

<b>Zeitschrift:</b>	Schweizer Archiv für Tierheilkunde SAT : die Fachzeitschrift für Tierärztinnen und Tierärzte = Archives Suisses de Médecine Vétérinaire ASMV : la revue professionnelle des vétérinaires
<b>Herausgeber:</b>	Gesellschaft Schweizer Tierärztinnen und Tierärzte
<b>Band:</b>	115 (1973)
<b>Heft:</b>	7
<b>Artikel:</b>	Normalwerte und Altersabhängigkeit des Haematokriten, der Serumkonzentrationen von Gesamt-Bilirubin, Calcium und anorganischen Phosphaten und der Aktivität der alkalischen Serum-Phosphatase des Pferdes
<b>Autor:</b>	Gygax, A. / Gerber, H.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-592194">https://doi.org/10.5169/seals-592194</a>

### 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:** 07.02.2026

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

Aus der Klinik für Nutztiere und Pferde der Universität Bern (Prof. Dr. H. Gerber)

**Normalwerte und Altersabhängigkeit des Haematokriten,  
der Serumkonzentrationen von Gesamt-Bilirubin, Calcium und  
anorganischen Phosphaten und der Aktivität der  
alkalischen Serum-Phosphatase des Pferdes<sup>1</sup>**

von A. Gygax und H. Gerber<sup>2</sup>

Haematologische und klinisch-chemische Untersuchungsmethoden haben in den vergangenen Jahren auch in der Pferdemedizin für die Diagnostik verschiedener Krankheitszustände eine große Bedeutung erlangt. Es ist deshalb unerlässlich, daß man nicht nur auf die Normalwerte einer Gesamtpopulation, sondern auch auf diejenigen von verschiedenen Alters- und vor allem Rassegruppen und sogar auf diejenigen einer Population innerhalb eines geographisch umgrenzten Gebiets zurückgreifen kann (Archer, 1959). Die Popularisierung des Pferdesportes hat auch in der Schweiz zum Aufbau eines namhaften Bestandes an wertvollen Pferden geführt, bei denen sich weitreichende diagnostische Maßnahmen rechtfertigen lassen. Die gleichzeitige Entwicklung der einheimischen Warmblutpferdezucht veranlaßte uns, eine Grundlage für die Interpretation entsprechender Resultate beim erkrankten Warmblupferd jeder Altersstufe zu erarbeiten.

**Material und Methoden**

Wir haben nur Pferde, welche unter möglichst identischen Bedingungen gehalten werden, in unsere Untersuchungen einbezogen und haben deshalb nur gut geführte, private und öffentliche Zuchtbetriebe, beziehungsweise Sportställe, ausgewählt. Trotz der heterogenen Zusammensetzung der schweizerischen Pferdepopulation haben wir nur Tiere anglonormännischer oder verwandter Abstammung untersucht, weil sich die Reitpferdezucht in der Schweiz zum größten Teil auf diese Rasse konzentriert. Die 3jährigen und jüngeren Pferde sind ausnahmslos in der Schweiz gezogen worden, die älteren sind etwa zur Hälfte Importpferde, welche sich seit mehr als einem Jahr in der Schweiz befunden haben. Die Alters- und Geschlechtsverteilung der untersuchten Pferdepopulation geht aus Tabelle 1 hervor.

Jedes Pferd wurde vorgängig der Probeentnahmen einer klinischen Untersuchung unterzogen. Der Allgemein- und Nährzustand wurde bewertet. Puls- und Atemfrequenz wurden bei allen Tieren gemessen, mit Ausnahme von den in Gruppen gehaltenen und deshalb leicht erregbaren Jungtieren (Absetzfohlen, Jährlinge und 2jährige). Mandibular- und Retropharyngealymphknoten sowie Konjunktiven und Nasenschleimhäute wurden untersucht. Alle Tiere mit verdächtigen oder abnormen klinischen Befunden wurden von der Auswertung ausgeschlossen.

Eine zusätzliche Triage wurde anhand der Körpertemperatur vorgenommen. Bei Fohlen bis zu 2 Jahren wurde eine Temperatur von 37,5–38,5°C, bei 3jährigen und

<sup>1</sup> Auszug aus der Dissertation gleichen Titels von A. Gygax.

<sup>2</sup> Adresse der Autoren: Postfach 2735, CH-3001 Bern/Schweiz.

Tab.1: Alters- und Geschlechtsverteilung der untersuchten Pferdepopulation.

Altersstufe	Abkürzung	Anzahl Pferde (N)	Hengste	Stuten	Wallachen
Saugfohlen (3–6 Wo)	SF	19	7	12	—
Absetzfohlen (5–7 Mo)	AF	22	11	11	—
Jährlinge	J	20	13	7	—
2jährige	2	26	11	15	—
3jährige	3	30	11	6	13
4jährige	4	18	6	6	6
5- und 6jährige	5/6	29	9	9	11
7- und 8jährige	7/8	20	7	7	6
9- und 10jährige	9/10	16	4	6	6
11- und 12jährige	11/12	18	6	6	6
13jährige und ältere	A	25	9	10	6
Total	—	243	94	95	54

älteren Tieren eine solche von 37.0–38.0°C als normal angenommen. Zusätzlich zu der klinischen Untersuchung wurde von jedem Tier Kot für eine parasitologische Untersuchung entnommen. Aufgrund der parasitologischen Befunde wurde jedoch keine Triage durchgeführt. Der Grad des Parasitismus wurde für die gegebene Population als «normal» angenommen, besonders in Anbetracht der regelmäßigen Entwurmung, welcher alle Tiere unterworfen wurden (Gygax und Gerber, 1972).

Zur Blutentnahme an der Vena jugularis wurden sterile Wegwerfkanülen verwendet. Etwa 2 ml Blut wurden direkt in ein Kunststoffgefäß mit Di-Lithium-EDTA abgefüllt und zur Bestimmung des Haematokrits verwendet. Zur Serumgewinnung wurde Blut ohne Zusätze entnommen.

Ein Teil des durch Stehenlassen (3–5 Stunden) und Zentrifugieren (10 min, 3500 rpm) gewonnenen Serums wurde sofort zur Konzentrationsbestimmung von Calcium, anorganischen Phosphaten und Gesamt-Bilirubin verwendet. Der Rest wurde in Portionen von 0,5 ml aufgeteilt und bei < – 20°C eingefroren und aufbewahrt. Für alle Untersuchungen wurden die in unserem Labor üblichen Methoden verwendet:

Haematokrit: Mikrohaematokritmethode (14 000 g während 5 Minuten)

Gesamt-Bilirubin: nach Richterich (1965)

Ca: Flammenphotometer «Eppendorf»

P: nach Richterich (1965)

AP: nach Lauber und Richterich (1966)

Für alle Gruppen wurden das arithmetische Mittel ( $\bar{x}$ ), die Standardabweichung ( $s$ ) und der Variationskoeffizient ( $VK$ ) berechnet. In den Abbildungen wird der Bereich von  $\bar{x} \pm 2s$  dargestellt. Zur Untersuchung der Altersabhängigkeit wurde eine Varianzanalyse durchgeführt; die Unterschiede zwischen zwei Gruppen wurden mit dem t-Test auf ihre Signifikanz geprüft. In einigen Fällen wurde der Korrelationskoeffizient ( $r$ ) berechnet.

### Resultate

Die Resultate wurden getrennt nach Altersgruppen ausgewertet. Eine Trennung nach Geschlecht wurde wegen der kleinen Zahlen innerhalb der Altersgruppen nicht vorgenommen. Den Verteilungstypus beurteilten wir aus dem gleichen Grund nicht.

Die Haematokrit-Normalwerte (Abb. 1) zeigen eine Tendenz zur Abnahme von  $38,34 \pm 9,73$  Vol. % während des Saugfohlenalters auf  $35,65 \pm 6,96$  Vol. % im Alter von 2 Jahren und eine Zunahme auf  $40,25 \pm 9,63$  Vol. % bei 4jährigen

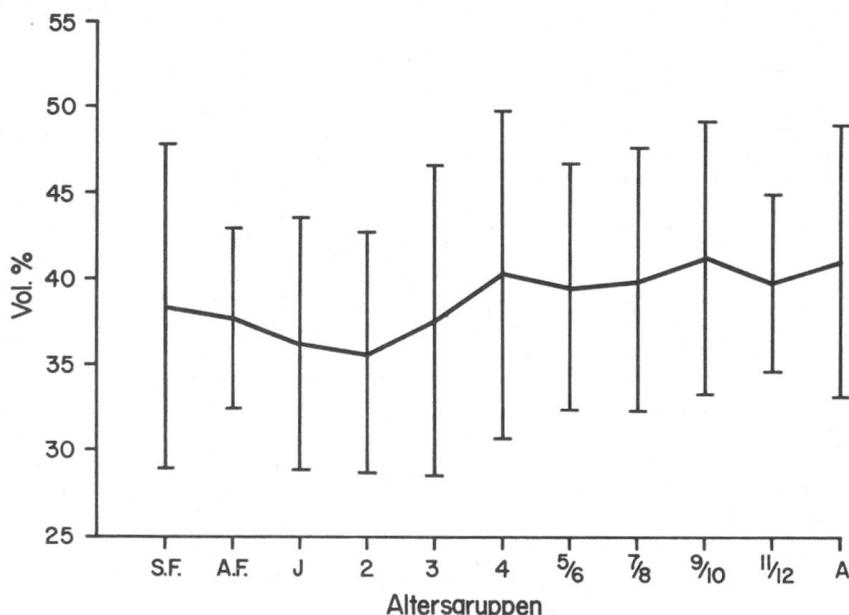


Abb. 1 Durchschnittswerte ( $\bar{x}$ ) und biologischer Bereich ( $\pm 2s$ ) des Haematokriten bei Pferden in Abhängigkeit vom Alter.

Pferden. Bei erwachsenen Pferden können keine progressiven Veränderungen mehr beobachtet werden. Bei den Jungtieren bis zu 4 Jahren lassen sich die Unterschiede von Gruppe zu Gruppe nicht statistisch sichern. Werden die Normalwerte der Saugfohlen, beziehungsweise diejenigen der Gruppen AF bis 3jährige, mit den Normalwerten der erwachsenen Tiere (4jährige und ältere) verglichen, so kann ein signifikanter Unterschied gefunden werden ( $p < 0,01$  für Saugfohlen/erwachsene Pferde;  $p < 0,001$  für 3jährige und jüngere/4jährige und ältere Pferde). Die Variation zwischen den Gruppen ist größer als diejenige innerhalb von Gruppen ( $p < 0,001$ ).

Bei den Mittelwerten der Bilirubin-Konzentration (Abb. 2) wird in Abhängigkeit vom Alter ein anfänglicher leichter Anstieg beobachtet, gefolgt von einem deutlichen Abfall und dann einem allmählichen Anstieg bis zum Alter von 7–8 Jahren.

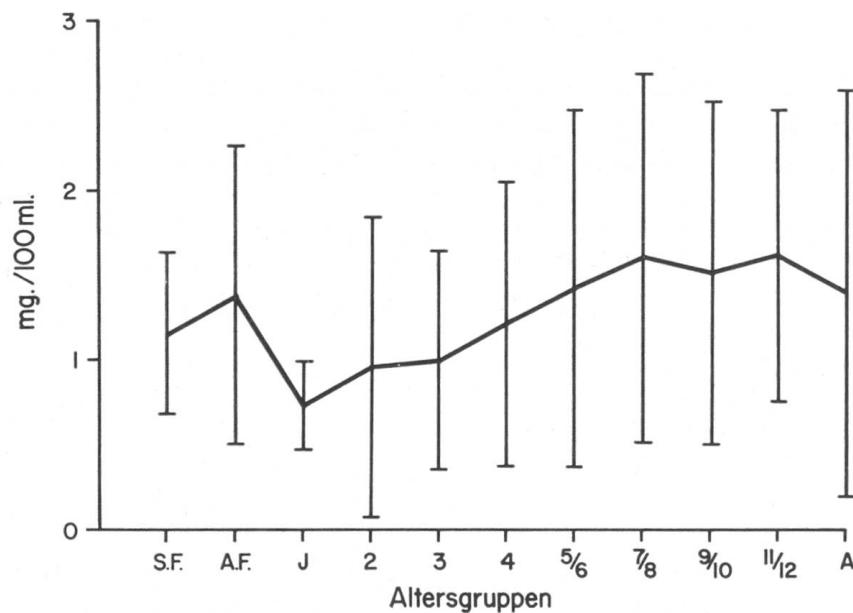


Abb. 2 Durchschnittswerte ( $\bar{x}$ ) und biologischer Bereich ( $\pm 2s$ ) der Gesamt-Bilirubin-Konzentration im Serum (mg/100 ml) bei Pferden in Abhängigkeit vom Alter.

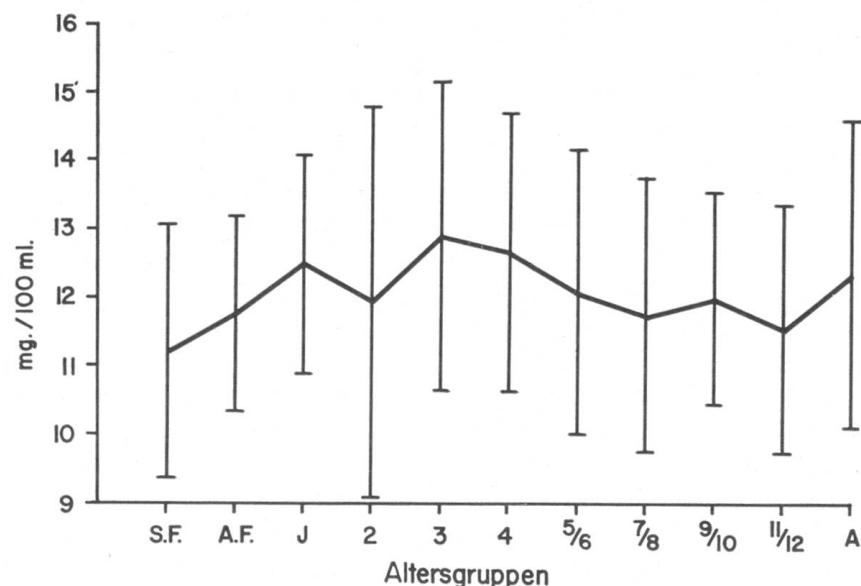


Abb. 3 Durchschnittswerte ( $\bar{x}$ ) und biologischer Bereich ( $\pm 2s$ ) der Konzentration von Calcium im Serum (mg/ml) bei Pferden in Abhängigkeit vom Alter.

Die Bilirubin-Konzentration schwankt in einem breiten physiologischen Bereich ( $VK = 17,45$  bis  $44,7$ ). Trotzdem ist die Variation innerhalb der Gruppen kleiner als diejenige zwischen den Gruppen ( $p < 0,001$ ). Auffallend ist der Abfall zwischen Absetzfohlen ( $1,38 \pm 0,88$  mg/100 ml) und Jährlingen ( $0,73 \pm 0,26$  mg/100 ml;  $p < 0,001$ ).

Bis zur Vollendung des ersten Altersjahres wird keine Korrelation zwischen der Bilirubin-Konzentration und dem Haematokrit gefunden. Bei 2jährigen

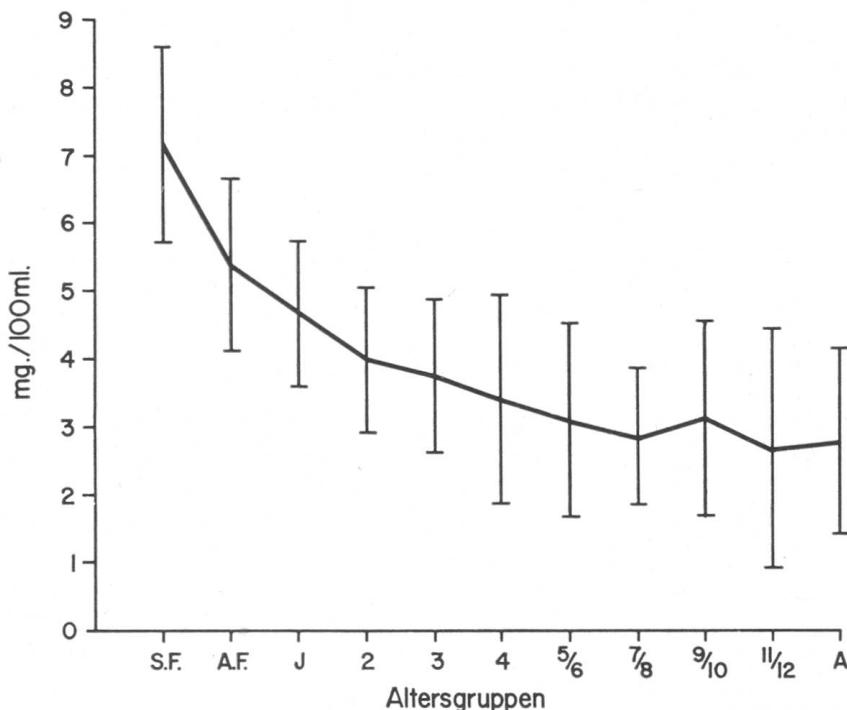


Abb. 4 Durchschnittswerte ( $\bar{x}$ ) und biologischer Bereich ( $\pm 2s$ ) der Konzentration anorganischer Phosphate im Serum (mg/100 ml) bei Pferden in Abhängigkeit vom Alter.

und älteren Pferden besteht eine direkte Korrelation der beiden genannten Parameter ( $r = 0,975$ ). Korreliert man die Durchschnittswerte von Bilirubin und Haematokrit aller Gruppen, ergibt sich ein  $r$  von 0,800 (Gerber und Straub, 1973).

Beim Serum-Calcium-Spiegel (Abb. 3) kann keine eindeutige Altersabhängigkeit festgestellt werden, wenn auch die Variation zwischen Gruppen größer ist als diejenige innerhalb von Gruppen ( $p < 0,001$ ). Von Gruppe zu Gruppe kann kein signifikanter Unterschied berechnet werden. Die niedrigsten Werte werden bei Saugfohlen ( $11,2 \pm 1,85$  mg/100 ml), die höchsten bei 3jährigen Pferden gemessen ( $12,89 \pm 2,27$  mg/100 ml;  $p < 0,001$ ). Pferde und Fohlen von 1–4 Jahren weisen höhere Werte auf ( $12,43 \pm 2,20$  mg/100 ml) als Saug- und Absetzfohlen einerseits ( $11,47 \pm 1,64$  mg/100 ml;  $< 0,01$ ) und erwachsene Pferde andererseits ( $11,93 \pm 1,94$  mg/100 ml;  $p < 0,02$ ). Zwischen

Fohlen der ersten beiden Altersgruppen und erwachsenen Pferden besteht kein signifikanter Unterschied.

Die Konzentration von anorganischen Phosphaten im Serum (Abb. 4) ist während der ersten 2 Lebensjahre eindeutig vom Alter abhängig. Die höchsten Konzentrationen werden bei Saugfohlen ( $7,16 \pm 1,44$  mg/100 ml) und die niedrigsten Werte bei 11–12jährigen Pferden ( $2,67 \pm 1,76$  mg/100 ml) gemessen. Bis zu 2 Jahren fällt der Phosphor-Spiegel ziemlich stark (von 7,16 auf 3,99 mg/100 ml) und von 2 Jahren bis zum Alter von 7–8 Jahren schwach ab (von 3,99 auf 2,82 mg/100 ml). Bis zum Alter von 2 Jahren ist der Abfall statistisch gesichert ( $p < 0,001$  von Gruppe zu Gruppe). Die Variation innerhalb von Gruppen ist kleiner als diejenige zwischen Gruppen ( $p < 0,001$ ).

Tab. 2: Calcium-Phosphor-Verhältnis und Calcium-Phosphor-Produkt in Abhängigkeit vom Alter.

Altersgruppe	N	Calcium-Phosphor-Verhältnis		Calcium-Phosphor-Produkt	
		$\bar{x}$	Extremwerte	$\bar{x}$	Extremwerte
SF	19	1.6 : 1	1.3–1.8 : 1	80.0	68.5–95.0
AF	22	2.2 : 1	1.7–2.4 : 1	63.5	54.0–70.5
J	20	2.9 : 1	2.6–3.2 : 1	58.0	48.5–67.0
2	26	3.0 : 1	2.8–3.3 : 1	47.5	40.0–56.5
3	30	3.5 : 1	3.2–3.8 : 1	47.0	39.5–56.0
4	18	3.8 : 1	3.5–4.0 : 1	42.5	38.5–49.0
5/6	29	4.0 : 1	3.8–4.3 : 1	36.0	29.0–42.0
7/8	20	4.2 : 1	3.8–4.5 : 1	33.0	28.5–43.0
9/10	16	3.9 : 1	3.6–4.4 : 1	37.5	29.5–45.5
11/12	18	4.3 : 1	3.9–4.7 : 1	30.0	26.5–39.5
A	25	4.6 : 1	4.0–4.8 : 1	34.0	25.5–42.5

Das Calcium-Phosphor-Verhältnis und das Calcium-Phosphor-Produkt wurden berechnet, aber nicht statistisch analysiert (Tab. II). Altersbedingte Variationen beider Werte während der Wachstumsjahre sind offensichtlich.

Bei der alkalischen Serum-Phosphatase (Abb. 5) ist, wie zu erwarten war, ebenfalls eine deutliche Altersabhängigkeit während der Wachstumsperiode feststellbar. Die Aktivität der SAP fällt während der ersten 2 Lebensjahre steil ab ( $125,16$  IU →  $50,88$  IU), und mit 3 Jahren werden bereits Werte beobachtet ( $41,50$  IU), die denjenigen adulter Pferde entsprechen. Bis zum Alter von 2 Jahren werden signifikante Unterschiede von Gruppe zu Gruppe gefunden ( $p < 0,001$ ). Der leichte Abfall ( $50,88$  IU– $41,50$  IU) vom zweiten bis zum dritten Lebensjahr ist statistisch nicht signifikant ( $p < 0,02$ ). Die Variation innerhalb von Gruppen ist kleiner als diejenige zwischen Gruppen ( $p < 0,001$ ). Zwischen den Werten der SAP-Aktivität und denjenigen der Konzentration anorganischer Phosphate im Serum besteht eine positive Korrelation ( $r = 0,7731$ ).

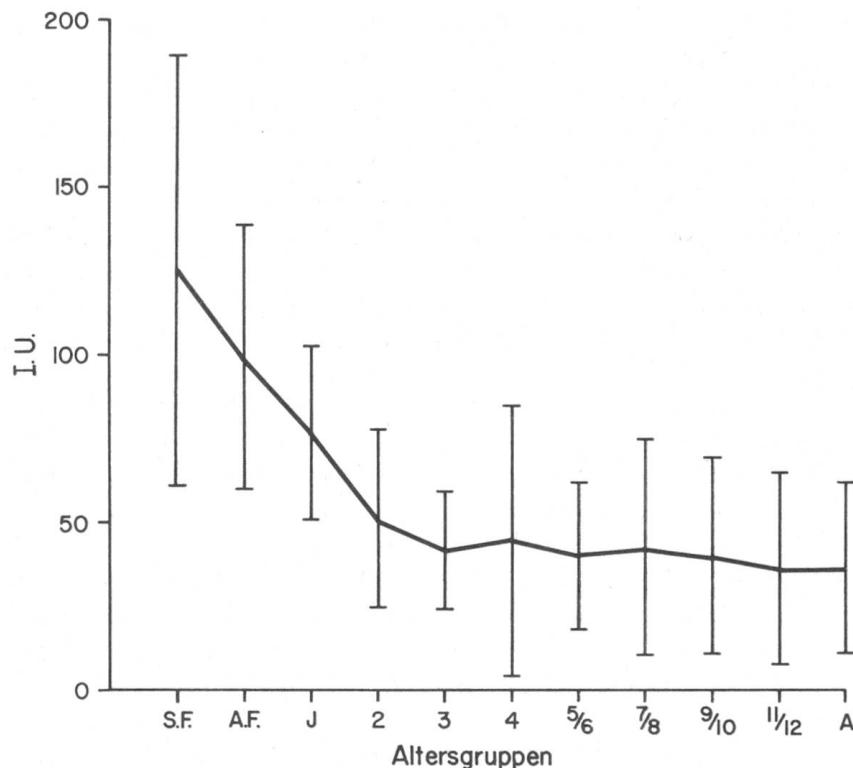


Abb. 5 Durchschnittswerte ( $\bar{x}$ ) und biologischer Bereich ( $\pm$ ) der Aktivität der alkalischen Serum-Phosphatase (IU) bei Pferden in Abhängigkeit vom Alter.

### Diskussion

Die von uns gefundenen Mittelwerte aller gemessenen Parameter befinden sich – mit wenigen Ausnahmen – mit den in der Literatur zu findenden Angaben in Übereinstimmung.

Unsere Haematokrit-Normalwerte für 3–6 Wochen alte Saugfohlen stimmen mit denjenigen für 3 Wochen alte Fohlen (Medeiros et al., 1971) und mit denjenigen für 5–8 Wochen alte Tiere (Todd et al., 1951) völlig überein. Unsere niedrigsten Werte sind bei den 2jährigen Pferden zu finden. Dieser Befund widerspricht den Resultaten anderer Verfasser, welche bei 2jährigen Pferden bereits Adultwerte finden (Archer, 1959; Schalm, 1965). Die Gründe für diesen Unterschied sind schwierig abzuklären. Gerber (1967) findet bei erwachsenen Warmblutpferden niedrigere Haematokritwerte als bei erwachsenen Vollblütern; es dürfen indessen neben dem Rassenunterschied Faktoren wie Training, Fütterung und Wurmbefall nicht außer acht gelassen werden. Die von uns untersuchten Pferde wurden im Gegensatz zu Vollblütern – auf welche sich die meisten Literaturangaben beziehen – nicht vor dem Erreichen des dritten Altersjahres in Arbeit genommen. Die Tatsache, daß bei untrainierten 2jährigen Vollblütern ebenfalls niedrigere Haematokritwerte als bei

gleichaltrigen Pferden im Training (Kitchen, Jackson und Taylor, 1965) gefunden werden, bestärkt uns in unserer Ansicht, daß Training und Haltung eine gewisse Rolle spielen. Pferde und Fohlen der Altersgruppen Absetzfohlen bis 3jährige, bei welchen wir niedrige Haematokritwerte gemessen haben, sind gleichzeitig dem höchstgradigen Befall mit Enteroparasiten unterworfen (Gygax und Gerber, 1972). Hansen et al. (1950) haben bei Absetzfohlen haematologische Untersuchungen und gleichzeitig parasitologische Kotuntersuchungen durchgeführt und bei allen Tieren Parasiteneier im Kot gefunden. Die Verfasser nehmen an, daß bei Fohlen, welche nicht mit Darmparasiten infestiert sind, erheblich höhere Haematokritwerte erwartet werden könnten. Bei Pony-Fohlen, welche regelmäßig und intensiv entwurmt wurden, werden in der Tat erheblich höhere Haematokritwerte gemessen als bei unbehandelten Tieren (Archer und Poynter, 1957). Wir nehmen deshalb an, daß Parasitismus, selbst bei regelmäßig behandelten Fohlen, einen gewissen Einfluß auf den Haematokriten ausübt und – zusammen mit den andern erwähnten Faktoren – für den Verlauf der Alterskurve verantwortlich ist.

Die von uns gefundenen Normalbereiche aller Altersgruppen für die Gesamt-Bilirubin-Konzentration im Serum stimmen mit den Angaben in der Literatur überein (Cornelius, 1963; Gerber, 1967; Ramsay, 1946). Es ist schwierig, für den beschriebenen Altersverlauf der Bilirubin-Konzentration eine eindeutige Erklärung zu geben. Die bei anderen Tierarten beschriebene, als physiologisch betrachtete Hyperbilirubinaemie der Neugeborenen konnten wir bei unseren jüngsten Fohlen (3–6 Wochen) nicht beobachten, wahrscheinlich weil unsere Saugfohlen die kritische Zeit schon überstanden hatten. Die Korrelation zwischen Haematokrit und Bilirubin-Konzentration läßt die letztere als Funktion der Zahl und/oder des Umsatzes der Erythrocyten erscheinen (s. auch Gerber und Straub, 1973). Die bei Absetzfohlen im Vergleich zu Saugfohlen und Jährlingen, nicht aber zu erwachsenen Pferden, hohe Bilirubin-Konzentration verdient eine nähere Betrachtung. Beim kurz nach dem Absetzen erfolgenden Zusammenbringen der Fohlen in speziellen Aufzuchtbetrieben besteht eine epidemiologische Situation wie in Akklimatisationsstationen oder in Kälbermästereien. Das Vorliegen subklinischer Infektionen oder die Effekte eines plötzlich zunehmenden Enteroparasitenbefalls sind deshalb bei unseren Absetzfohlen nicht auszuschließen, obgleich der relativ hohe Haematokrit dagegen spricht.

Die von uns gefundene Norm für die Serum-Calcium-Konzentration stimmt mit den Angaben für das Pferd in der Literatur überein (Collins, 1971; Gerber, 1967; Joyce et al., 1971; Krook und Lowe, 1964; Krook, 1968). Die Alterationen des Serum-Calcium-Spiegels mit fortschreitendem Alter, welche wir beobachtet haben, sind beim Pferd bisher nicht beschrieben worden. Beim Hund (Schärer, 1970) und beim Menschen (Richterich, 1965) können allerdings – in Übereinstimmung mit unseren Resultaten – bei wachsenden Individuen höhere Werte gefunden werden. Die relativ niedrigen Werte bei Saug- und Absetzfohlen erscheinen deshalb etwas paradox, weil sie zur

Zeit des stärksten Knochenwachstums auftreten. Der im Vergleich zur Kuhmilch niedrige Calcium- und Phosphor-Gehalt der Stutenmilch (Ling, Kon und Porter, 1961) kann nicht zur Erklärung dieser Beobachtung herangezogen werden, weil Fohlen sehr früh festes Futter aufzunehmen pflegen; eine allfällige, ungenügende Mineralversorgung würde damit ziemlich sicher ausgeglichen.

Die beim Pferd und bei anderen Tierarten beschriebene Altersabhängigkeit der Konzentration anorganischen Phosphors im Serum hat sich in unseren Untersuchungen bestätigt. Die bei Kälbern beschriebene Zunahme der Phosphor-Konzentration bis zum Alter von 150 bzw. 250 Tagen (Unselm und Flock, 1967) haben wir jedoch nicht beobachtet. Im Gegensatz zu dieser Beobachtung haben wir einen signifikanten Abfall vom Alter von 21–42 bis zum Alter von 150–180 Tagen festgestellt. Daß aber eine ähnliche Zunahme von der Geburt bis zu 2 oder 3 Monaten auch beim Pferd gefunden werden kann, ist nicht umstritten. Die höchsten Werte werden beim Pferd aber etwas früher erreicht (Earle, 1952). Wegen der Altersgruppierung der von uns untersuchten Pferde ließ sich dieser Anstieg nicht erfassen.

Die Bestimmung von Serum-Calcium- und Serum-Phosphor-Konzentrationen ist ein wichtiges Kriterium für die Diagnose des Hyperparathyroidismus. Beim Pferd ist der sekundäre, ernährungsbedingte Hyperparathyroidismus von Bedeutung. Wegen der homeostatischen Regulationsmechanismen ist es allerdings nicht möglich, leichte Fehler in der Mineralversorgung mittels Bestimmung von Serum-Calcium und -Phosphor zu erfassen. Schryver et al. (1970 a, b, c, 1971 a, 1971 b) haben gezeigt, daß Variationen in der Calcium-Zufuhr kaum einen Einfluß auf den Serum-Calcium-Spiegel ausüben. Erniedrigte Calcium-Zufuhr resultierte in einer erhöhten intestinalen Absorption und Mobilisation aus dem Skelett sowie in einer erniedrigten renalen Ausscheidung. Erniedrigte Calcium- und erhöhte Phosphor-Spiegel können dagegen durch extremen Phosphor-Überschuß in der Fütterung verursacht werden. Nach Krook (1968) sind die häufigsten klinisch-chemischen Befunde auf der Höhe des Induktionsstadiums der oben erwähnten Krankheit eine Hyperphosphataemie, Hypocalcaemie und eine erhöhte Aktivität der alkalischen Serum-Phosphatase. Da die Krankheit aber meistens bei jungen Pferden auftritt, ist es schwierig, die betreffenden Laborbefunde richtig zu interpretieren, solange die Normalwerte für jede Altersstufe nicht zur Verfügung stehen.

Die Bedeutung des Calcium-Phosphor-Produktes und -Verhältnisses ist umstritten. Eine sichere Aussage über das Verhältnis und über das Produkt der beiden Mineralien kann nur durch die Bestimmung der Ionenkonzentrationen gemacht werden. Aktivitätskoeffizienten sowie Natrium-, Calcium- und Magnesium-Biphosphate müssen bei der Berechnung ebenfalls berücksichtigt werden (Schärer, 1970).

Bei der Aktivität der SAP haben wir, im Gegensatz zu früheren Beobachtungen am Rind und am Pferd, einen signifikanten Abfall nur bis zum zweiten Altersjahr gefunden. Earle und Cabell (1952) berichten beim Pferd und Unselm und Flock (1967) beim Rind über einen Abfall bis zum vierten

Altersjahr. Beim Rind scheint außerdem ein geschlechtsbedingter Unterschied im Verhalten der Alterskurve zu bestehen. Das dem Verhalten des Phosphor-Spiegels entgegengesetzte Verhalten der SAP-Aktivität während der Zeit unmittelbar nach der Geburt, welches bei Fohlen und Kälbern gefunden wird (Earle, 1952; Unselm und Flock, 1967), haben wir wegen der Altersgruppierung unserer Population nicht beobachten können. Wegen der diagnostischen Bedeutung der alkalischen Phosphatase bei Störungen des Mineralstoffwechsels (Krook, 1968) und bei Gallengangobstruktionen (Cosgrove, 1968; Gerber, 1967; Mullen, 1968) ist eine genaue Kenntnis der Altersabhängigkeit unerlässlich. Joyce et al. (1971) finden allerdings, daß den Calcium- und Phosphor-Konzentrationen im Harn zur frühen Erkennung des sekundären, ernährungsbedingten Hyperparathyroidismus eine größere diagnostische Bedeutung zukomme als der SAP-Aktivität und den Serumspiegeln von Calcium und Phosphor.

Unser besonderer Dank gilt den verschiedenen Pferdebesitzern und insbesondere Herrn Hektor Leuenberger, Direktor des Eidg. Gestüts in Avenches. Herrn Dr. Ch. Ramberg (New Bolton Center, Univ. of Pennsylvania) danken wir für die Hilfe bei der statistischen Analyse der Resultate.

#### Zusammenfassung

Der Einfluß des Alters auf den Haematokriten, die Gesamt-Bilirubin-Konzentration, die Serum-Calcium- und Serum-Phosphat-Spiegel, und die Aktivität der SAP wurde bei 243 Pferden im Alter von 3 Wochen bis zu 24 Jahren untersucht. Der Haematokrit zeigt eine Abnahme bis zum Alter von 2 Jahren, gefolgt von einer Zunahme bis zum Alter von 4 Jahren. Jährlinge weisen die niedrigste Bilirubin-Konzentration auf. Der Bilirubin-Gehalt und der Haematokritwert stehen in einer positiven Korrelation zueinander. Die Konzentration von Calcium im Serum ist bei Fohlen und Pferden im Alter von 1–4 Jahren signifikant höher als bei Saug- und Absetzfohlen und bei erwachsenen Pferden. Die Konzentration von anorganischen Phosphaten und die Aktivität der alkalischen Phosphatase im Serum zeigen bis zum Alter von 2 Jahren einen starken Abfall.

#### Résumé

L'influence de l'âge sur les hématocrites, la concentration totale de bilirubine, le taux du calcium et du phosphate sérique et l'activité de la SAP ont été examinés chez 243 chevaux âgés de 3 semaines à 24 ans. L'hématocrite a fait apparaître une baisse jusqu'à l'âge de 2 ans, suivie d'une hausse jusqu'à 4 ans et ce sont les yearlings qui présentaient les plus faibles concentrations de bilirubine. Il y a une relation positive entre la teneur en bilirubine et la valeur de l'hématocrite. Chez les chevaux de 1 à 4 ans la concentration du calcium sérique est manifestement plus élevée que chez les poulains de lait, les poulains sevrés ou le cheval adulte. La concentration des phosphates inorganiques et l'activité des phosphatasées alcalines du serum décroissent fortement jusqu'à l'âge de 2 ans.

#### Riassunto

Vennero esaminati, su 243 cavalli in età da 3 settimane a 24 anni, l'influsso dell'età sugli ematoцитi, la concentrazione totale della bilirubina, lo specchio siero-calcio e siero-fosfato, nonché l'attività del SAP. L'emato crito dimostra una diminuzione fino all'età di 2 anni, alla quale fa seguito un aumento fino all'età di 4 anni. Cavalli di un anno presentano la più bassa concentrazione di bilirubina. Il contenuto in bilirubina ed il valore dell'emato crito sono in una correlazione positiva. La concentrazione del calcio nel siero in puledri e cavalli da 1 a 4 anni è in modo significante più alto che in puledri lattanti od al momento

dello svezzamento e che nei cavalli adulti. La concentrazione dei fosfati inorganici e l'attività della fosfatasi alcalina nel siero presentano una forte diminuzione fino all'età di 2 anni.

### Summary

243 horses between the ages of 3 weeks and 24 years were examined to show the influence of age on the haematocrits, the total bilirubin-concentration, the serum-calcium and the serum-phosphate level and the activity of the SAP. The haematocrit shows a reduction up to the age of 2 years, followed by an increase up to 4 years. Yearlings show the lowest bilirubin concentration. The bilirubin content and the haematocrit value are in positive correlation to each other. The calcium concentration in the serum is significantly higher among 1 to 4-year-olds than among sucking and weaned foals and fully-grown horses. The concentration of anorganic phosphates and the activity of alkaline phosphatase in the serum show a marked decline up to the age of 2 years.

### Literaturverzeichnis

- Archer R.K. and Poynter D.: Anaemia and eosinophilia associated with helminthiasis in young horses. *J. comp. Path.* 67, 196–207 (1957). — Archer R.K.: The normal haemograms and coagulograms of the English thoroughbred horse. *J. comp. Path.* 69, 390–399 (1959). — Collins J.D.: Some haematological and biochemical values observed in Irish thoroughbreds. *Irish vet. J.* 25, 174–176 (1971). — Cornelius C.E. and Kaneko J.J.: Clinical biochemistry of domestic animals (Academic Press, New York/London, 1963). — Cosgrove J.S.: Symposium on haematology. III. The practical application of haematology. *Eq. vet. J.* 1, 194–198 (1968). — Earle I.P.: Inorganic phosphorus content and phosphatase activity of the blood serum of foals. *J. anim. Sci.* 11, 191–195 (1952). — Earle I.P. and Cabell C.A.: Blood chemistry of equidae – some variations in inorganic phosphorus, alkaline phosphatase activity, calcium and magnesium in blood serum of horses. *Am. J. Vet. Res.* 13, 330–337 (1952). — Gerber H.: Haematologische und klinisch-chemische Untersuchungsmethoden beim Pferd; *Habilitationsschrift*, Bern (1967). — Gerber H. und Straub R.: Bilirubinemia in equidae. *Amer. J. Dig. Dis.* (im Druck, 1973). — Gygax A. und Gerber H.: Befall mit Enteroparasiten bei schweizerischen Warmblutpferden. *Schweiz. Arch. Tierheilkunde* 114, 513–516 (1972). — Hansen M.F., Todd A.C., Kelley G.W., Cawein M. and McGee W.R.: Studies on the hematology of the thoroughbred horse. II. Weanlings. *Am. J. Vet. Res.* 11, 393–396 (1950). — Joyce J.R., Pierce K.R., Romane W.M. and Baker J.M.: Clinical study of nutritional secondary hyperparathyroidism in horses. *J.A.V.M.A.* 158, (12) 2033–2042 (1971). — Kitchen H., Jackson W.F. and Taylor W.J.: Hemoglobin and hemodynamics in the horse during physical training. *A.A.E.P. Proc.* 97 (1965). — Krook L. and Lowe J.E.: Nutritional secondary hyperparathyroidism in the horse. *Path. vet. Suppl.* 1 (1964). — Krook L.: Dietary calcium-phosphorus and lameness in the horse. *Cornell Vet.* 58, 58–73 (1968). — Lauber K. und Richterich R.: Kinetische Bestimmung der alkalischen Serumphosphatase. *Z. Klin. Chem.* 4, 208–211 (1966). — Ling E.R., Kon S.K. and Porter J.W.G.: The composition of milk. In: Kon S.K. and Cowie A.T., milk; the mammary gland and its secretion, vol. II (Academic Press, New York/London, 1961). — Medeiros L.O., Ferri S., Barcelos S.R. and Miguel O.: Hematologic standards for healthy newborn thoroughbred foals. *Biol. Neonate* 17, 351–360 (1971). — Mullen P.A.: Symposium on haematology. II. Serum constituents. *Eq. vet. J.* 1, 190–194 (1968). — Ramsay W.N.M.: Plasma bilirubin in the horse. *The vet. J.* 102, 206–211 (1946). — Richterich R.: Klinische Chemie, Theorie und Praxis (Karger, Basel/New York, 1965). — Schalm O.W.: Veterinary hematology. 2nd edition (Lea and Febiger, Philadelphia, 1965). — Schärer V.: Die Bestimmung der Normalwerte von Calcium und Phosphor im Serum beim Hund; *Diss. vet.* Bern (1970). — Schryver H.F., Craig P.H. and Hintz H.F.: Calcium metabolism in ponies fed varying levels of calcium. *J. Nutr.* 100, (8) 955–964 (1970a). — Schryver H.F., Hintz H.F. and Lowe J.E.: Calcium and phosphorus interrelationships in horse nutrition. *Eq. vet. J.* 3, (3) (1970b). — Schryver H.F., Craig P.H., Hintz H.F., Hogue D.E. and Lowe J.E.: The site of calcium absorption in the horse. *J. Nutr.* 100, (10) 1127–1131 (1970c). — Schryver H.F., Hintz H.F. and Craig P.H.: Calcium metabolism in ponies fed a high phosphorus diet. *J. Nutr.* 101, 259–264 (1971a). — Schryver H.F., Hintz H.F. and Craig P.H.: Phosphorus metabolism in ponies fed varying levels of phosphorus. *J. Nutr.* 101, (9) 1257–1264 (1971b). — Unselm J. und Flock D.: Die Konzentration des anorganischen Phosphors und die Aktivität der alkalischen Phosphatase im Blutplasma von Rindern in Abhängigkeit vom Alter und anderen Einflußfaktoren. *Zbl. Vet. Med.* 14A, 528–547 (1967).