

Normalwerte des roten Blutbildes beim Pferd unter Berücksichtigung der Rasse, des Geschlechts, des Alters und der Jahreszeit

T. Kollakowski und H. Keller

Klinik für Pferde, allgemeine Chirurgie und Radiologie der Freien Universität Berlin

Einleitung

In der klinischen Diagnostik besteht die Bedeutung hämatologischer Untersuchungen darin, im Zusammenhang mit den übrigen klinischen Symptomen die Reaktionslage eines Organismus einschätzen zu können. In diesem Sinne trägt das Blutbild bei Übereinstimmung zwischen hämatologischen Befunden und klinischen Daten zur Sicherung der Diagnose bei bzw. kann bei Vorliegen einer Diskrepanz mit Hilfe des Blutbildes die Richtung weiterer Untersuchungen gewiesen werden.

Der Einsatz dieses Hilfsmittels in der klinischen Praxis setzt allerdings die eindeutige Abgrenzung von „normalen“ gegenüber „krankhaften“ Zuständen voraus.

Da einerseits das Pathologische als Paradigma des Physiologischen (Stünz und Weiß, 1982) aufzufassen ist, d. h. kein Vorliegen grundsätzlich neuartiger Erscheinungen, sondern nur quantitativ geänderter und anders gesteuerter Reaktionen, und andererseits jedes Individuum in der Lage ist, sich durch Reaktionen seinerseits den Umweltbedingungen innerhalb eines gewissen Rahmens anzupassen, erfordert diese Abgrenzung die Erarbeitung einer Norm, die den physiologischen Schwankungsbereich umfassen sollte. Hierzu werden in der Regel an Kollektiven gesund erscheinender Probanden gewonnene Werte verschiedener Parameter als Grundlage zur Ermittlung des Normbereiches herangezogen.

Auch in der Veterinärmedizin wurden bezüglich der Norm hämatologischer Parameter beim Pferd im 20. Jahrhundert zahlreiche Untersuchungen vorgenommen. Die hierbei ermittelten Werte variieren aber trotz der Vielzahl der Arbeiten stark, so daß einerseits keine allgemeingültige Norm vorliegt und andererseits bei Zusammenfassung der Ergebnisse aller bisherigen Untersuchungen so breite Normwertbereiche entstehen würden, daß auch wahrscheinlich als Ausdruck pathologischer Vorgänge anzusehende Werte mit in den als normal geltenden Bereich auf-

Zusammenfassung

Anhand der von 5247 Pferden vorliegenden Daten des roten Blutbildes wurden folgende Parameter bestimmt und bezüglich einer möglichen Abhängigkeit von Rasse, Geschlecht, Alter und Jahreszeit untersucht:

Erythrozytenzahl (Ery)

Hämoglobin (Hb)

Hämatokrit (Hct)

Mittleres Erythrozytenvolumen (MCV)

Mittlerer Hämoglobingehalt der Einzelerthrozyten (MCH)

Mittlere Hämoglobinkonzentration der Erythrozyten (MCHC)

Blutkörperchensenkungsreaktion (BKS)

Als Ergebnis der Untersuchungen ergab sich: Es besteht eine statistisch signifikante Differenz in der Höhe der Erythrozytenzahl bei vergleichender Betrachtung der Zählmethoden Kammerzählung und elektronische Zählung. Bei Verwendung einer Zählkammer wurden durchschnittlich 0,25 Millionen Erythrozyten pro Mikroliter mehr ermittelt als beim Einsatz des Coulter Counter. Für sämtliche untersuchten Parameter konnte eine Abhängigkeit der Werte von der Rasse als auch dem Geschlecht nachgewiesen werden. Des Weiteren sind mit Ausnahme der Erythrozytenzahl alle Parameter einem durch das Alter hervorgerufenen Einfluß unterworfen. In bezug auf die Jahreszeit konnte keine Abhängigkeit festgestellt werden. Der durch die erwähnten Faktoren ausgeübte Einfluß sollte bei der Interpretation hämatologischer Daten einbezogen werden. Für verschieden klassifizierte Gruppen von Pferden können grundsätzlich unterschiedliche Normwertbereiche der gemessenen Parameter angegeben werden. Aufgrund der weitgehenden Überlappung dieser Bereiche und der beim Pferd großen individuellen Schwankungsbreite hämatologischer Werte sollte ihnen aber nur eine orientierende Funktion zugesprochen werden.

Standard values of the red blood count with regard to breed, sex, age and season

On the basis of the data of the Red Blood Picture of 5247 horses the following parameters were determined and examined regarding a possible dependency due to breed, sex, age and season:

Red Blood Cell Count (RBC)

Hemoglobin (Hb)

Hematocrit (Hct)

Mean Corpuscular Volume (MCV)

Mean Corpuscular Hemoglobin (MCH)

Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration (MCHC)

Blood Sedimentation Rate (BSR)

The results of the examinations are as follows: There is a statistically significant difference concerning the amount of RBC by comparative examination of the counting methods chamber counting and electronical counting. At the use of a counting chamber 0.25 millions of erythrocytes per μ l more were detected as an average than at the use of the Coulter Counter. For all of the parameters examined a dependency of the values due to breed as well as to sex could be proved. In addition, all parameters with the exception of the RBC are subject to influence caused by age. No dependency could be determined regarding season. The influence which was exerted by the factors mentioned before should be included in the interpretation of the hematologic data. Various ranges of standard of the parameters measured can basically be stated for differently classified groups of horses. But as a result of the considerable overlapping of these ranges and the horse's high individual variation of hematologic values, they should be attributed an informing function only.

genommen würden. Dieser unbefriedigende Zustand führt naturgemäß zu einer Minderung der diagnostischen Aussagekraft hämatologischer Befunde beim Pferd.

In der vorliegenden Arbeit werden deshalb an Hand der an mehreren tausend Pferden bestimmten hämatologischen Werte des roten Blutbildes erarbeitete Normwertbereiche

vorgestellt, die als Richtwerte dem praktisch tätigen Tierarzt zur Verfügung gestellt werden. Es handelt sich hierbei um einen Auszug aus der Dissertation von *Kollakowski* (1988).

Bestimmt wurden die folgenden Parameter:

- Erythrozytenzahl (Ery)
- Hämoglobin (Hb)
- Hämatokrit (Hct)
- Mittleres Erythrozytenvolumen (MCV)
- Mittlerer Hämoglobingehalt des Einzelerthrozyten (MCH)
- Mittlere Hämoglobinkonzentration der Erythrozyten (MCHC)
- Blutkörperchensenkungsreaktion (BKS)

Die Werte dieser Parameter wurden ferner bezüglich einer möglichen Abhängigkeit von Rasse, Geschlecht, Alter und Jahreszeit untersucht. Des weiteren wurde eine eventuell bei der Erythrozytenzählung auftretende Differenz zwischen Kammerzählung und elektronischer Zählung quantitativ bestimmt.

Material und Methoden

Tiere

Zur Auswertung standen die Daten (Krankenblätter und Laborbücher) aller Pferde zur Verfügung, die zwischen dem 1. Januar 1960 und dem 31. Mai 1986 stationär in die Klinik für Pferdekrankheiten und allgemeine Chirurgie des Fachbereichs Veterinärmedizin der Freien Universität Berlin aufgenommen wurden. Die Auswahl der in die Untersuchung einbezogenen Pferde fand unter Wahrung der folgenden Kriterien statt:

- vollständige Angaben über Rasse, Geschlecht und Alter
- keine medikamentöse Behandlung vor Gewinnung der Blutprobe
- klar definierte Diagnose, die keinen Einfluß auf das Blutbild erwarten läßt (z. B. Ankaufuntersuchungen, Ka-

strationen a. o., Hufbeschlag, Corpora libera, Spat, Überbeine etc.)

- rektal gemessene Körpertemperatur zwischen 37,3 und 38,3 °C
- Atemfrequenz \leq 25 Atemzüge pro Minute
- Herzfrequenz, dem Alter entsprechend, zwischen 28 und 48 Schlägen pro Minute
- guter Allgemein-, Ernährungs- und Pflegezustand
- kein Vorliegen erheblicher und das Allgemeinbefinden beeinflussender Schmerzzustände

Diese Voraussetzungen erfüllten insgesamt 5247 Pferde bei einer Gesamtzahl von 15 276 stationär aufgenommenen Pferden. Tabelle 1 zeigt die Einteilung dieser Stichprobe in Rassen und Geschlechter:

Tab. 1: Rasse und Geschlecht der in die Untersuchung einbezogenen Pferde

Rasse	Wallache	Stuten	Hengste	Summe
Traber	435 61*	570 187*	703 256*	1708 504*
Warmblut	1450 274*	759 226*	62 36*	2271 536*
Pony	20	20	52	92
Kleinpferd	46	42	48	136
Summe	1951 335*	1391 413*	865 292*	4207 1040*

*Kammerzählung

Da die Zahl der Ponys und Kleinpferde zu gering für eine adäquate statistische Auswertung bezüglich Alter und Jahreszeit war, wurde auf die Einbeziehung dieser beiden Gruppen in diesen Fällen verzichtet. Es ergibt sich somit die in den Tabellen 2 und 3 dargestellte Zuordnung der Pferde zu verschiedenen Altersklassen und Jahreszeiten.

Untersuchungsmethoden

Erythrozytenzahl

Die Zählung der Erythrozyten erfolgte bis zum 31. Okto-

Tab. 2: Anzahl der Pferde in den verschiedenen Altersklassen

Alter*	Traber	Warmblut	Wallache	Stuten	Hengste	Summe
< = 2	161	31	10	67	115	192
3	349	72	73	172	176	421
4	388	178	217	193	156	566
5	270	157	193	152	82	427
6	222	217	203	154	82	439
7	130	264	223	112	59	394
8	99	263	231	87	44	362
9	51	365	258	126	32	416
10-12	27	425	275	159	18	452
> 12	11	299	202	107	1	310

*Angabe in Jahren

Tab. 3: Anzahl der Pferde in den verschiedenen Jahreszeiten*

Jahreszeit	Traber	Warmblut	Wallache	Stuten	Hengste	Summe
Frühling	392	556	457	311	180	948
Sommer	459	536	475	318	202	995
Herbst	475	615	494	376	220	1090
Winter	382	564	459	324	163	946

*Es wurde folgende Zuordnung gewählt: Untersuchungsmonat März, April, Mai = Frühling; Juni, Juli, August = Sommer; September, Oktober, November = Herbst; Dezember, Januar, Februar = Winter.

ber 1971 mit Hilfe einer Zählkammer nach Türk. Das Blut wurde hierzu in einer Spezialpipette 1:200 mit Hayem-scher Lösung verdünnt und unter hundertfacher Vergrößerung mikroskopisch ausgezählt. Es wurden wie üblich die Erythrozyten in 5 Gruppenquadraten zu je 16 Kleinstquadraten gezählt. Aus der Höhe der Zählkammer, der betrachteten Zählfläche sowie der Verdünnung ergibt sich ein Faktor von 10 000, mit dem die Anzahl der gezählten Erythrozyten zu multiplizieren ist, um die Erythrozytenzahl (in Mill. pro Mikroliter) zu erhalten (Plonait, 1980). Seit dem 1. November 1971 wurden die Erythrozyten durch ein Gerät (Coulter Counter, Modell ZF, Coulter Electronics Ltd., Dunstable, England), das durch eine Modifikation (Spannungserhöhung) an die Messung der sehr kleinen Pferdeerythrozyten angepaßt ist, automatisch gezählt. Auch die Verdünnung der Blutproben erfolgte seit diesem Zeitpunkt automatisch durch ein elektronisches Gerät (Dual Dilutor III, Coulter Electronics Ltd.).

Hämoglobin (Hb)

Die Hämoglobinmenge wurde mittels eines zum Coulter Counter gehörenden Hämoglobinometers als Cyanhämoglobin bestimmt.

Hämatokrit (Hct)

Der Wert des Hämatokriten wurde parallel zur Erythrozytenzählung durch das Zählgerät ermittelt.

Erythrozytenindizes

Die drei Erythrozytenindizes des MCV, MCH und MCHC wurden für jedes Versuchstier aus den gegebenen Werten für Ery, Hb und Hct nach den von Wintröbe (1932) entwickelten Formeln berechnet:

$$\begin{aligned} \text{MCV} &= \text{Hct} \cdot 10 / \text{Ery} \\ \text{MCH} &= \text{Hb} \cdot 10 / \text{Ery} \\ \text{MCHC} &= \text{Hb} \cdot 100 / \text{Hct} \end{aligned}$$

Blutkörperchensenkungsreaktion (BKS)

Zur Bestimmung der BKS wurden in Anlehnung an Troester (Neumann-Kleinpaul, 1952) 10 ml Vollblut mit 2,5 ml 3,8%igem Natriumcitrat gemischt und 10 ml hiervon in einer 10 ml fassenden Standard-Auslaufpipette (Blaubrand®) aufgezogen. Die Pipette wurde senkrecht in ein selbstgefertigtes Gestell eingeklemmt. Hierbei wurde ein Auslaufen der Pipette durch den von einer am oberen Ende der Pipette befestigten Klammer ausgeübten Druck auf die auf einer Gummimatte aufsitzende Pipettenspitze verhindert. Die Ablesung erfolgte 30 Minuten nach Senkungsbeginn.

Statistische Methoden

Die Berechnungen wurden mit Hilfe eines Siemens-Rechners 7551 D unter dem Betriebssystem BS 2000 (Vers. 7.6) der Zentraleinrichtung für Datenverarbeitung, Zedat, der FU Berlin mit Programmen des Statistikprogrammsystems BMDP 483 (Dixon, 1983) in der für das BS 2000 umgestellten Version durchgeführt.

Bestimmt wurde in allen Gruppen der Median (\tilde{x}), die Grenzen des 1. und 3. Quartils (Q1 und Q3), kleinster

(min.) und größter (max.) gemessener Wert, das arithmetische Mittel (\bar{x}) sowie die Standardabweichung (s).

Des Weiteren wurde mit Hilfe einer Varianzanalyse geprüft, ob die gemessenen Parameter von Rasse, Geschlecht, Alter und Jahreszeit abhängen. Für jede Analyse wurde die Wahrscheinlichkeit von $\alpha = 0,05$ für den Fehler 1. Art vereinbart.

Zur Bestimmung einer möglichen Differenz zwischen Kammer- und elektronischer Erythrozytenzählung wurden mit Hilfe einer Zufallszahlentabelle zwei einfache Zufallsstichproben aus den gesammelten Tieren gebildet und diese einem t-Test unterzogen. Es wurden je 36 Wallache, Stuten und Hengste der Rassen Traber und Warmblut und der jeweiligen Meßmethode ausgewählt, also insgesamt 432 Probanden.

Ergebnisse/Diskussion

Bei allen folgenden Ausführungen wird jeweils das arithmetische Mittel sowie in Klammern die durch Addition bzw. Subtraktion der zweifachen Standardabweichung hiervon ermittelte Spannweite angegeben. Dieses Intervall beinhaltet ca. 95 % der zu erwartenden Meßwerte. Es wird allgemein zur Definition des „Normalbereiches“ herangezogen und liefert hinreichend genaue Arbeitswerte für die klinische Praxis.

Erythrozytenzahl (Ery)

Es besteht trotz Anpassung des elektronischen Zählgerätes an die kleinen Erythrozyten der Pferde eine Differenz in der ermittelten Erythrozytenzahl bei einem Methodenvergleich Zählkammer versus Coulter Counter (alle Angaben in Mill. pro Mikroliter):

Zählkammer	8,30 (5,98 bis 10,61)
Coulter Counter	8,04 (6,04 bis 10,03)

Somit wird bei Verwendung eines elektronischen Zählgerätes durchschnittlich eine um ca. 250 000 Erythrozyten pro Mikroliter geringere Erythrozytenzahl ermittelt. Dieses Ergebnis steht in Einklang mit von anderen Autoren (Müller-Prasuhn, 1971; Stewart und Steele, 1974; Lumsden et al., 1977) durchgeführten Untersuchungen.

Eine Erklärung der niedrigeren Erythrozytenzahlen bei elektronischer Zählung wäre möglicherweise in einer größeren Koinzidenz (Durchtritt von gleichzeitig zwei und mehr Erythrozyten durch die Meßöffnung) der im Vergleich zum Menschen sehr kleinen Pferdeerythrozyten zu finden. In der klinisch-hämatologischen Diagnostik spielt diese als gering anzusehende Differenz keine Rolle, sollte aber bei einer Umstellung der Zählmethode beachtet werden.

Es existieren statistisch gesicherte Unterschiede der Erythrozytenzahl sowohl bei den untersuchten Rassen als auch den Geschlechtern:

Traber	8,25 (5,92 bis 10,57)
Warmblut	7,71 (5,59 bis 9,83)
Kleinpferd	7,78 (5,70 bis 9,86)
Pony	7,27 (5,30 bis 9,24)
Hengste	8,30 (5,87 bis 10,75)

Stuten	8,05 (5,85 bis 10,26)
Wallache	7,66 (5,56 bis 9,75)

Es ergibt sich somit, daß Traber höhere Werte als Warmblüter und Kleinpferde und diese wiederum höhere Werte als Ponys erreichen.

Bezüglich der Geschlechter zeigt sich die Rangfolge Hengste, Stuten und Wallache in absteigender Reihenfolge.

Diese Angaben decken sich mit dem Großteil der von anderen Autoren festgestellten rasse- und geschlechtsbedingten Abhängigkeiten der Erythrozytenzahl, so unter anderem bei *Döppert* (1921), *Holm* (1937), *Spurell et al.*, (1965) und *Jain* (1986).

Aufgrund des Lebensalters oder der Jahreszeit auftretende Unterschiede wurden in unserem Untersuchungsmaterial nicht festgestellt.

Die beschriebenen Differenzen sollten bei der Interpretation hämatologischer Untersuchungsergebnisse einbezogen werden.

Hämoglobin (Hb)

Den Hämoglobinwert (in g/100 ml) betreffend zeigten sich Differenzen zwischen den verschiedenen Rassen und Geschlechtern:

Traber	13,2 (10,0 bis 16,5)
Warmblut	12,8 (9,6 bis 16,1)
Kleinpferd	12,7 (9,3 bis 16,1)
Pony	11,6 (8,5 bis 14,8)
Hengste	13,2 (9,7 bis 16,6)
Stuten	13,1 (9,8 bis 16,4)
Wallache	12,8 (9,6 bis 16,0)

Entsprechend dem bei der Betrachtung der Erythrozytenzahl festgestellten Sachverhalt ergeben sich hier die Rangfolgen Traber, Warmblut, Kleinpferd und Pony sowie Hengste, Stuten und Wallache in absteigender Folge der Hämoglobinwerte.

Diese Ergebnisse stehen in Einklang mit den Darstellungen anderer Autoren, z. B. *MacLeod* und *Ponder* (1946), *Heusser* (1952), *Tasker* (1966) und *Gerber et al.* (1977).

Des weiteren ist im Gegensatz zur Erythrozytenzahl der Hämoglobinwert auch altersabhängig. In den beobachteten Altersklassen ist ein allmähliches Ansteigen des Hb zu beobachten, wobei sich eine Differenz (2jährige zu über 12jährigen Pferden) von ca. 1 Gramm pro 100 Milliliter ergibt.

Eine jahreszeitlich bedingte Abhängigkeit des Hämoglobinwertes konnte hingegen nicht festgestellt werden.

Die dargestellten Befunde sollten bei der Bewertung des roten Blutbildes einbezogen werden, obwohl die Differenzen relativ geringer als jene der Erythrozytenzahl sind.

Hämatokrit (Hct)

Die beim Hämoglobin vorliegenden Verhältnisse zeigen sich in gleicher Weise auch bei Betrachtung des Hämatokriten (Angabe in Prozent):

Traber	37,2 (28,4 bis 46,0)
Warmblut	35,8 (27,3 bis 44,2)
Kleinpferd	34,9 (26,2 bis 43,5)
Pony	33,3 (24,4 bis 42,3)

VOREN®-Suspension/

VOREN®-Lösung

Zusammensetzung: 1 ml wässrige Suspension enthält: 1 mg Dexamethason-21-isonicotinat; 1,8 mg p-Hydroxybenzoesäuremethylester (Konservierungsmittel); 0,2 mg p-Hydroxybenzoesäurepropylester (Konservierungsmittel). 1 ml wässrige Injektionslösung enthält: 1 mg Dexamethason-21-isonicotinat; 2 mg Chlorocresol (Konservierungsmittel).

Anwendungsgebiete: Rinder: Azetonämie, Festliegen, Gebärpause, Tetanie, Arthritis, Tendovaginitis, Bursitis, Sonnenbrand u. a.; Geburtseinleitung. Pferde: Arthritis, Tendovaginitis, Lumbago u. a. Schweine, Ferkel: Agalaktie, Arthritis, Eklampsie, Intoxikationen, Ödemkrankheit, präoperative Schockprophylaxe u. a. Hunde, Katzen: Ekzeme, Otitiden, Arthritiden, Allergien, beginnende Dackellähme u. a. Bei allen Tierarten als Antiphlogistikum, Antiallergikum und zur Steigerung der allgemeinen Toxintoleranz bei Infektionen wie z. B. Mastitis, Jungtierinfektionen, Puerperalsepsis, Peritonitis, Virusinfektionen bei gleichzeitiger hoher Antibiotikadosis. **Gegenanzeigen:** Osteoporotische Prozesse, Diabetes mellitus.

Hinweise: Da nicht sicher ist, ob Voren in therapeutischer Dosis (10 mg) die Geburt bei Wiederkäuern auslöst, empfehlen wir, das Präparat im letzten Drittel der Trächtigkeit nicht einzusetzen. Bei Vorliegen bakterieller, allgemeiner oder lokaler Infektionen ist zusätzlich eine entsprechende Behandlung erforderlich. **Wartezeit:** Eßbares Gewebe (Rind, Pferd): 8 Tage; eßbares Gewebe (Schwein): 6 Tage; Milch: 1 Tag. **Packungsgrößen:** 50 ml Flasche Suspension, 50 ml Flasche Injektionslösung.

Verschreibungspflichtig.

VOREN®-Depot

Zusammensetzung: 1 ml Kristall-Suspension enthält: 3 mg Dexamethason-21-isonicotinat; 1,8 mg p-Hydroxybenzoesäuremethylester als Konservierungsmittel; 0,2 mg p-Hydroxybenzoesäurepropylester als Konservierungsmittel. **Anwendungsgebiete:** Corticoidbedürftige Erkrankungen des Respirationstraktes bei Pferden: z. B. chronische Bronchitis, beginnendes alveoläres Lungenemphysem; bei Kleintieren: z. B. chronische Bronchitis, Asthma bronchiale; des Bewegungsapparates bei Pferden: z. B. Arthritiden, Arthrosen, Podotrochlose; bei Kleintieren: z. B. Arthrosen, Distorsionen und der Haut; bei Pferden: z. B. Ekzeme, Sommerräude; bei Kleintieren: z. B. Ekzeme, Pruritus sine materia. **Gegenanzeigen:** Osteoporotische Prozesse, Diabetes mellitus.

Hinweise: Während der Trächtigkeit sollte das Präparat nur bei strenger Indikationsstellung eingesetzt werden. Bei Vorliegen bakterieller, allgemeiner oder lokaler Infektionen ist zusätzlich eine entsprechende Behandlung erforderlich. **Wartezeit:** Pferd – eßbares Gewebe – 8 Tage. **Packungsgrößen:** 50 ml Flasche. Verschreibungspflichtig.

Hengste	37,1 (27,7 bis 46,6)
Stuten	36,7 (28,2 bis 45,3)
Wallache	35,5 (27,1 bis 44,0)

Bei vorliegenden Differenzen von 0,5 bis 1,5 Prozent lassen sich wieder parallel zur Erythrozytenzahl und Hämoglobin die Rangfolgen (absteigend) Traber, Warmblut, Kleinpferd und Pony sowie Hengste, Stuten und Wallache aufstellen.

Diese Beobachtungen decken sich mit allen von anderen Autoren durchgeführten Untersuchungen

Mit zunehmendem Lebensalter steigt der durchschnittliche Wert des Hämatokriten ähnlich jenem des Hb. Die Differenz zwischen 2 und über 12 Jahre alten Pferden beträgt ca. 2 Prozent.

Auch der Hämatokrit ist keiner jahreszeitlichen Abhängigkeit unterworfen.

In der klinischen Diagnostik sollten die für verschiedene Rassen, Geschlechter und Lebensalter aufgeführten Modifikationen des Hämatokriten Beachtung finden.

Erythrozytenindizes (MCV, MCH und MCHC)

Die Werte für die drei Erythrozytenindizes verhalten sich entsprechend jenen für Hb und Hct, d. h., auch bei ihnen läßt sich eine Abhängigkeit von Rasse, Geschlecht und Alter nachweisen, während eine solche in bezug auf die Jahreszeit nicht gegeben ist.

Die in unserem Untersuchungsmaterial gefundenen Größenordnungen der Werte stimmen mit den in der Literatur genannten überein. Da aber die Angaben für MCV, MCH und MCHC seltener (im Vergleich zu Ery, Hb und Hct) aufgeführt und zum größten Teil nicht bezüglich Rasse, Geschlecht, Alter und Jahreszeit aufgeschlüsselt werden, ist ein ausführlicher Vergleich der bei uns ermittelten Werte mit jenen aus der Literatur nicht möglich.

Bezüglich des MCV ergaben sich folgende Werte (in μm^3):

Traber	45,4 (36,8 bis 54,0)
Warmblut	46,6 (38,8 bis 54,6)
Kleinpferd	45,1 (36,2 bis 54,0)
Pony	45,5 (36,1 bis 54,9)
Hengste	45,0 (35,6 bis 54,4)
Stuten	45,9 (37,7 bis 54,0)
Wallache	46,7 (38,9 bis 54,4)

Die Rasse betreffend zeigt sich absteigend die Reihenfolge: Warmblut, Pony, Traber und Kleinpferd. Für die Geschlechter wird die Folge Wallache, Stuten und Hengste gefunden.

Das Volumen der Erythrozyten nimmt mit steigendem Lebensalter deutlich zu: Die Differenz zwischen 2-jährigen und über 12-jährigen Pferden beträgt ca. $5 \mu\text{m}^3$.

Für den MCH wurden die folgenden Ergebnisse (in Pikogramm) ermittelt:

Traber	16,2 (12,9 bis 19,4)
Warmblut	16,7 (13,6 bis 19,8)
Kleinpferd	16,4 (12,8 bis 20,1)
Pony	15,9 (12,3 bis 19,5)
Hengste	16,0 (12,6 bis 19,7)
Stuten	16,4 (13,2 bis 19,6)
Wallache	16,8 (13,7 bis 19,8)

Als absteigende Rangfolgen zeigen sich: Warmblut, Kleinpferd, Traber und Pony bei den Rassen sowie Wallache, Stuten und Hengste bei den Geschlechtern.

Auch die Werte des MCH steigen mit zunehmendem Alter an. Es besteht eine Differenz von ca. 2 Pikogramm zwischen 2- und über 12-jährigen Pferden.

Die MCHC-Werte (in Gramm pro 100 Milliliter) für die verschiedenen Rassen und Geschlechter ergeben sich wie folgt:

Traber	35,6 (31,2 bis 40,1)
Warmblut	35,5 (31,0 bis 40,0)
Kleinpferd	36,4 (32,5 bis 40,3)
Pony	35,0 (31,8 bis 38,2)
Hengste	35,5 (31,0 bis 40,0)
Stuten	35,7 (31,3 bis 40,1)
Wallache	36,0 (31,4 bis 40,5)

Hierbei stehen die Kleinpferde an erster Stelle, gefolgt von Trabern und Warmblut, sowie abschließend die Ponys.

Bei den Geschlechtern liegt die Rangfolge Wallache, Stuten und Hengste vor.

Parallel zu den bei MCV und MCH festgestellten Verhältnissen zeigen auch die MCHC-Werte einen, wenn auch schwächeren Anstieg (ca. 1 g/100 ml) in den höheren Altersklassen.

Die für die drei Erythrozytenindizes ermittelten Abhängigkeiten von Rasse, Geschlecht und Alter sollten Eingang in die Beurteilung hämatologischer Befunde finden.

Blutkörperchensenkungsreaktion (BKS)

Für die BKS (Angabe in ml/10) schließlich wurden rassen-, geschlechts- und altersabhängig folgende Werte gefunden:

Traber	17,3 (0 bis 35,3)
Warmblut	22,4 (2,7 bis 42,1)
Kleinpferd	25,9 (5,7 bis 46,1)
Pony	30,2 (5,8 bis 54,5)
Hengste	18,0 (0 bis 38,7)
Stuten	19,5 (0,2 bis 38,8)
Wallache	22,6 (3,2 bis 42,0)

Bei Trabern und Hengsten ist die untere Grenze rein rechnerisch negativ, den realen Verhältnissen Rechnung tragend, aber als Null angegeben.

Die Reihenfolge Pony, Kleinpferd, Warmblut und Traber bzw. Wallache, Stuten und Hengste stellen sich erwartungsgemäß umgekehrt zu jenen für Ery, Hb und Hct dar. Eine Altersabhängigkeit der BKS besteht insofern, als junge und alte Pferde höhere Werte aufweisen als Tiere in den mittleren Altersklassen.

Unbeeinflusst zeigen sich die Werte der BKS von der Jahreszeit.

Die hier erzielten Ergebnisse sind nur dann mit anderen Resultaten vergleichbar, wenn sie mit der Methode „Troester“ gewonnen wurden. Ein ausführlicher Methodenvergleich findet sich bei *Hammerl* (1982). Gerade die doch sehr deutlich unterschiedlichen BKS-Werte für verschieden klassifizierte Pferde sollten ihre Berücksichtigung in der hämatologischen Diagnostik finden.

Somit ergibt sich eine Abhängigkeit aller untersuchten Parameter von Rasse und Geschlecht. Mit Ausnahme der

Erythrozytenzahl sind alle Parameter auch altersabhängig. Im Gegensatz hierzu konnten für keinen Parameter jahreszeitliche Unterschiede ermittelt werden.

Die Problematik des Begriffs Norm wurde schon in der Einleitung erwähnt. Insofern kann den für die verschiedenen Parameter angegebenen Wertebereichen auch nur eine der Orientierung dienende Funktion zugesprochen werden. Hinzu kommt die stark schwankende intraindividuelle Bandbreite hämatologischer Werte beim Pferd (Bitzer, 1976). In diesem Sinne kann ein allzu starres Festhalten an Normbereichen eher negativ wirken.

Von Nutzen wird die hämatologische Untersuchung dann sein, wenn die hierbei ermittelten Ergebnisse im Zusammenhang mit der klinischen Symptomatik und in Kenntnis der hier erwähnten Variationen beurteilt werden. Hierbei sind Wiederholungen der Untersuchung in mehrtägigem Abstand zur Verifikation unerlässlich, da viele Erkrankungen, insbesondere Infektionskrankheiten, anfangs ohne deutliche Blutbildveränderungen ablaufen (Keller und Jaeschke, 1984 a und b).

Wichtiger noch als die Angabe von (orientierenden) Wertebereichen der Norm ist also die Interpretation der gewonnenen Daten durch den kritisch abwägenden Untersucher. Nur dann können hämatologische Befunde im Rahmen der klinischen Diagnostik sinnvoll genutzt werden.

Literatur

- Bitzer, D. U. (1976): Untersuchung zur individuellen Schwankungsbreite des Blutbildes, insbesondere einiger morphologischer Erythrocytenmerkmale, bei klinisch gesunden, ausgeruhten Pferden. Berlin, Vet.-Med. Diss.
- Dixon, W. J. (1983): BMDP Statistical Software. University of California Press, Berkeley.
- Döppert, F. (1921): Vergleichende Untersuchungen über den Hämoglobingehalt des Pferdeblutes und seine Beziehungen zur Zahl der Erythrocyten. Dtsch. Tierärztl. Wschr. 29, 42-43.
- Gerber, H., Schudi, P., Straub, R. (1977): "Normal" values for different breed of horses. Proceedings of the 1st International Symposium on Equine Hematology, 28. bis 30. Mai 1975. Am. Assoc. of Equine Practitioners, 266-275.
- Hammerl, J. (1982): Die Blutkörperchensenkungsreaktion mit unterschiedlichen Methoden, vergleichend bei verschiedenen Pferderassen. München, Vet.-Med. Diss.
- Heusser, H. (1952): Über die Blutausrüstung des Pferdes und ihre praktische Bedeutung. Schweiz. Arch. Tierheilkd. 94, 463-475.
- Holm (1937): Die Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen bei 263 gesunden 4jährigen Pferden. Dtsch. Tierärztl. Wschr. 45, 437-439.
- Jain, N. (1986): Schalm's veterinary hematology (4. Aufl.). Lea & Febiger, Philadelphia.
- Keller, H., und Jaeschke, G. (1984 a): Klinische und Labordiagnostik bakterieller Infektionen der Atmungsorgane des Pferdes. Prakt. Tierarzt 65, 565-570.
- Keller, H., und Jaeschke, G. (1984 b): Klinische und Labordiagnostik viraler Infektionen der Atmungsorgane des Pferdes. Prakt. Tierarzt 65, 570-578.
- Kollakowski, T. (1988): Normalwerte des roten Blutbildes beim Pferd unter Berücksichtigung der Rasse, des Geschlechts, des Alters und der Jahreszeit. Berlin, Vet.-Med. Diss.
- Lumsden, J. H., Valli, V. E., und McSherry, B. J. (1977): Comparison of normal equine hematologic values utilizing the Coulter model S and Z. Proceedings of the 1st International Symposium on Equine Hematology, 28. bis 30. Mai 1975. Am. Assoc. of Equine Practitioners, 262-265.
- MacLeod, J., und Ponder, E. (1946): An observation on the red cell content of the blood of the thoroughbred horse. Science 103, 73.
- Müller-Prasuhn, W. (1971): Über die Verwendbarkeit des elektronischen Zählgerätes Coulter Counter „Modell D“ bei der Zählung von Erythrocyten und Leukozyten des Schweines. Dtsch. Tierärztl. Wschr. 78, 546-548.
- Neumann-Kleinpaul, K. (1952): Blutkörperchensenkung bei jungen Traberpferden. Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 65, 175-178.
- Plonait, H. (1980): Labordiagnostik für die tierärztliche Praxis. Verlag Paul Parey, Berlin-Hamburg.
- Spurrell, F. A., Cartwright, S., und Baudin, L. V. (1965): Optimum performance capability in the horse. I. Blood parameters in racing thoroughbreds. Proceedings of the annual Convention of the Am. Assoc. of Equine Practitioners, 71-96.
- Stewart, G. A., und Steele, J. D. (1974): Haematology of the fit racehorse. Austr. Vet. J. 53, 353-359.
- Stünzi, H., und Weiss, E. (1982): Allgemeine Pathologie für Tierärzte und Studierende der Veterinärmedizin (7. Auflage). Verlag Paul Parey, Berlin-Hamburg.
- Tasker, J. B. (1966): Fluid and electrolyte studies in the horse. I. Blood Values in 100 normal horses. Cornell Vet. 56, 67-76.
- Wintrobe, M. M. (1932): The size and hemoglobin content of the erythrocyte. J. Lab. Clin. Med. 17, 899.

Dr. Thomas Kollakowski und Prof. Dr. H. Keller
Oertzenweg 19 b
D-1000 Berlin 37

Kurzreferat

Freigesetztes Narkosegas im Operationssaal

(Waste anesthetic gases in the operating room)

S. Greene und R. Keegan (1989)

Die bislang aus der Literatur bekannten Informationen legen nach Ansicht der Autoren die Vermutung nahe, daß

zahlreiche Tierärzte sich und ihre Mitarbeiter in zunehmendem Maße gesundheitsschädlichen Einflüssen in Form von Narkosegasen aussetzen.

So betrug die durchschnittlich in 8 verschiedenen Operationsräumen ohne entsprechende Filteranlagen gemessene Halothankonzentration 9,8 ppm. Bei Einsatz von Halothanabsorbent lag sie bei 4,7 ppm. Auch dieser Wert liegt deutlich über dem vom National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) empfohlenen Richtwert. Ähnliches galt für die Konzentration von Stickoxid, das nachweislich zu Übelkeit, Ermüderscheinungen, Reizbarkeit, Juckreiz sowie verminderter Leistungsfähigkeit führen kann.