und ersprießliche Zusammenarbeit zu erreichen.

Mit der Zunahme an Bedeutung wurden aber auch gewisse Einwände gegen die Sedimentierungsbestimmung laut, und einer davon gab den Anlaß zur vorliegenden Arbeit. Es wurde nämlich eingewendet, daß die Senkungsgeschwindigkeit stark von der Erythrozytenkonzentration bzw. dem Erythrozytenvolumen abhänge, und deshalb bei dem schon physiologisch bekanntermaßen stark variierenden Erythrozytenvolumen der Pferde eine klinische Auswertung der gemessenen Senkungsgeschwindigkeit illusorisch sei. Wir stellten uns die Aufgabe, diese Frage einmal eingehend zu prüfen und gleichzeitig einige, damit in Verbindung stehende Probleme zu untersuchen. Nachdem die Bestimmung der Sedimentierungsgeschwindigkeit in der Humanmedizin eine so große Bedeutung erlangt hat, ist anzunehmen, daß sie auch in der Veterinärmedizin zum mindesten beim Pferde einen Beitrag leisten kann in der Diagnostik verschiedener Krankheiten.

Die Pferde, welche zur Ausführung der vorliegenden Arbeit untersucht wurden, rekrutierten sich zur Hauptsache aus Patienten des Tierspitales Bern. In verdankenswerter Weise wurde es mir daneben ermöglicht, auch Pferde der Filiale Sand der Eidg. Militärpferdeanstalt zu diesem Zwecke heranzuziehen. Von 58 gesunden und an verschiedenen chirurgischen und inneren Krankheiten leidenden Pferden wurden insgesamt 598 Blutproben untersucht. Bei der Auswahl der Pferde wurde darnach getrachtet, eine möglichst gleichmäßige Verteilung der Fälle innerhalb der ganzen Variationsbreite der Beschleunigungsintensität zu erreichen.

II. Technik und Methoden

Nachstehend geben wir eine Zusammenstellung der Untersuchungsmethoden, wie sie sich im Laufe der Jahre an unserer Klinik entwickelt haben und heute angewendet werden. Für den Praktiker mag besonders die Methode zur Bestimmung der Senkungsgeschwindigkeit und des Spontansedimentes von Bedeutung sein, ist sie doch mit wenig Zeitaufwand auch in der Praxis durchführbar.

1. Blutentnahme

Das zur Untersuchung nötige Blut wird aus der Vena jugularis entnommen, mittels eines sterilen (!) Venentrokars von etwa 5,5 cm Länge und 2 mm Lichtweite. Der Trokar bietet die Vorteile, daß das Blut ohne Stauen der Vene im Strahle fließt und die Trokarhülse nach Entfernen des Stiletts nicht so leicht aus der Vene gleitet wie eine Kanüle, was besonders bei etwas unruhigen Pferden angenehm ist. Damit ist die Gefahr der Hämatombildung weitgehend beseitigt. Für diagnostische Zwecke genügen in der Regel Proben zu 40 ccm Blut. Weithalsige, etwa 40 ccm fassende, bis zum Halsansatz (Marke) ausgemessene Fläschchen, werden zu diesem Zwecke sterilisiert und mit einem Fünftel ihres Volumens 3,8%iger Natriumcitratlösung versehen. Die 3,8%-Lösung von natrium citricum tribasicum wurde ebenfalls vorher sterilisiert und, unter Zugabe von einigen Naphtalinkristallen zur Konservierung, im Kühlschrank aufbewahrt, wie die bereits abgefüllten Probefläschchen. In die so vorbereiteten Probefläschchen wird das aus dem Trokar fließende Blut unter Schräghalten, zur Vermeidung von Schaumbildung, bis zur Halsmarke des Fläschchens aufgefangen. Das Fläschchen wird verschlossen und sofort einige Male gewendet, zur guten Durchmischung des Blutes mit der Zitratlösung. Zum Entfernen des Trokars wird das Stilett wieder eingeführt und der Trokar unter Fixieren der Haut ohne zu stauen entfernt. Im Verlaufe dieser Arbeit wurden in keinem Falle Haematome oder andere Komplikationen beobachtet.

Die entnommenen Blutproben werden ins Laboratorium verbracht, wo sie nach Angleichung an die Untersuchungstemperatur von 17–20° C innert 4 Stunden nach der Entnahme untersucht werden. Auf dem Transport stark unterkühlte Proben sind vor der Untersuchung während 2 Stunden bei Zimmertemperatur stehen zu lassen, während für die Angleichung ohne vorherige Abkühlung ½ Stunde genügen mag. Längere Aufbewahrung als 4 Stunden ist nicht zu empfehlen und kann eine Änderung der Senkungsgeschwindigkeit bewirken. Germann [6].

2. Senkungsgeschwindigkeit (SG) und Spontansediment (ES)

Zur Anwendung kam hier die Technik nach Steck und Streit. Die Blutproben werden nach guter Durchmischung, mittels Wenden, in Erlenmeyerkolben von 100 ccm umgegossen und durch kreisende Bewegungen während 1½–2 Minuten (kontrolliert mit der Uhr) gut gemischt. Dann werden die beiden senkrecht aufgestellten Sedimentröhren bis zur obern Marke eingefüllt und mit Kautschukpfropfen verschlossen. Die Sedimentröhren sind zylindrische Glasröhren von etwa 320 mm nutzbarer Länge und 7,2–7,5 mm Innendurchmesser. Ihr Volumen beträgt 12,5 ccm und ist eingeteilt in 125 Teile, von der untersten Marke graduiert bis 50 vol%. 100 Volumenteile entsprechen somit der unverdünnten Blutmenge, so daß an der Graduierung direkt die Prozente des Blutvolumens ablesbar sind. Von der obersten Marke – bis zu der die Röhren mit Zitratblut einzufüllen sind – läuft eine Millimeterskala bis 250 mm nach unten, zur Ablesung der Senkungsgeschwindigkeit. Diese Millimeterskala kann auch durch einen, neben die Sedimentröhre gehaltenen Maßstab ersetzt werden.

Nach 15 Minuten, gerechnet von der beendeten Einfüllung der Sedimentröhre, wird an der Millimeterskala die SG abgelesen, am besten im durchfallenden Licht gegen einen hellen Hintergrund. Bei langsamer Sedimentierung ist die Grenze zwischen Blutplasma und den absinkenden Erythrozyten i. d. R. scharf, während bei stark beschleunigter Senkung nicht selten ein ins Plasma auslaufender Erythrozytenkegel entsteht. Im ersten Fall ist die Ablesung leicht, während im zweiten Fall so vorgegangen werden muß, daß an der Kegelspitze und an der Stelle, wo die Erythrozyten kompakt werden, abgelesen wird und das Mittel beider Ablesungen die SG ergibt. Steck [15].

24 Stunden nach dem Einfüllen wird das Spontansediment (ES) in vol% an der beschriebenen Graduierung abgelesen. Über dem Erythrozytensediment befindet sich als weiße Masse das Leukozytensediment (L), das ebenfalls nach 24 Stunden an der gleichen Skala in vol% abgelesen wird, kontrolliert nach 48 Stunden.

Die Reinigung der Röhren geschieht durch tüchtiges Spülen mit kaltem Wasser, dann mit Boilerwasser und Bürste, Spülen mit destilliertem Wasser und Lufttrocknen. Aufbewahrung: Verschlossen mit Gummipfropfen.

Die Untersuchungstemperatur hat, wie erwähnt, bei diesen Bestimmungen 17 bis 20° C zu betragen. Germann [6].

3. *Hämatokrit*

Zur Hämatokrit- oder Zentrifugensediment (EH)-Bestimmung wurden etwa 110 mm lange, zylindrische Glasröhrchen verwendet mit einer Lichtweite von 4 mm und einer Wandstärke von 3 mm. Ein 3 mm dickes, rundes Glasplättchen wurde als Boden im *rechten Winkel* aufgekittet. Es stand uns eine große Laboratoriums-Zentrifuge zur Verfügung mit einer Umdrehungszahl von 3500 Umdr./Min. Eine Zentrifugierzeit von einer Stunde erwies sich in 88 Vorversuchen als genügend, um Endwerte zu erhalten. Wirth [20] gibt als Zentrifugierdauer 1½ Stunden an bei 2500 Umdr./Min., was mit unserem gefundenen Wert übereinstimmen dürfte. Während des Zentrifugierens wurden die Röhrchen oben mit gutsitzenden Gummikappen luftdicht verschlossen, zur Vermeidung der Verdunstung.

Die zentrifugierten Röhrchen werden ausgemessen zur Berechnung des Erythrozytenvolumens (EH). Wenn h die Höhe der Gesamtblutsäule (Plasma + Erythrozytensediment) und e die Höhe des Erythrozytensedimentes ist, so gilt, unter Berücksichtigung des Zitratvolumens, die Proportion EH : 125 = e : h, woraus sich ergibt:

$$EH = \frac{125 \cdot e}{h} \text{ vol\%} .$$

Die Reinigung der Hämatokritröhrchen vollzieht sich gleich, wie bei den Sedimentröhren. Es ist darauf zu achten, daß die Röhrchen vor dem Wiedergebrauch gut ausgetrocknet sind.

4. *Erythrozyten-Auszählung*

Zur Auszählung der Erythrozyten wurde die Zählkammer nach Bürker/Türk verwendet. Ausgezählt wurden jeweils zweimal 16 Rechtecke und aus beiden Zählungen der Mittelwert verwendet. Die Berechnung gestaltet sich wie folgt:

Inhalt der 16 ausgezählten Rechtecke zu je 5 Quadraten $= 16 \cdot {}^{1}/_{20} \cdot {}^{5}/_{20} \cdot {}^{1}/_{10} = {}^{80}/_{4000} = {}^{1}/_{50}$ cmm. Die Verdünnung des Blutes wird folgendermaßen hergestellt:

0,5 ccm Citratblut + 3,5 ccm Hayem = Verdünnung I
0,5 ccm Verdünnung I + 9,5 ccm Hayem = Verdünnung II.

Verdünnung II wird ausgezählt und ist $8 \cdot 20 \cdot \frac{5}{4} = 200$fach. Die gezählte Anzahl Erythrozyten in den 16 Feldern ist demnach mit $50 \cdot 200 = 10\,000$ zu multiplizieren, um die Zahl der Erythrozyten (Z) pro cmm zu erhalten.

Die Verdünnung des Blutes wird am besten in kleinen Erlenmeyerkolben vorgenommen, in denen durch Schütteln während einer Minute vor jedem Pipettieren eine gute Durchmischung möglich ist. Die Hayem'sche Flüssigkeit, welche zur Verdünnung verwendet wird, weist folgende Zusammensetzung auf: Aqua dest. 200,0, natr. sulfuricum 5,0, natr. chloratum 2,0, Sublimat 0,5. Vor dem Beginn der Auszählung ist mit schwacher Vergrößerung zu überprüfen, ob die Erythrozyten gleichmäßig über das ganze Zählfeld verteilt und keine Luftblasen entstanden sind. Präparate, die diese Anforderungen nicht erfüllen, sind neu zu erstellen. Vor jedem Einfüllen der Zählkammer wurde streng auf das Vorhandensein der Newton'schen Farbringe geachtet.

Zur Bestimmung der Erythrozytenzahl am frischen Blut wurde 0,5 ccm Blut mit einer Pipette direkt von dem aus dem Venentrokar fließenden Blutstrahl genommen und sofort in 4,5 ccm Hayem'sche Flüssigkeit verbracht. Dies ergab Verdünnung I. Im weitern wurde wie mit Zitratblut verfahren, so daß die ausgezählte Verdünnung ebenfalls 200fach war.

III. Problemstellung und Versuche

1. Einleitung

Der Grundgedanke der vorliegenden Arbeit besteht darin, zu prüfen, inwieweit die verschiedentlich laut gewordenen Äußerungen zutreffen, daß die Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen sehr stark oder überhaupt nur vom Erythrozytengehalt abhänge, und eine Änderung der Senkungsgeschwindigkeit (SG) nur durch eine Änderung der Erythrozytenkonzentration bzw. des Erythrozytenvolumens bedingt sei. Nach Gilman [7] soll dies bei der infektiösen Anämie der Pferde der Fall sein. Ferner stellten wir uns die Aufgabe, wenn schon eine Abhängigkeit der SG vom Spontansediment (ES) bzw. Hämatokrit (EH) bestehe, diese möglichst gründlich in ihrem Wesen zu erfassen.

Gleichzeitig mit diesen Versuchen schien es gegeben, einige Zusammenhänge der verschiedenen Untersuchungswerte zahlenmäßig festzulegen und dadurch ein Bild zu erhalten von der Genauigkeit der angewendeten Untersuchungsmethoden und der Streuung der Resultate. Deshalb wurde folgenden Fragen, wie sie z. T. erst im Laufe der Arbeit auftraten, etwas gründlicher nachgegangen:

Verhältnis zwischen ES nach 24 Stunden bei spontaner Sedimentierung und dem EH, d. h. dem Zentrifugensediment nach einer Stunde bei 3500 Umdr./Min.

Prüfung ob eine Korrelation bestehe und welcher Art diese sei, zwischen der SG und den beiden Quotienten $\frac{\text{Spontansediment}}{\text{Hämatokrit}}$ und $\frac{\text{Hämatokrit}}{\text{Erythrozytenzahl}}$.

Ermittlung der Variationsbreite und damit der Genauigkeit der Untersuchungsmethoden bei der Bestimmung der SG, des ES, des EH und der Erythrozytenzahl (Z).

2. Abhängigkeit der Senkungsgeschwindigkeit vom Spontansediment bzw. Hämatokrit

Die rechnerische Auswertung und die graphischen Darstellungen wurden überall mit den EH-Werten durchgeführt, weil vom Hämatokrit größere Genauigkeit erwartet werden kann und es sich erwies, wie wir im folgenden Abschnitt sehen werden, daß zwischen EH und ES eine genügend genaue Proportionalität besteht.

Um dem Wesen der zu untersuchenden Beziehung näher zu kommen, war es nötig, von einem Pferd innert kurzer Zeit Blutproben zu erhalten, die ein möglichst unterschiedliches Erythrozytenvolumen aufwiesen, um so die SG eines Pferdes bei verschiedenem ES bzw. EH beobachten zu können. Am ehesten schien dies erreichbar zu sein bei Blutentnahmen unter verschieden starker Erregung des Pferdes. Steck und Stirnimann [16], Stirnimann [17], Streit [18], Eichenberger [5]. Daß aber die Streuung der Endsedimente für unsere Zwecke zu gering ausfiel, geht aus den erwähnten Arbeiten und aus unsern Versuchen hervor. *(Prot. Nr. 1–9.)* Deshalb mußten wir zur künstlichen Herstellung der Blutproben eines Pferdes mit verschiedenem Erythrozytengehalt greifen. Dabei war natürlich darauf zu achten, daß neben der Erythrozytenkonzentration und damit dem ES keine weitern Faktoren verändert wurden, die die SG beeinflussen. Unter Berücksichtigung der veterinär-medizinischen Arbeiten von Gilman [7] und Van Zijl [21] und der humanmedizinischen von Brönninger und Herrmann [3], Schäfer [13], Wintrobe und Landsberg [19] und Meier [12] wurde dabei folgendermaßen vorgegangen:

Von einer genügend großen Blutprobe (400 ccm Blut + 100 ccm 3,8% Natriumcitratlösung) wurden in Meßzylindern verschieden große Mengen Blut aufgestellt und davon nach genügend weit fortgeschrittener Sedimentierung jeweils eine bestimmte Menge Blutplasma abpipettiert, je nach gewünschter Eindickung. Mit dem abpipettierten Plasma wurden verschieden starke Verdünnungen des Originalblutes hergestellt. Auf diese Weise war es möglich, vom gleichen Blut 7–10 Versuchsproben zu erhalten, mit einem von ca. 10–50% variierenden Erythrozytenvolumen. An jeder Versuchsprobe wurde nun in zwei parallelen Versuchen SG, ES, EH bestimmt und am Originalblut die Erythrozytenzahl pro cmm (Z).

Da die Verdünnung mit Plasma desselben Blutes und stets demselben Natriumcitrat-Gehalt vorgenommen wird, handelt es sich also bei allen Proben um das gleiche Milieu, in dem die Sedimentation der Erythrozyten vor sich geht. Zum gleichen Schluß kommen auch die erwähnten Autoren auf Grund eingehender Untersuchungen. Ein Zeichen dafür, daß außer der Erythrozytenkonzentration keine, die SG beeinflussenden Faktoren verändert werden, ist sicher auch der kontinuierliche Kurvenverlauf in den diesbezüglichen graphischen Darstellungen dieser Versuche.

Nach der geschilderten Versuchsanordnung wurden die Blutproben von

37 gesunden und mit verschiedenen chirurgischen und innern Krankheiten behafteten Pferden untersucht. *(Die einzelnen Versuchsresultate sind im Institut deponiert.)* Um ein Gesamtbild zu vermitteln und eine Auswertung zu ermöglichen, wurde die graphische Darstellung, wie sie Fig. 1 zeigt, gewählt.

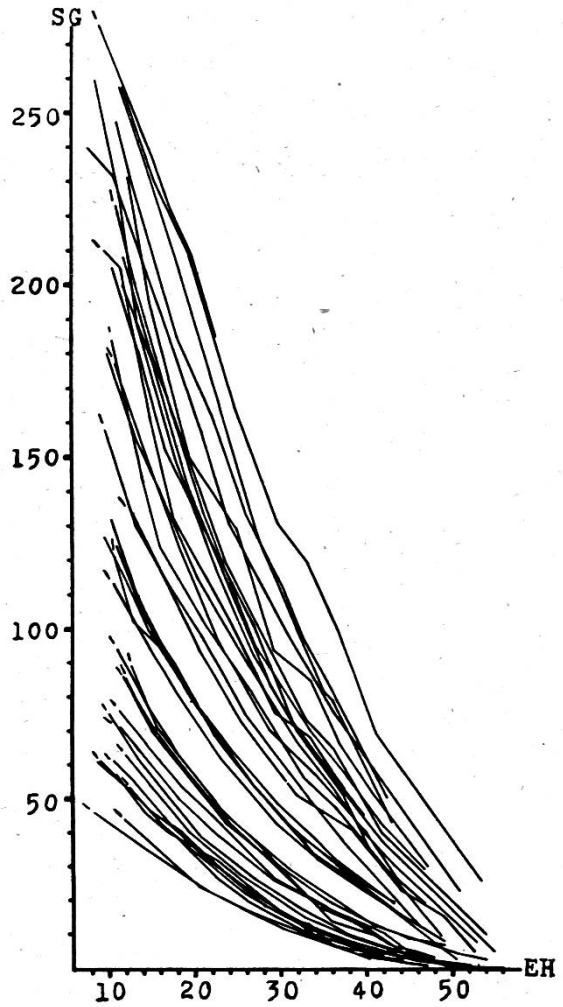

Fig. 1. Darstellung der 37 Versuchsreihen zur Ermittlung der Abhängigkeit der SG vom EH. Erläuterungen siehe Text.

Daraus ist ersichtlich, daß bei allen untersuchten Pferden eine Abhängigkeit der SG vom EH und damit von der Erythrozytenkonzentration besteht. Diese Abhängigkeit verläuft für alle Proben *gleichartig* und *gesetzmäßig* und zeigt sich in dem Sinne, daß mit abnehmender Erythrozytenkonzentration die SG zunimmt. Dies fanden auch Césari [4], Kuhn [11], Berndt [2], Streit [18], Van Zijl [21] und Gilman [7] in der Veterinärmedizin sowie Brönninger und Herrmann [3], Schäfer [13], Meier [12] und Wintrobe und Landsberg [19] in der Humanmedizin, in letzterer auch Abderhalden [1], der zwar diesen Einfluß auf die klinische Auswertung für unbedeutend hält. Die bei Van Zijl in einer ähnlichen graphischen Darstellung bei niederem ES und damit verbundener hoher SG auftretende Abbiegung der Kurven nach unten, ist eindeutig darauf zurückzu-

führen, daß in der dortigen Methode kürzere Senkungsröhren Verwendung finden und somit bei stark beschleunigter Senkung der Fall der Erythrozyten durch ein zu frühes Sackungsstadium gehemmt wird. Die relativ große Länge unserer Senkungsröhren ist somit kein Überfluß. Auch wir haben trotzdem noch bei sehr stark verdünnten Blutproben, von an und für sich sehr rasch senkendem Blut, in einigen Fällen eine solche Abbiegung festgestellt.

Das Bild der graphischen Darstellung dieser Versuche (Fig. 1) verlockte zur mathematischen Ergründung dieser Abhängigkeit, besonders da durch logarithmische Auftragung des EH die Versuchskurven annähernd zu Geraden wurden, mit geringen Abweichungen im Bereiche über 45 vol% EH, was praktisch keine Bedeutung mehr hat. So gelang es, durch genaue Aufzeichnung und durch Berechnung der Kurven folgende Gleichung für die Abhängigkeit der SG vom EH bei irgendeiner Blutprobe zu erhalten:

$$SG = P\left[\log(EH) - 1{,}81\right] - 11{,}61 \,.$$

Darin bestimmt P die Steilheit der Geraden und ist somit ein Maß für die Sedimentationsbeschleunigung bzw. -verzögerung.

Für die Grenzlinie zwischen normaler SG und Beschleunigung I° erhalten wir aus obiger Gleichung ein P von –141, für die Grenzkurve zwischen Beschleunigung I° und II° wird P = –185. P ist in unserem Anwendungsbereich stets eine negative Zahl, was durch die Wahl der graphischen Darstellung bedingt ist, und wird im folgenden ohne Berücksichtigung des Vorzeichens verwendet. Wenn wir in einem bestimmten Fall mittels der gemessenen SG und dem zugehörigen EH P berechnen, was nach der Formel

$$P = \frac{SG + 11{,}61}{\log(EH) - 1{,}81}$$

geschieht, so läßt sich darüber folgendes aussagen:

P	
unter 141	normale oder verzögerte Senkung
141–185	fraglich beschleunigte Senkung (Verdachtszone oder Beschleunigung I°)
186–255	Beschleunigung II°
256–338	Beschleunigung III°
über 338	Beschleunigung IV°

Mittels Fig. 1, der ersten Gleichung und Verwendung von logarithmischem Papier ist es möglich, eine Korrekturtafel zu erstellen (Fig. 2), die gestattet, eine bei bestimmtem EH ermittelte SG auf einen Vergleichs-EH zu korrigieren oder aber direkt abzulesen, ob die ermittelte SG bei zugehörigem EH als beschleunigt, normal oder verzögert zu betrachten ist. Ersteres wird nötig sein zum Vergleich unter verschiedenen Pferden, während letz-

teres für die diagnostische Auswertung geeigneter ist. Da zwischen EH und dem Spontansediment ES eine Proportionalität besteht, ist es auch möglich, die Umrechnung mit Hilfe des Spontansedimentes vorzunehmen. In der Korrekturtafel ist dies durch eine zweite Skala auf der Abszisse ermöglicht. Es ist dies ein wesentlicher Vorteil, weil das Spontansediment auch in der Praxis leicht bestimmt werden kann, während der Hämatokrit bereits im Laboratorium ermittelt werden muß. Auch Gilman [7] hat in Anlehnung an Wintrobe und Landsberg [19] eine ähnliche Tabelle konstruiert, indem er eine aus verschiedenen Versuchen ermittelte Mittel- oder Normalkurve parallel verschiebt. Wie wir aber fanden, handelt es sich bei den 37 Versuchskurven (Fig. 1) nicht um parallele Kurven, was auf logarithmischem Papier noch deutlicher zum Ausdruck kommt, so daß durch Parallelverschiebung einer Mittelkurve zu große Ungenauigkeiten in Kauf genommen werden müssen.

Zur Erläuterung der Korrekturtafel (Fig. 2) nehmen wir eine normale Schwankung des EH von 30–40 vol%, wie sie leicht durch Erregung des Pferdes bedingt sein kann. Ist nun bei 30 vol% EH die SG auf 36 mm ermittelt worden, so beträgt sie bei 40 vol% EH noch 18,5 mm, also ein beträchtlicher Unterschied nur schon innerhalb der physiologischen Schwankungsbreite. Noch stärker wirkt sich dieser Einfluß bei beschleunigten Senkungen aus, die ja i. d. R. mit mehr oder weniger niedrigem Erythrozytenvolumen einhergehen. Dies dürfte zeigen, daß es keine überflüssige Mehrarbeit bedeutet, neben der SG stets das zugehörige ES zu bestimmen und dann zur Beurteilung oder Umrechnung der ermittelten SG die Korrekturtafel heranzuziehen. Beides dürfte mit wenig Zeitaufwand möglich sein, da ja die Methode nach Steck und Streit in einer Untersuchung die SG und das ES liefert und eine Beurteilung mittels der Korrekturtafel einfach und rasch möglich ist.

Alle Werte, die in dieser Tafel rechts über die stark ausgezogene Normalkurve zu liegen kommen, sind als beschleunigt zu beurteilen, während alle links und unter dieser Linie liegenden Werte als normal oder verzögert gelten. Zur einfachern Verständigung wäre es günstig, die beschleunigten Senkungen in verschiedene Beschleunigungsgrade einzuteilen, wie dies

---

Legende zu Fig. 2

Tafel zur Korrektur der Senkungsgeschwindigkeit (SG) bezüglich des Spontansedimentes (ES) oder des Hämatokrits (EH) und zur Bestimmung des Beschleunigungrades.

▬▬▬ Grenze zwischen normaler SG und Beschleunigung I°

— — — Grenzen der Beschleunigungsgrade II–IV

—-—-— Außerhalb dieser beiden Senkrechten Korrekturen ungenau

Die ermittelte SG ergibt mit dem zugehörigen ES resp. EH einen Punkt auf oder zwischen zwei Kurven. Verfolgen der dem Punkt zunächst liegenden Kurve bis zum Schnitt mit der Normal- oder Vergleichslinie. Ordinate dieses Schnittpunktes = korrig. SG (vgl. Abschnitt III/2 und IV).

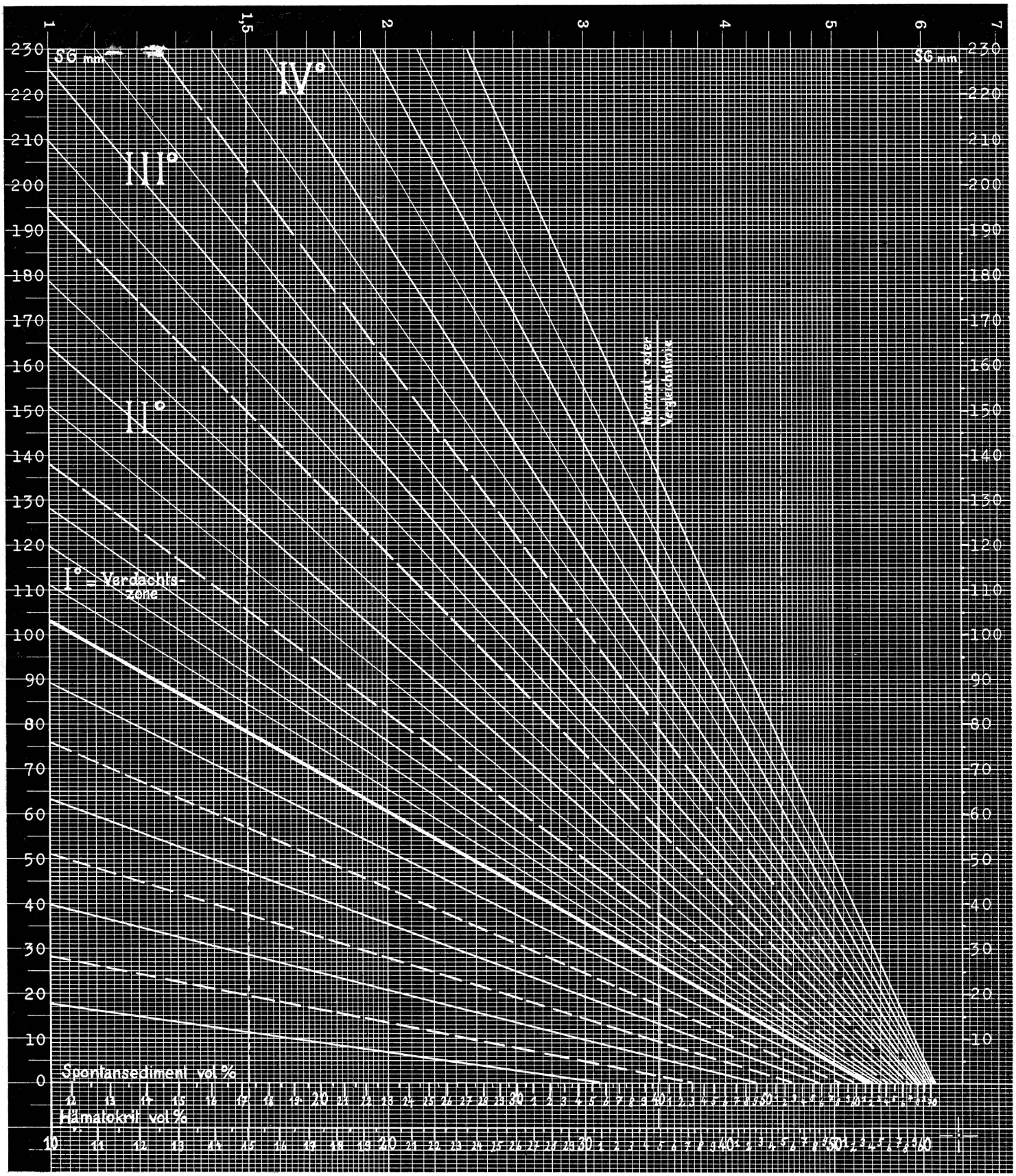

Fig. 2 (Legende auf Seite 196 unten)

Meier [12] für die Humanmedizin vorschlägt. Wir schlagen daher 4 Zonen der beschleunigten Senkung vor, als Beschleunigungen I. bis IV. Grades. Die Zone der Beschleunigung I° entspricht dabei der bisherigen Verdachtszone, und somit kann erst bei einer Beschleunigung vom II. Grade an eine SG als sicher beschleunigt bezeichnet werden. Analog wäre diese Einteilung für die verzögerten SG möglich, doch wird dies kaum von praktischer Bedeutung sein.

3. Verhältnis zwischen Spontansediment und Zentrifugensediment

Bei allen, im Verlaufe der Arbeit untersuchten Blutproben wurde das Spontansediment (ES) nach 24 Stunden und das Zentrifugensediment (EH) ermittelt. Aus 88 Versuchen ging hervor, daß nach einer Stunde bei 3500

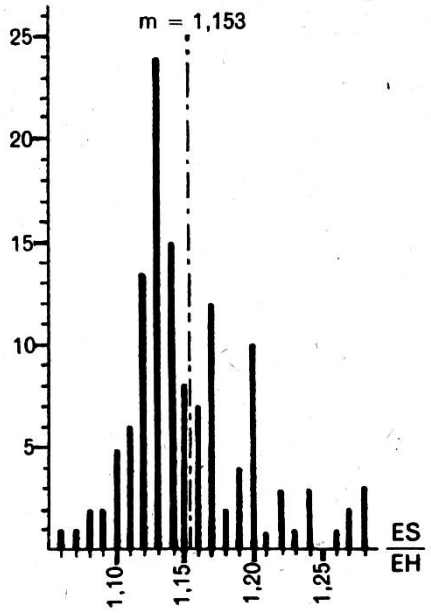

Fig. 3. Verteilung der Werte für den Quotienten $\frac{ES}{EH}$ bei 126 unveränderten Blutproben

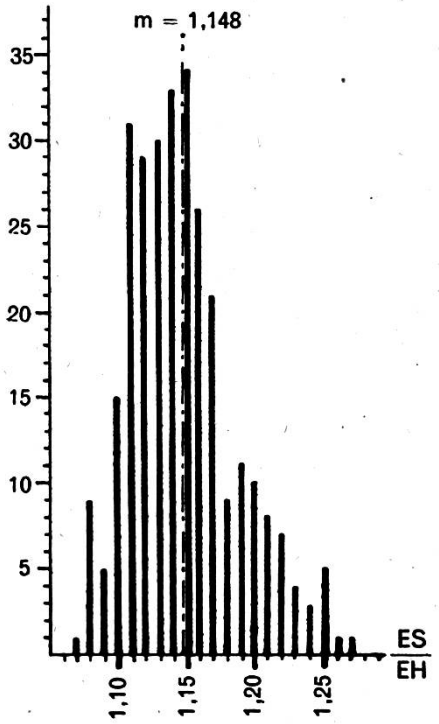

Fig. 4. Verteilung der Werte für den Quotienten $\frac{ES}{EH}$ bei 293 eingedickten bzw. verdünnten Blutproben

Umdr./Min. keine Verringerung des Sedimentes mehr eintrat. Es ist ratsam, für jede Zentrifuge die nötige Zentrifugierzeit im Vorversuch zu bestimmen, um wirkliche Endwerte zu erhalten.

Zum Vergleich der beiden Werte ES und EH wurde der Quotient $\frac{ES}{EH}$ gewählt, der in jedem Fall größer als 1 wird, da immer das ES etwas höher ausfallen wird als der EH. Insgesamt wurde dieser Quotient an 126 unveränderten und an 293 verdünnten bzw. eingedickten Blutproben bestimmt und daraus folgende Mittelwerte errechnet:

Mittelwert aus 126 unveränderten Proben	1,153
Mittelwert aus 293 verdünnten bzw. eingedickten Proben	1,148
Mittelwert aus allen Proben	1,150

Praktisch war also der Mittelwert für beide Versuchsgruppen der gleiche und auch die Verteilung der Einzelwerte um den Mittelwert in beiden Gruppen ähnlich und rein zufällig, was aus Fig. 3 und Fig. 4 hervorgeht (Gauß'sche Verteilung). Die effektive Schwankungsbreite aller Werte beträgt 8,28%. Mittels des Faktors 1,15 ist es somit möglich, vom EH aus das ES zu ermitteln oder umgekehrt, wobei ein größter Fehler von 8,28% eintreten kann. Es besteht somit eine genügend genaue Proportionalität zwischen dem Spontansediment und dem Zentrifugensediment einer Blutprobe. Eichenberger [5] und Stirnimann [17] fanden einen etwas kleineren Faktor, was in der kürzeren Zentrifugierdauer begründet sein mag.

In ähnlicher Weise wurden an 110 unveränderten Blutproben die beiden Quotienten $\frac{ES}{Z}$ und $\frac{EH}{Z}$ bestimmt, deren Bedeutung darin liegt, daß diese Zahlen den Rauminhalt in vol% angeben, den 1 Mill. Erythrozyten im Spontan- bzw. Zentrifugensediment einnehmen. Beide Quotienten weisen aber eine wesentlich größere Schwankungsbreite auf, was wohl daher rührt, daß darin das Erythrozytenvolumen eines Einzelerythrozyten enthalten ist, welches ja bekanntlich nicht für alle Pferde gleich ist.

4. *Korrelation* $\frac{ES}{EH}$ *bzw.* $\frac{ES}{Z}$ *und SG*

Es wäre denkbar, daß die Quotienten $\frac{ES}{EH}$ und $\frac{ES}{Z}$ unter dem Einfluß der SG ständen, indem bei tiefer SG, d. h. bei langsamer Absenkung der Erythrozyten bei spontaner Sedimentierung, die Quotienten größer ausfallen würden, als bei hoher SG. Es ließe sich jedenfalls vermuten, daß bei rascher Absenkung die Erythrozyten im ES näher zusammengedrängt würden, als bei langsamer. In der Zentrifuge wäre dieser Unterschied jedoch ausgeschaltet, so daß sich, wenn die Vermutung zutrifft, eine Korrelation zeigen müßte. Für Humanblut zeigt Meier [12] tatsächlich, daß dies der Fall ist, während nach unserer Feststellung für Pferdeblut keine Korrelation im erwähnten Sinne ersichtlich ist. Beim Humanblut ist eben nach 24 Stunden die spontane Sedimentation noch nicht immer beendet, besonders bei langsam senkendem Blut, während dies beim Pferdeblut annähernd der Fall ist. Fig. 5 und Fig. 6 zeigen, daß keine Beziehung besteht, zwischen den Quotienten $\frac{ES}{EH}$ bzw. $\frac{ES}{Z}$ und der SG, sondern daß es sich um eine zufällige Verteilung handelt. Höchstens wäre daraus ersichtlich, daß bei geringerer SG die Streuung dieser Quotienten größer wird, als bei stark beschleunigter SG. Die rechnerische Bearbeitung liefert ebenfalls keine

eindeutigen Resultate, die für eine Korrelation sprechen, so daß die beiden Streuungen als zufällig hingenommen werden müssen und wohl in den Bestimmungsmethoden ihre Begründung finden.

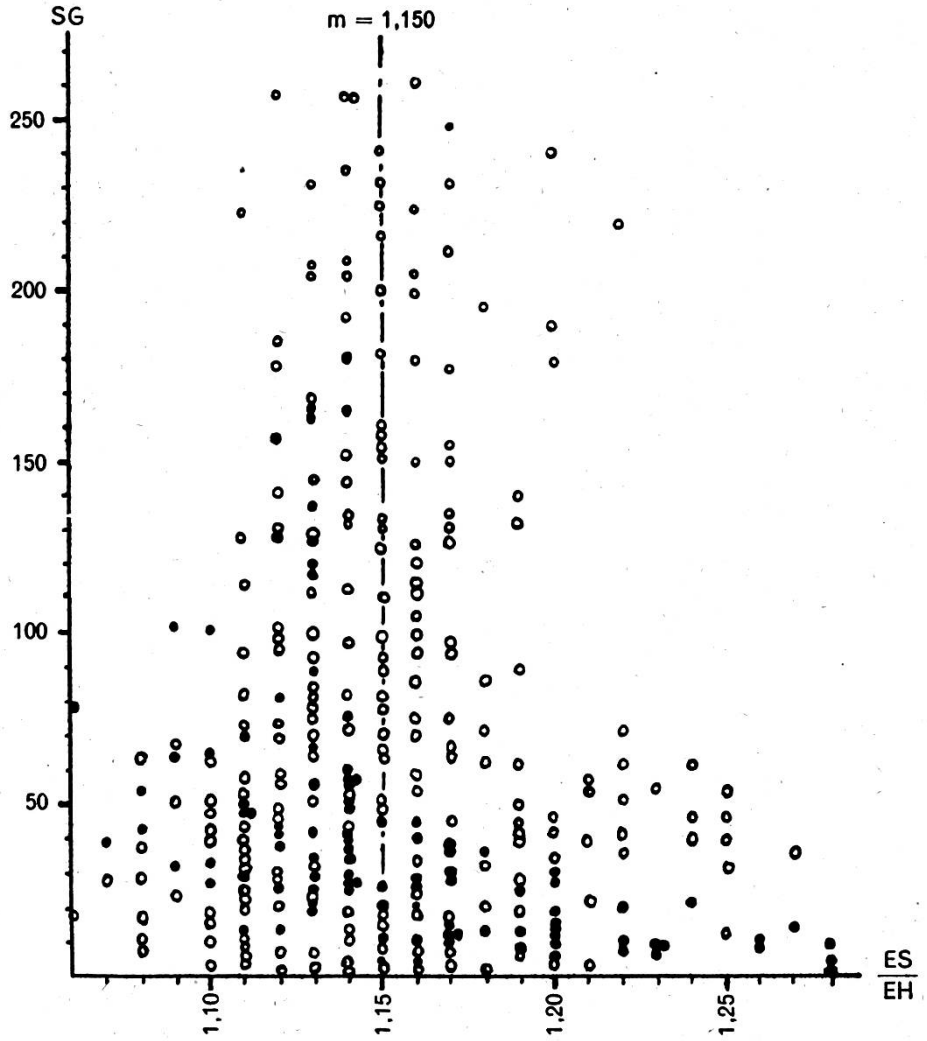

Fig. 5. Korrelation zwischen der SG und dem Quotienten $\frac{ES}{EH}$.
• unveränderte Proben
o eingedickte bzw. verdünnte Proben

5. *Variationsbreite von SG, ES, EH und Z*

Um uns Rechenschaft über die Genauigkeit der, in dieser Arbeit angewendeten Untersuchungsmethoden geben zu können, bestimmten wir an 20 von verschiedenen Pferden stammenden Blutproben in je 10 Parallelversuchen die Variationsbreite. Es wurde so aus 20 Variationsreihen zu je 10 Versuchen die mittlere Variation für jede Methode ermittelt. *(Prot. Nr. 47–66.)* Die Berechnung der Schwankungsbereiche und die Fehlerbestimmung wurde nach Glatzel [8] vorgenommen, der die statistischen Rechenverfahren speziell für hämatologische Untersuchungsmethoden ausgearbeitet hat.

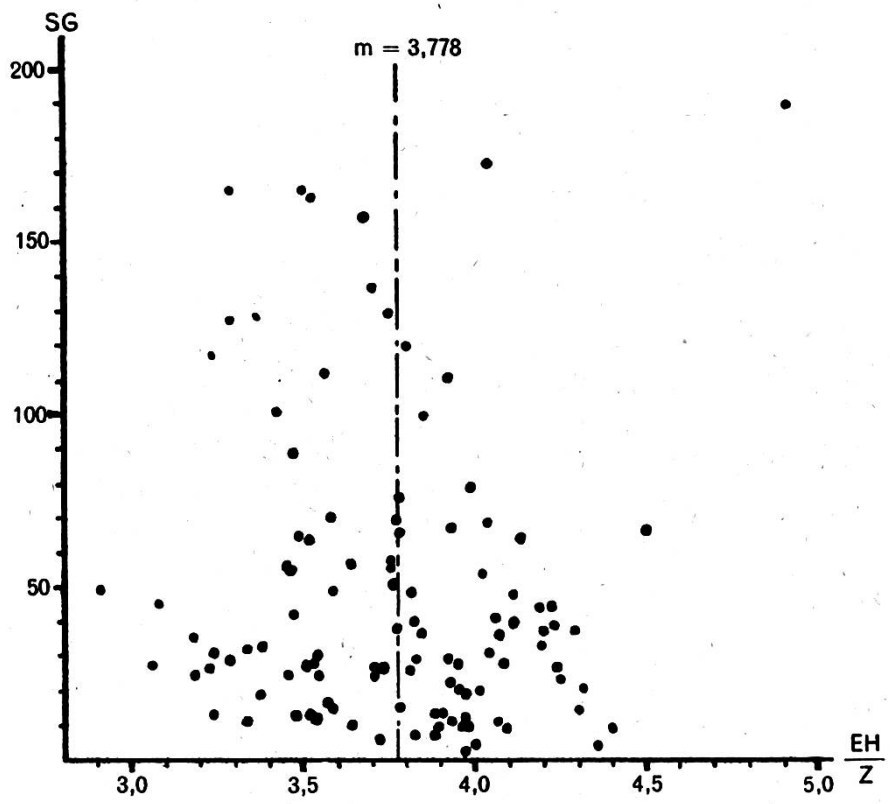

Fig. 6. Korrelation zwischen der SG und dem Quotienten $\frac{EH}{Z}$

Darnach wird die durchschittliche Abweichung e vom Mittelwert m (arithmetisches Mittel) berechnet nach der Formel

$$e = \frac{\Sigma p \cdot a}{n}$$

worin p = Frequenz von a
a = Einzelabweichung vom Mittelwert m
n = Anzahl der Werte.

Daraus ergibt sich der Variabilitätsindex v_e

$$v_e = \frac{e \cdot 100}{m}$$

als die mittlere Abweichung in % des Mittelwertes. Als Grenzen der Schwankungsbreite gelten dann $3 \cdot v_e$, speziell liegen bei binomischer Verteilung innerhalb $1 \cdot v_e$ 68,46%, innerhalb $2 \cdot v_e$ 95,46% und innerhalb $3 \cdot v_e$ 99,74% der Varianten.

Die Mittelwerte aus den 20 Variationsreihen betragen nach obiger Berechnung:

	v_e	$3 \cdot v_e$
Für die SG	6,10	18,30%
das ES	0,40	1,20%
den EH	0,86	2,58%
die Z	2,81	8,43%

Dies zeigt also, daß bei der Bestimmung der SG mit einer Schwankungsbreite von 18,3%, beim Spontansediment mit einer solchen von 1,2%, beim Zentrifugensediment 2,58% und bei der Erythrozytenauszählung mit einer solchen von 8,43% zu rechnen ist. Die ziemlich große Schwankungsbreite der SG findet auch Van Zijl. Sie ist nicht von sehr großer Tragweite, denn es

ist ohnehin nicht möglich, bei der klinischen Auswertung eine mathematische Genauigkeit anzusetzen, besonders dann nicht, wenn es sich um Fälle handelt, die am Übergang vom Normalen zum Pathologischen liegen.

Interessant ist noch, daß die Schwankungsbreite des Hämatokrits doppelt so groß ist, wie diejenige des Spontansedimentes, obwohl letzterem, vermutlich von Erfahrungen aus der Humanmedizin ausgehend, größere Fehlerbreiten vorgeworfen werden. Ein Grund der größeren Schwankungsbreite für EH, wie sie auch Eichenberger [5] gefunden hat, liegt sicher darin, daß dessen Bestimmung mit einem geringeren Blutquantum geschieht und die Methode mehr unumgängliche Meß- und Ablesungsfehler in sich schließt.

Die Variationsbreite von Z entspricht ziemlich den gefundenen Werten von Glatzel [8] und Bürker (zit. nach Wirth [20]). Sie ist auf jeden Fall erträglich und ließe sich natürlich verringern durch Auszählung mehrerer Quadrate pro Zählfeld, was aber einen relativ zu großen Zeitaufwand mit sich führen würde. Für die Praxis wird die Methode ohnehin in der Veterinärmedizin wenig Bedeutung haben.

In 13 von den untersuchten 20 Fällen wurde neben der üblichen Erythrozytenzählung am Zitratblut eine direkte Bestimmung am Frischblut ausgeführt. In allen Fällen lagen die so bestimmten Werte innerhalb der Schwankungsbreite der am entsprechenden Zitratblut ermittelten.

6. Prüfung der Genauigkeit der Korrekturtafel

Theoretisch müssen wir die Forderung stellen, daß alle Werte eines Verdünnungsversuches korrigiert den gleichen Wert für die SG ergeben. Dies stimmt nun nicht mathematisch genau, denn wohl verlaufen diese Kurven (Fig. 1) im großen und ganzen gemäß der in Abschnitt III,2 gegebenen Gleichung, aber die einzelnen Versuchswerte liegen nicht genau auf einer der Gleichung entsprechenden Kurve. Dies ist bedingt durch die Fehlerbreiten der Methoden.

Zur Prüfung der Tafel (Fig. 2) haben wir die in den 37 Versuchen an 330 z. T. verdünnten bzw. eingedickten Blutproben bestimmten Werte korrigiert auf das Vergleichs-ES 40 vol%. Die so erhaltenen Werte schwanken wenig, wie aus nachstehender Tabelle ersichtlich ist.

Schwankungsbreite der korrigierten Werte eines Versuches

	0–5 mm	5–12 mm	über 12 mm	
in	11	22	4	Fällen
d. h. in	29,8	59,2		
	89%		11%	der Fälle.

Mittels der Korrekturtafel gelingt es also in 89% der Fälle die Schwankungsbreite der SG-Werte unter 12 mm zu halten, also eine Genauigkeit zu

erreichen, die praktisch genügend ist. In der obigen Tabelle ist die Schwankungsbreite der unkorrigierten Werte für die SG nicht berücksichtigt.

Liegen z. B. die in den Versuchen ermittelten Werte zwischen 10 und 110 mm, die korrigierten zwischen 30 und 40 mm, so beträgt die Schwankungsbreite der unkorrigierten Werte 100 mm, die der korrigierten 10 mm oder 10% der Schwankungsbreite der unkorrigierten Werte, d. h. die Schwankungsbreite wurde um 90% eingeschränkt. Aus der untenstehenden Tabelle ist ersichtlich, in welchem Maße die Schwankungsbreite der SG durch die Korrektur auf einen bestimmten Sedimentwert eingeschränkt wird.

Einschränkung der Schwankungsbreite durch die Korrektur

um	90–100%	85–90%	80–85%	75–80%	
in	23	10	3	1	Fällen
oder in	62,2%	35,1%		2,7%	der Fälle.

IV. Schlußfolgerung und Anwendung

Zusammenfassend wollen wir die Anwendungsmöglichkeiten der Korrekturtafel durchgehen und die daraus hervorgehenden Schlußfolgerungen ziehen.

Es ist möglich, bei einem bestimmten Spontansediment bzw. Hämatokrit anhand der Tafel direkt abzulesen, ob die gemessene SG als beschleunigt oder normal zu beurteilen ist. Wir unterscheiden 4 Beschleunigungsgrade (abgegrenzt durch gestrichelte Linien), wobei die Beschleunigungszone des I. Grades als Verdachtszone zu werten ist und erst Beschleunigungen II. und höheren Grades als sicher beschleunigt gelten. Z. B. hatte ein untersuchtes Pferd während einer Bronchopneumonie bei ES 28,1 vol% eine SG von 165 mm, nach Abheilung (2½ Mte. später) bei ES 41 vol% eine SG von 9 mm. Es handelte sich also während der Krankheit um eine Beschleunigung IV. Grades, nach der Genesung um eine normale SG.

Für Vergleiche von Senkungsgeschwindigkeiten verschiedener Pferde, die ja in den meisten Fällen auch bei verschiedenem ES bzw. EH bestimmt werden, empfiehlt es sich, die SG auszukorrigieren, um vergleichbare absolute Zahlen zu erhalten. Dazu ist zuerst die Wahl der Vergleichsbasis nötig, d. h. jenes EH- bzw. ES-Wertes, auf den wir die bei beliebigem Erythrozytenvolumen bestimmte SG korrigieren wollen. Als Vergleichs- oder Normalvolumen schlagen wir Spontansediment ES 40 vol% vor, was einem EH von 34,8 vol% entspricht. Nehmen wir als Beispiel zwei von uns untersuchte Fälle. Im ersten Fall ist die SG 64 mm bei einem ES von 32,3 vol%, im zweiten Fall 57 mm bei ES 28,1 vol%. Korrigiert beträgt die SG somit 45 mm bzw. 32 mm. Während ohne Berücksichtigung der zugehörigen Endsedimente der Unterschied noch innerhalb der Fehlerbreite lag, ist er nach der Korrektur wesentlich deutlicher geworden. Die Umrechnung auf den Normal- oder Vergleichswert geht also so vor sich, daß die ermittelte

SG auf der Ordinate aufgesucht mit dem zugehörigen ES bzw. EH einen Punkt ergibt auf oder in der Nähe einer Geraden. Nun gehen wir der, dem Punkte am nächsten gelegenen Geraden entlang bis zum Schnitt mit der Senkrechten durch ES 40 vol% (Vergleichs- oder Normallinie). Die Ordinate dieses Schnittpunktes ergibt die korrigierte SG.

Bis jetzt war es an unserer Klinik Usus, bei der klinischen Beurteilung der SG die von Steck [14], Streit [18] und Heinimann [9] festgelegten Verdachtszonen zu berücksichtigen. Sie erstrecken sich für Pferde des Zugschlages für die SG von 40–70 mm und für das ES von 26–32 vol%. In die Korrekturtafel eingetragen, würde diese Verdachtszone für die SG parallel zur Abszisse verlaufen (vgl. Fig. 7).

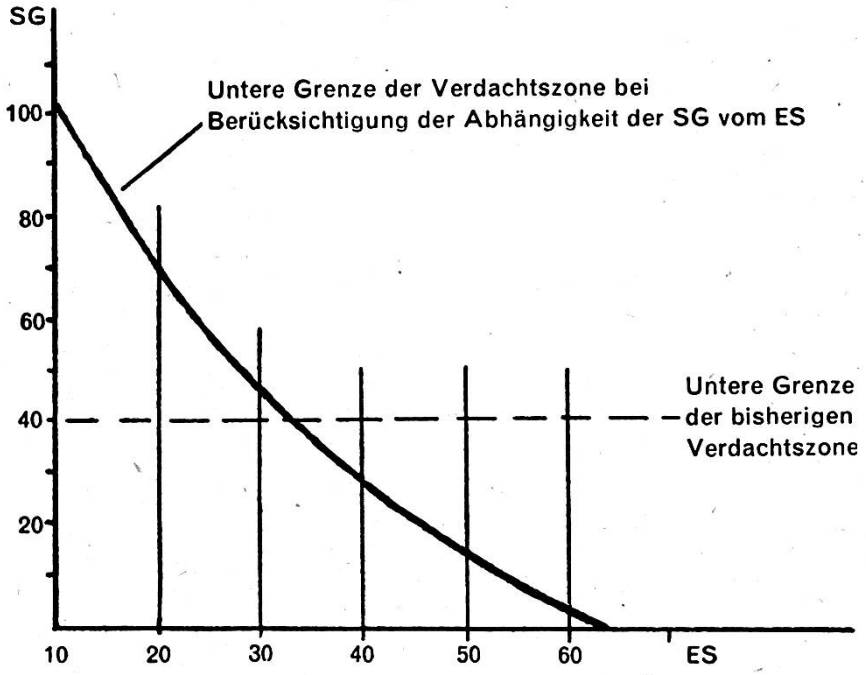

Fig. 7. Bisherige und neue Grenzlinie zwischen normalen und beschleunigten SG-Werten.

Nach unseren Untersuchungen muß aber eine Verdachtszone für die SG entsprechend der Abhängigkeit der SG vom Erythrozytenvolumen verlaufen, als Übergangszone zwischen normaler und beschleunigter SG. Wir gehen kaum fehl, wenn wir den Grund der ziemlich großen Breite der Verdachtszone darin suchen, daß auch hier schon der Einfluß des Erythrozytenvolumens auf die SG enthalten ist. Daher dürfte es wohl richtig sein, die untere Grenze der Verdachtszone für das ES (26) mit der obern Grenze der Verdachtszone für die SG (70) zu koordinieren, entsprechend die andern beiden Grenzwerte. Damit kommen wir auf die in der Korrekturtafel eingezeichnete Verdachtszone oder Zone der Beschleunigung I. Grades. Alle unterhalb liegenden Werte sind sicher normal, alle darüber liegenden sicher beschleunigt. Diese Grenze entspricht übrigens auch den im Verlaufe dieser Arbeit ermittelten Senkungsgeschwindigkeiten hinsichtlich ihrer klinischen Auswertung.

Bisher bestand in der diagnostischen Beurteilung der SG ein Unterschied zwischen Halbblutpferden und Pferden des Zugschlages. Die in Fig. 1 dargestellten 37 Versuche beziehen sich auf 15 Halbblut- und 22 Zugpferde (Kurven der Zugpferde mit aufgesetztem –). Eine genaue Prüfung, anhand der Fig. 1, auf einen eventuellen Unterschied zwischen diesen beiden Gruppen ergibt, daß die Kurven für *beide Schläge den gleichen Verlauf* aufweisen. Die von uns in der Korrekturtafel (Fig. 2) festgelegte Verdachtszone basiert auf der bereits erwähnten, bisherigen Verdachtszone für Pferde des Zugschlages. Um das gleiche für die Halbblutpferde festzulegen, haben wir die von Heinimann [9] an 341 gesunden Halbblutpferden mit der gleichen Untersuchungsmethode ermittelten Werte herangezogen. Die daraus hervorgehende oberste Grenze dieser Normalwerte verläuft nur wenig tiefer, als die, von uns für Zugpferde eingezeichnete, untere Grenze der Verdachtszone. Die Differenz liegt deutlich innerhalb der Fehlerbreite der Methode und ist daher als zufällig zu vernachlässigen, womit die Verdachtszone für Halbblutpferde und Pferde des Zugschlages zusammenfällt.

Für das Normal- oder Vergleichs-Erythrozytenvolumen (ES 40%, EH 34,8%) gilt folgendes:

unter 27 mm	=	normale oder verzögerte Senkung
27–38 mm	=	fraglich beschleunigte Senkung
über 38 mm	=	Beschleunigung II. bis IV. Grades.

Es ist somit unter Anwendung der Korrekturtafel eine schärfere Beurteiteilung der SG möglich, weil damit der Einfluß des Erythrozytenvolumens auf die SG berücksichtigt wird.

Wie Steck und Stirnimann [16 u. 17] feststellen, gelingt es nicht, bei einem Pferd einen konstanten Ruhewert für das Erythrozytenvolumen zu erhalten, vielmehr sind beträchtliche physiologische Schwankungen in Kauf zu nehmen, die die Beurteilung der gefundenen Werte erschweren. Ähnliches wäre über die SG zu sagen, was auch die 9 in dieser Hinsicht beobachteten Fälle bestätigen. *(Prot. Nr. 1–9.)* Bei diesen Pferden zeigten sich recht große Unterschiede des Erythrozytenvolumens und entsprechend auch der SG, nur bedingt durch verschieden starke Erregung der Pferde. Darauf mußte in der Auswertung der SG Rücksicht genommen werden, wodurch die breiten Verdachtszonen entstanden. Rechnen wir aber die unter irgendwelchen äußern Umständen bestimmten Werte der SG bezüglich des zugehörigen Erythrozytenvolumens um, mittels unserer Korrekturtafel, so wird die störende Schwankungsbreite wesentlich kleiner; denn es wird damit der Einfluß des stark schwankenden Erythrozytengehaltes eliminiert. In den erwähnten 9 Fällen erhielten wir durch Anwendung der Korrekturtafel eine mittlere Einschränkung der Schwankungsbreite um 67,3%.

Mittels der Korrekturtafel ist also eine zuverlässigere Beurteilung der SG möglich, und es ist u. E. für die Bestimmung der SG auch nicht mehr unbedingt anzustreben, die Blutentnahme am möglichst ruhigen Pferd vorzunehmen, was in der Praxis ohnehin oft recht schwierig ist.

Einschränkung der physiologischen Schwankungsbreite der SG bei verschieden starker Erregung mittels der Korrekturtafel

Prot. Nr.	Streuung der unkorr. SG-Werte mm in 15 Min.		Streuung der korrig. Werte		Streuungsverminderung um %	
1	6,5– 13	6,5	12–17	5	16,7	
2	20,5– 40	19,5	26–29	3	84,8	
3	13 – 35	22	19–21	2	90,1	
4	64 – 79	15	—	0	100	im Mittel
5	100 –137	37	65–75	10	73	67,3%
6	27 – 49	22	26–34	8	63,9	
7	42 – 65	23	39–50	11	52,2	
8	23 – 43,5	20,5	22–31	9	56,1	
9	20 – 33	13	20–24	4	69,2	

Für die Beurteilung der SG anhand der Korrekturtafel spielen deshalb die durch Erregung des Pferdes bedingten, physiologischen Schwankungen keine Rolle, da sie praktisch nur durch die beträchtlichen Schwankungen des Erythrozytenvolumens bedingt sind und deren Einfluß durch die Korrektur eliminiert wird.

Es sei noch erwähnt, daß u. E. das nach der Methode nach Steck und Streit bestimmte Spontansediment ein ebenso zuverlässiges Mittel ist zur Korrektur der SG und zur Beurteilung des Erythrozytengehaltes, wie der Hämatokrit oder die Auszählung der Erythrozyten. Die Bestimmung des Spontansedimentes ist aber wesentlich einfacher und auch in der Praxis leicht durchführbar, während Hämatokrit und Erythrozytenzählung in der Praxis kaum ausgeführt werden.

Anhand von 4 Fällen von infektiöser Anämie der Pferde, die an der hiesigen Klinik genau verfolgt werden konnten, und deren Untersuchungsprotokolle mir in verdankenswerter Weise zur Verfügung gestellt wurden, ist es möglich, noch etwas eingehender auf die Arbeit von Gilman [7] einzugehen. Gilman stellt in seiner Arbeit fest, daß bei der infektiösen Anämie der Pferde die Beschleunigung der Senkung nur eine Folge der Erythrozytenverminderung sei, d. h. genau der, von ihm festgestellten Abhängigkeit der SG vom Erythrozytenvolumen folge. Demnach sei die bezüglich des Erythrozytenvolumens korrigierte SG, die Gilman mittels seiner Korrekturtabelle ermittelt, während dem ganzen Krankheitsverlauf konstant. Somit könne bei der infektiösen Anämie der Pferde nicht von einer Beschleunigung der Senkung gesprochen werden.

Zur Nachprüfung dieser Feststellung haben wir die, an den erwähnten 4 Pferden im Verlaufe der Krankheit bestimmten Senkungsgeschwindigkeiten bezüglich der zugehörigen Spontansedimente korrigiert und folgende Resultate erhalten:

		SG	ES	korrig. SG	Beurteilung
Fall 1. (Stat. 287)					
28. 12. 51	fieberfrei eingeliefert	25,5	35,1	18,5	normal
8. 1. 52	noch fieberfrei	21,5	35,7	16	normal
18. 1. 52	noch fieberfrei	19,5	35,9	15	normal
1. 2. 52	Fieber (30. 1. 40,6°)	57	32,1	39	Beschl. II°
16. 2. 52	während neuem Anfall	54,5	31,7	36,5	Verd. (I°)
18. 2. 52	Notschlachtung	49	33,0	34,5	do.
Fall 2. (Rex)					
16. 8. 51	subfebril, maximal 38,6°	24,5	34,0	16,5	normal
5. 9. 51	do.	18	33,2	11,5	normal
10. 10. 51	do.	14	36,5	10,5	normal
15. 10. 51	Fieber (16. 10. 39,6°)	31	30,2	17,5	normal
4. 12. 51	subfebril	17	34,7	11,5	normal
Fall 3. (Stat. 181)					
22. 11. 51	bisher fieberfrei	16,5	38,5	15	normal
6. 12. 51	Fieber (5. 12. 40,9°)	102,5	22,7	48	Beschl. II°
13. 12. 51	Ende des Anfalles	75	29,0	46	do.
27. 12. 51	Fieber (41,7°)	103,5	23,2	50	do.
Fall 4. (Pilatus)					
23. 12. 50	Fieber (41,3°)	81,5	25,7	42	Beschl. II°
8. 1. 51	Leichter Anfall	49,5	31,6	32,5	Verd. (I°)
15. 1. 51	Intervall, fieberfrei	48	32,3	32,5	do.
23. 1. 51	Fieberanfall	64	34,0	48	Beschl. II°
22. 11. 51	Intervall nach weitern drei Anfällen	21	39,8	21	normal

bis 14. 7. 52 noch 12 Anfälle mit Fieberspitzen bis 41,3° C.

Es ist selbstverständlich zu gewagt, aus 4 beobachteten Fällen allgemeingültige Schlüsse ziehen zu wollen, dies ganz besonders bei der infektiösen Anämie. Jedoch können wir nach genauer Untersuchung der 4 geschilderten Fälle der Behauptung von Gilman nicht zustimmen, da wir in 3 von diesen 4 Fällen eine deutliche Beschleunigung der Senkung während der Fieberanfälle feststellten, während nur in einem Fall, der übrigens unter sehr wenig klinischen Erscheinungen verlief und nur immer eine subfebrile Temperatur aufwies, die SG nie über das Normale hinaus ging. In Fall 4 ist noch ersichtlich, daß die SG in fieberfreien Intervallen, zwischen den Anfällen, wieder recht tiefe Werte annehmen kann, die sicher als normal betrachtet werden müssen. Die Beschleunigung der Senkung der Erythrozyten im Verlaufe der infektiösen Anämie der Pferde kann also nicht allein in der meistens gleichzeitig eintretenden Verminderung des Erythrozytenvolumens begründet sein, sondern muß durch andere Faktoren, die zur Krankheit selber gehören, bewirkt werden und ist somit ein Symptom dieser Krankheit.

Die Tatsache, daß auch bei andern fieberhaften infektiösen Krankheiten die Senkungsgeschwindigkeit stark ansteigt im Krankheitsverlauf, und nachher wieder auf die Norm zurückgeht, ist ja längstens bekannt und läßt sich leicht an einigen Beispielen

aus den, im Verlaufe der Arbeit untersuchten Fällen zeigen. Meistens ist gleichzeitig mit der Senkungsbeschleunigung eine Abnahme des Erythrozytengehaltes feststellbar, aber auch wenn diese berücksichtigt ist, wie das bei der korrigierten SG der Fall ist, so tritt dennoch ein deutlicher Unterschied auf zwischen der SG während und einige Zeit nach den betreffenden Krankheiten. Einige Beispiele, die sich beliebig vermehren ließen, mögen dies zeigen.

	Datum	Krankheit	SG	ES	korr. SG	Beurteilung der SG
1	30. 10. 52	Angina, 40,0°	165	26,0	92	Bschl. IV°
	9. 12. 52	geheilt	11	38,4	9,5	normal
2	4. 11. 52	Bronchopneumonie seit 30. 10.	165	28,1	100	Bschl. IV°
	20. 1. 53	geheilt	9	41,0	10	normal
3	5. 11. 52	Bronchitis	162,5	25,0	87	Bschl. IV°
	11. 12. 52	geheilt	26	37,7	23	normal
4	10. 11. 52	Druse seit 31. 10.	129	28,0	77	Bschl. III°
	20. 1. 53	geheilt	11,5	40,1	11,5	normal
5	12. 11. 53	Angina, Druse	89	29,8	56,5	Bschl. II°
	20. 1. 53	Rekonvaleszent	57	28,1	32	Verd.
6	13. 11. 52	Druse, Angina	69	27,3	38	Bschl. II°
	11. 12. 52	geheilt	18	35,9	13	normal

V. Zusammenfassung

1. Die Sedimentierungsgeschwindigkeit der Erythrozyten im Pferdeblut ist von der Erythrozytenkonzentration bzw. dem Erythrozytenvolumen in dem Sinne abhängig, daß bei abnehmendem Erythrozytenvolumen die SG zunimmt und umgekehrt. Der Einfluß des Erythrozytenvolumens auf die SG ist so groß, daß er in der klinischen Beurteilung der SG und beim Vergleich der Werte verschiedener Pferde berücksichtigt werden muß.

2. Die erwähnte Abhängigkeit verläuft bei langsam und bei schnell senkendem Blut gleichartig und gesetzmäßig, nach der Gleichung $SG = P\,[\log(EH) - 1{,}81] - 11{,}61$.

3. Mittels verdünnten und eingedickten Blutproben desselben Pferdes wird eine Korrekturtafel konstruiert, die eine direkte Beurteilung der SG erlaubt. Die beschleunigten Senkungen werden in 4 Beschleunigungsgrade eingeteilt. Beschleunigungsgrad I entspricht der bisherigen Verdachtszone.

4. Zum Vergleich von Senkungsgeschwindigkeiten verschiedener Pferde, die bei verschiedenem Erythrozytenvolumen gemessen wurden, sind sie mittels der Korrekturtafel auf das Normal- oder Vergleichssediment 40 vol% ES bzw. 34,8 vol% EH zu korrigieren. Für dieses Vergleichs-Erythrozytenvolumen gilt:

unter 27 mm = normale oder verzögerte Senkung
27–38 mm = fraglich beschleunigte Senkung
über 38 mm = Beschleunigung II. bis IV. Grades.

5. Der Unterschied in der Senkungsgeschwindigkeit der Halbblutpferde und der „Pferde des Zugschlages" fällt bei Berücksichtigung der beschriebenen Abhängigkeit dahin. Sowohl die Abhängigkeit der SG von der Erythrozytenkonzentration, wie die Grenze zwischen normaler und beschleunigter Senkung verlaufen für beide Schläge gleich.

6. Durch Verwendung der Korrekturtafel wird die durch verschiedene Faktoren, besonders durch Erregung der Pferde bedingte Schwankungsbreite der SG im Mittel um 67,3% eingeschränkt.

7. Bei der infektiösen Anämie der Pferde wird ein Ansteigen der Senkungsgeschwindigkeit während der Fieberanfälle nachgewiesen.

8. Es besteht keine Korrelation zwischen der Senkungsgeschwindigkeit einerseits und dem Verhältnis von Spontansediment zum Zentrifugensediment, bzw. dem Verhältnis von Spontansediment zur Erytrhozytenzahl pro cmm andrerseits.

9. Das Verhältnis zwischen Spontansediment und Zentrifugensediment einer Blutprobe beträgt 1,15. Mit diesem Faktor ist eine Umrechnung möglich, wobei ein größter Fehler von 8,28% auftreten kann.

10. Die Variationsbreite der angewendeten Methoden beträgt für die Senkungsgeschwindigkeit 18,3%, für das Spontansediment 1,2%, für das Zentrifugensediment 2,6% und für die Erythrozytenzählung 8,4%.

Résumé

1. Chez le cheval, la vitesse de sédimentation (VS) des érythrocytes dépend de leur concentration, respectivement de leur volume, en ce sens que la VS augmente lorsque le volume des érythrocytes diminue. et vice-versa. L'influence du volume des érythrocytes sur la VS est telle qu'il faut en tenir compte pour juger de la VS et pour comparer les résultats de chevaux différents.

2. Cette relation est la même, que le sang sédimente lentement ou rapidement. Elle peut être exprimée par la formule: VS = P [log (EH) — 1,81] — 11,61.

3. La figure 2 représente une tabelle de correction établie d'après des échantillons de sang du même cheval, d'abord dilué, pui concentré. Cette tabelle permet d'établir directement la VS. Les sédimentations accélérées sont divisées en quatre degrés d'accélération. Le premier degré correspond à la notion actuelle de « zone douteuse ».

4. Pour comparer les VS de plusieurs animaux mesurées avec des volumes d'érythrocytes différents, il s'agit de corriger les VS avec la tabelle de correction pour les ramener au sédiment final moyen de 40 volumes%, correspondant à 34,8 volumes% d'hématocrite. On jugera les VS corrigés de la façon suivante:

au-dessous de 27 mm	=	VS normale ou ralentie
de 27 à 38 mm	=	zone douteuse
au-dessus de 38 mm	=	accélération du 2e au 4e degré

5. En tenant compte de la concentration des érythrocytes, il n'y a plus de différence entre les demi-sang et les « chevaux de trait ». La relation VS – concentration d'érythrocytes, ainsi que la limite de sédimentation normale – sédimentation accélérée sont les mêmes pour les deux catégories.

6. En utilisant la tabelle de correction, on abaisse de 67,3% en moyenne l'influence de différents facteurs, spécialement l'excitation des chevaux au moment de la prise de sang, sur la variation de la VS.

7. Dans l'anémie infectieuse du cheval, la VS a augmenté pendant les périodes fébriles.

8. Il n'y a pas de corrélation entre la VS d'une part et le rapport sédimentation spontanée / sédimentation de centrifuge, respectivement sédimentation spontanée / nombre d'érythrocytes par mmc d'autre part.

9. Le rapport sédimentation spontanée / sédimentation de centrifuge d'un échantillon de sang a donné 1,15. Il est ainsi possible de calculer le sédiment spontané à partir du sédiment de centrifuge et vice-versa. L'erreur maximum est de 8,28%.

10. Les méthodes utilisées ont une variation de 18,3% pour la VS, de 1,2% pour le sédiment spontané, de 2,6% pour le sédiment de centrifuge et de 8,4% pour le calcul des érythrocytes.

Riassunto

1. Nel cavallo la velocità di sedimentazione (VS) degli eritrociti dipende dalla loro concentrazione, rispettivamente dal loro volume, nel senso che quando il volume degli eritrociti diminuisce, la VS aumenta e viceversa. L'influenza del volume degli eritrociti sulla VS è tale che bisogna tenerne conto per un giudizio su di essa e per comparare i risultati nei diversi cavalli.

2. Questa relazione è la stessa quando il sangue sedimenta adagio o rapidamente e si esprime con la formula

$$VS = P\,[\log(EH) - 1{,}81] - 11{,}61$$

nella quale P indica il fattore di proporzionalità individuale e log(EH) il logaritmo del valore dell'ematocrito degli eritrociti.

3. La fig. 2 rappresenta una tavola di correzione stabilita secondo i campioni di sangue di uno stesso cavallo, prima con diluizione e poi allo stato concentrato. Questa tavola permette di stabilire direttamente la VS. Le sedimentazioni accelerate sono distinte in 4 gradi di accelerazione. Il primo grado corrisponde alla nozione attuale di «zona dubbia».

4. Per comparare le VS di diversi cavalli, misurate con dei volumi differenti di eritrociti, si tratta di correggere le VS con la tavola di correzione in vista del sedimento finale medio di 40 volumi%, risp. di 34,8 volumi% di ematocrito. Sulle VS corrette si farà un giudizio nel modo seguente:

sotto i 27 mm = VS normale o rallentata
da 27 a 38 mm = zona dubbia
sopra i 38 mm = accelerazione del 2º al 4º grado.

5. Tenendo conto della concentrazione degli eritrociti, non esiste differenza tra i mezzo-sangue e i «cavalli da tiro». La relazione VS / concentrazione di eritrociti nonchè il limite di sedimentazione normale / sedimentazione accelerata sono eguali per le 2 categorie.

6. Con l'uso della tavola di correzione la variazione della VS, condizionata da diversi fattori e soprattutto dall'eccitamento dei cavalli alla presa del sangue, viene abbassata in media di 67,3%.

7. Nell'anemia infettiva dei cavalli la VS è aumentata durante i periodi febbrili.

8. Non c'è correlazione tra la VS da una parte e il rapporto di sedimentazione spontanea / sedimentazione di centrifuga, rispettivamente sedimentazione spontanea / numero di eritrociti per mmc dall'altra.

9. Il rapporto sedimentazione spontanea / sedimentazione di centrifuga di un campione di sangue ha dato 1,15. È così possibile calcolare il sedimento spontaneo partendo dal sedimento di centrifuga e viceversa. L'errore massimo è di 8,28%.

10. I metodi sfruttati hanno una variazione di 18,3% per la VS, di 1,2% per il sedimento spontaneo, di 2,6% per il sedimento di centrifuga e di 8,4% per il calcolo degli eritrociti.

Summary

The speed of sedimentation of the red blood corpuscles of the horse depends on the volume of the erythrocytes. It increases with the decreasing volume. This has to be taken into consideration in the clinical judgement of the sedimentation and in comparing various horses. A table has been worked out allowing a direct estimation of the sedimentation speed, also in various horses with different volumes of the erythrocytes. Details fot the use of the correction table are given. An increase of the sedimentation speed is observed during the temperature elevation in the infectous anemia of the horses. There is no correlation between the sedimentation speed on one side and the relation: spontaneous deposition / centrifuge deposition on the other, or the relation: spontaneous sediment / number of red cells pro cmm. The ratio spontaneous sediment/ centrifuge sediment of a blood specimen amounts to 1,15. The variations are 18,3% for the speed of sedimentation, 1,2% for spontaneous sedimentation, 2,6% for centrifuge sedimentation and 8,4% for erythrocyte counting.

VI. Literaturverzeichnis

[1] Abderhalden: Hdb. der biolog. Arbeitsm. Abt. IV, Teil 3, S. 379. – [2] Berndt Erwin: Diss. Hannover 1938. – [3] Brönninger M. und Herrmann W.: Klin. Wschr. Bd. 2, 1923, S. 744; Klin. Wschr. Bd. 3, 1924, S. 403. – [4] Césari E.: Rev. gén. méd. vét. Bd. 12, 1913, S. 521; Rec. méd. vét. Bd. 105, 1929, S. 621; Bull. Soc. centr. méd. vét. Bd. 76, 1923, S. 424. – [5] Eichenberger René: Diss. Bern 1949. – [6] Germann Fritz: Diss. Bern 1952. – [7] Gilman Arnold R.: Am. J. Vet. Res. Vol. XIII, Jan. 52, Nr. 46, S. 77. – [8] Glatzel Hans: Fol. Haematologica Bd. 44, 1931, S. 352. – [9] Heinimann Heinz: Diss. Bern 1949. – [10] Heusser Hans: Schw. Arch. f. Thkde. Bd. 94, 1952, S. 463. – [11] Kuhn Karl: Mh. f. prakt. Thkde. Bd. 34, 1924, S. 135. – [12] Meier Urs Max: Fol. Haematologica Bd. 44, 1931, S. 527. – [13] Schäfer Hermann: Arch. f. Gynäk. Bd. 130, 1927, S. 566. – [14] Steck Werner: Grundriß der inneren Krankheiten des Pferdes. Reinhardt Verlag AG., Basel, 1951. – [15] Steck Werner: Schw. Arch. f. Thkde. Bd. 83, 1941, S. 281. – [16] Steck und Stirnimann: Schw. Arch f. Thkde. Bd. 76, 1934, S. 167 und 241. – [17] Stirnimann Josef: Diss. Bern 1934. – [18] Streit Kurt: Diss. Bern 1939. – [19] Wintrobe M. M. und Landsberg Walter J.: Am. J. Med. Sciences Bd. 189, 1935, S. 102. – [20] Wirth D.: Grundlagen einer klinischen Hämatologie der Haustiere. Urban & Schwarzenberg, Wien, 1950. – [21] Van Zijl W. J.: Tijdschr. v. Diergeneeskde. Bd. 73, 1948, S. 485.

Service vétérinaire cantonal et Institut Galli-Valerio, Lausanne

A propos de la pyobacillose des veaux du Brésil

Ses rapports avec les larves de *Dermatobia cyaniventris*

par G. Bouvier

On constate, dans certaines régions du Brésil, et plus spécialement pendant la période pluvieuse de l'année, une affection des jeunes veaux de 2 à 3 mois qui peut prendre parfois un véritable caractère épizootique. La maladie n'existerait pas en dehors du Brésil.

Elle se présente sous forme de nodosités sous-cutanées, saillantes, bien délimitées, de dimensions variables, mais généralement comme une noix.