



GEORG-AUGUST-UNIVERSITÄT
GÖTTINGEN

Biologie des Pferdes

Hämatologie

Dr. Julia Schüttler
Tierärztin

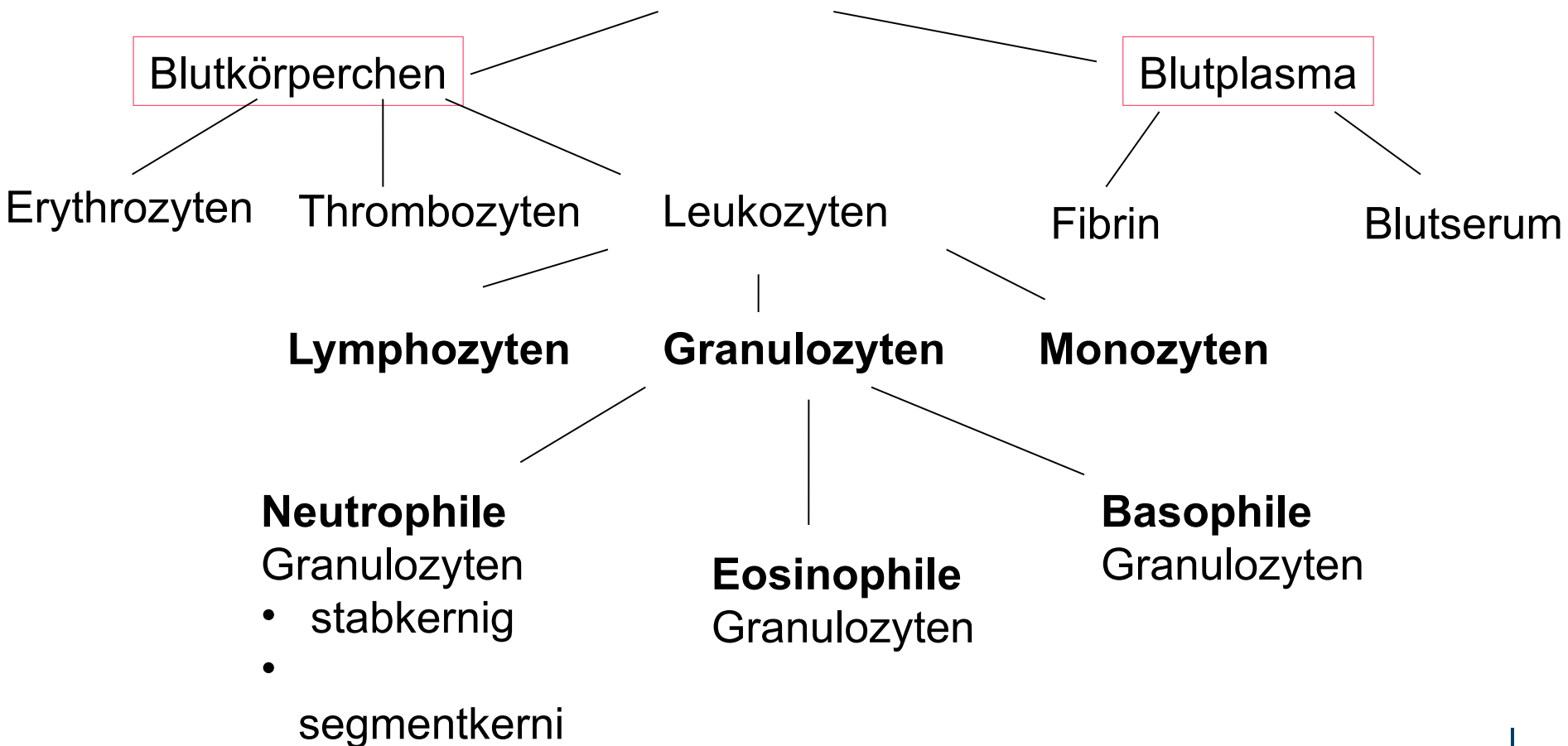


Begriffsdefinition

Die Hämatologie ist die Lehre

- der Physiologie
- der Pathophysiologie
- der Krankheiten des Blutes
- der blutbildenden Organe

Zusammensetzung des Blutes



Zusammensetzung des Blutes

Zelluläre Bestandteile

- Erythrozyten
- Leukozyten
- Thrombozyten

Plasma

- Wasser
- Proteine
- Elektrolyte/Mineralstoffe
- Fette
- Kohlenhydrate
- Aminosäuren
- Hormone
- Enzyme
- Antikörper
- Gerinnungsfaktoren



Aufgaben des Blutes

- Stofftransport
- Stoffaustausch zwischen Organen
- Spezifische und unspezifische Abwehr



Stofftransport

- Wärme
- Gastransport (Sauerstoff und Kohlensäure)
- Stoffwechselprodukte
- Wasser
- Proteine, Fette, Kohlenhydrate
- Hormone, Enzyme, Vitamine
- Blutzellen



Stoffaustausch

- Regulation des Wasserhaushaltes in den Geweben
- Aufrechterhaltung des pH Wertes
- Aufrechterhaltung des onkotischen Druckes

Spezifische und unspezifische Abwehr

- Spezifisch: Antikörperbildung durch Lymphozyten und Plasmazellen
- Unspezifisch: Phagozytose durch Granulozyten und Makrophagen

Eigenschaften des Blutes

- rote Farbe
- klebrig und schmeckt süß ☾ Glukose und Proteine enthalten
- gerinnbar
- undurchsichtig- hoher Zellgehalt
- eng regulierter pH Wert 7,36-7,44



pH: Azidose



pH: Alkalose

- Gesamtblutmenge beträgt beim erwachsenen Haustier 6-8% der Körpermasse

Hämatologische Untersuchung

A



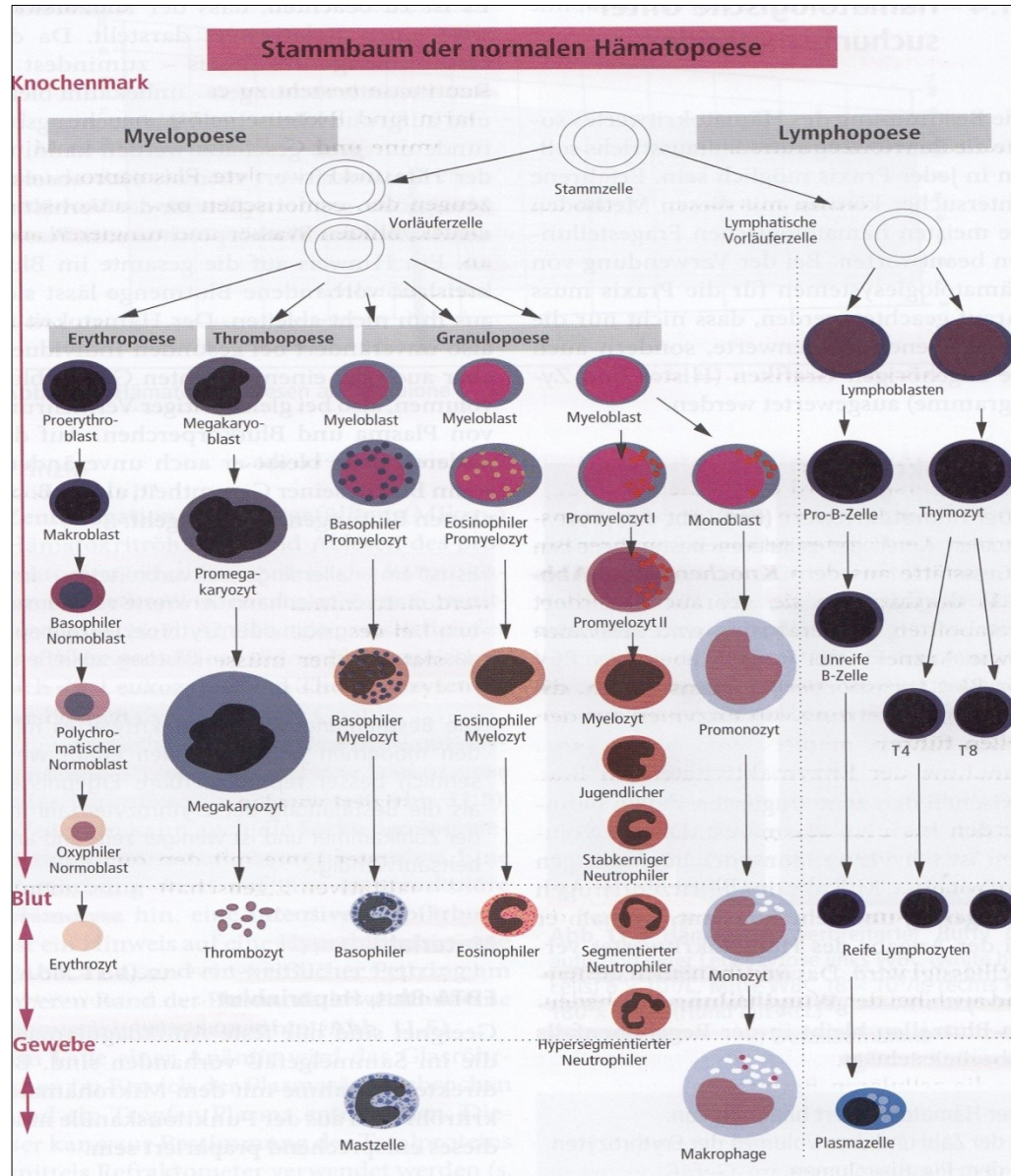
B



Quelle: Klinische Labordiagnostik, 7.Auflage, Kraft/Dürr

Alternative Blutbildungsstätte:

→ Milz
(erhöhte Anzahl von nRBCs)



Quelle: Klinische Labordiagnostik, 7. Auflage, Kraft/Dürr

Erythropoese

Stimulierung der Erythropoese

- Höhengaufenthalt
- erhöhten Sauerstoffbedarf
- Blutverluste durch Unfall, Operation etc.

.... weitere wichtige Bestandteile zur Blutbildung

- Eisen
- Vitamin B 12
- Folsäure
- Erythropoetin (Glykoprotein- gebildet in peritubulären Nierenzellen)



Sinkt der O₂ Gehalt im Nierenparenchym, steigt der Erythropoetin Spiegel im Blut als kompensatorische Maßnahme!!!!

Tierartliche Unterschiede

- unterschiedliche Verhältnisse von zellulären Bestandteilen zu Wasser und den darin gelösten Stoffen ☾ Hämatokrit variabel
- Speziesunterschiede (Hund, Katze, Pferd etc.)

Tabelle 8.1: Typische Referenzbereiche für Erythrozyten-Parameter für verschiedene Gruppen erwachsener Pferde*

Parameter	Vollblut	Jagdpferd	Pony
Hkt (%)	40–46	35–40	33–37
Erythrozyten ($\times 10^{12}$ / l)	7,2–9,6	6,2–8,9	6,0–7,5
Hb (g / dl)	13,3–16,5	12,0–14,6	11,0–13,4
MCHC (g / dl)	34–36	34–36	33–36
MCV (fl)	48–58	45–57	44–55
MHC (pg)	14,1–18,1	15,1–19,3	16,17–19,3

*Angepasste Daten, die vom Clinical Pathology Diagnostic Service, Department of Clinical Veterinary Science der Universität Bristol zur Verfügung gestellt wurden.

- Altersunterschiede

(z.B. Hundewelpen : 5. Lebenstag Hkt 26%, 28. Lebenstag 36 %)

Tierartliche Unterschiede- Aussehen und Größe der Erythrozyten







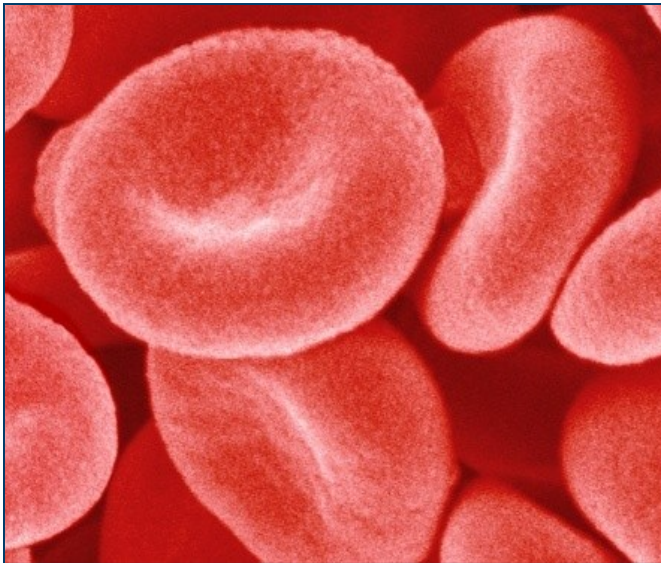
species	RBC count	Morphology	PCV	MCV	MCHC
DOG	5.5-8.5		37-55	60-77	32-36
CAT	5.0-10.0		24-45	39-55	30-36
COW	5.0-10.0		24-46	40-60	30-36
SHEEP	8.0-16.0		24-50	23-48	31-38
GOAT	8.0-18.0		19-38	15-30	35-42
HORSE	6.5-12.5		32-52	34-58	31-37

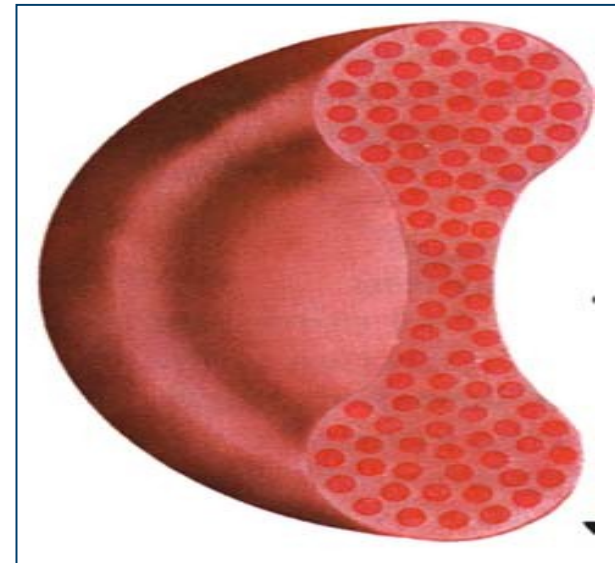
Figure 3.6. The shape, size, and number of erythrocytes varies considerably between species. The MCHC, however, is fairly similar between species.

Quelle: Clinical Pathology for the veterinary team , Dial and Rosenfield; 2010

Aufbau eines Erythrozyten

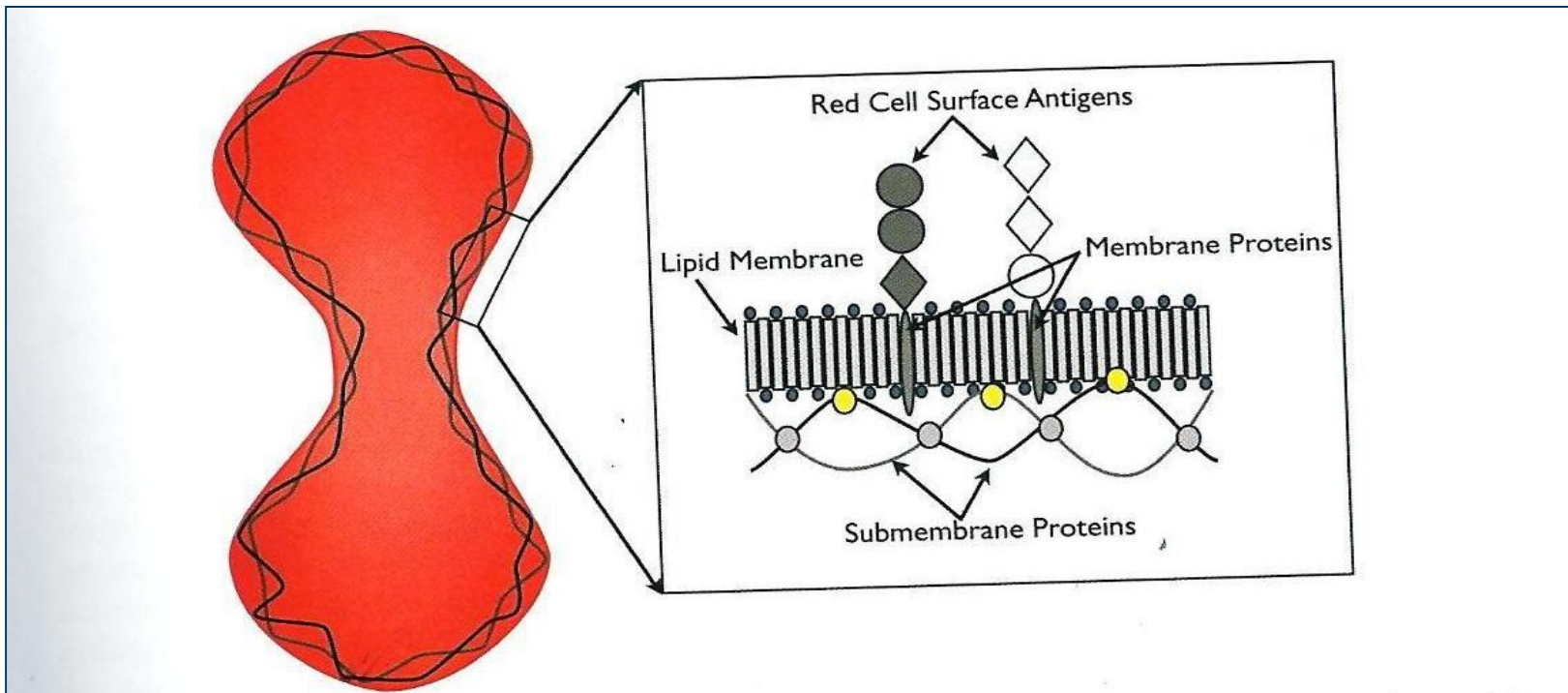


- Stützgerüst
- Hämoglobin



- bikonkav
- verformbar
- flexibel

Membranaufbau des Erythrozyten

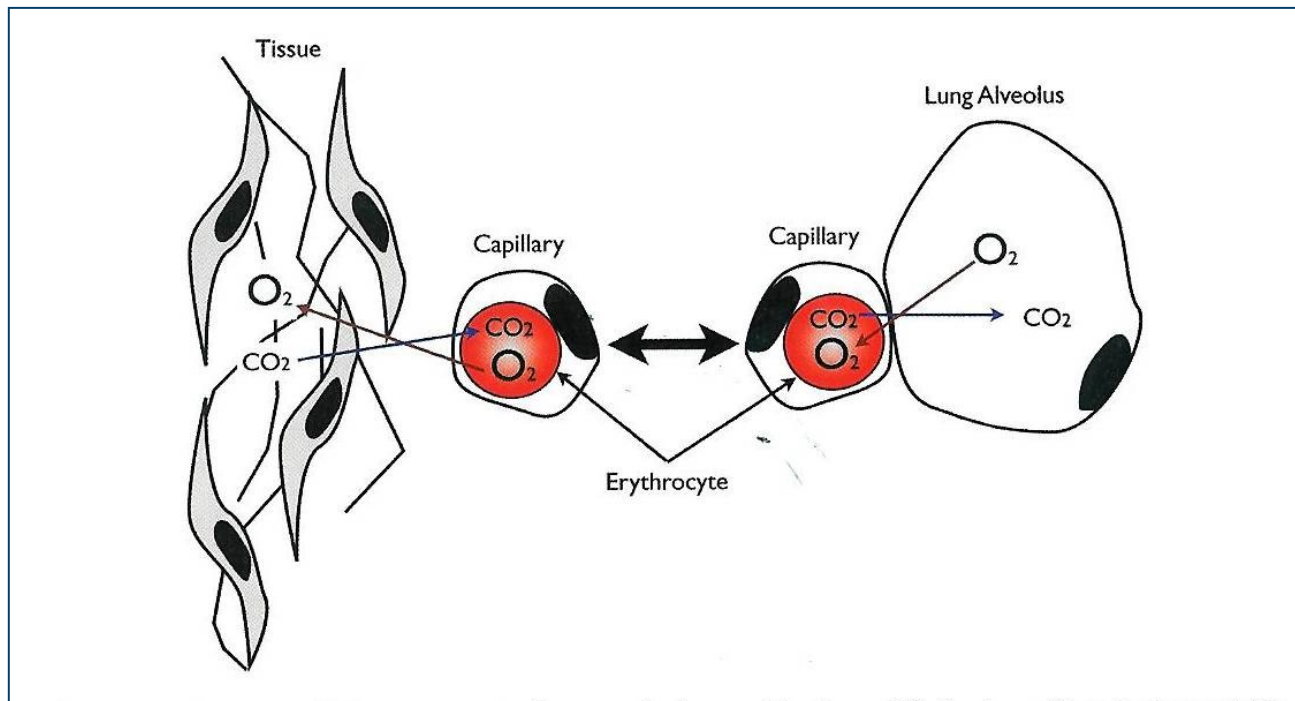


Wandmembranaufbau: Kohlenhydrat (10%)-,Lipid (45%)- und Proteinbestandteile (45%)

Die Flexibilität wird unterstützt durch ein submembranöses Netzwerk von Proteinen.

Verankert in der Erythrozytenmembran sind Oberflächenantigene

Erythrozyt- Gastransport zwischen Lunge und Gewebe

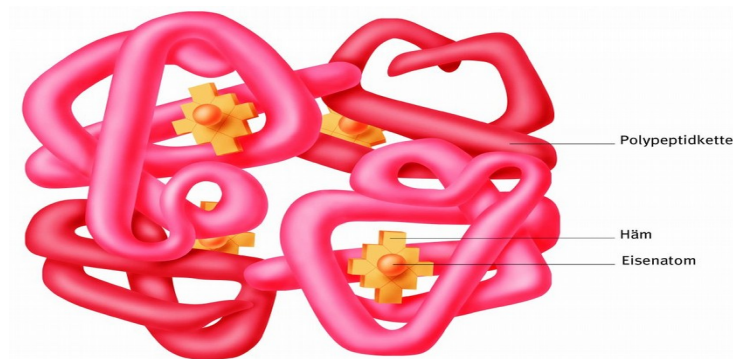


Quelle: Clinical Pathology for the veterinary team , Dial and Rosenfield; 2010

Sauerstoff-und Kohlendioxidtransport zwischen Gewebe und Erythrozyt sowie zwischen Lungenalveole und Erythrozyt.

Wichtigstes Hilfsmittel für den Gastransport- das Hämoglobin

- 4 Hämmoleküle (Farbstoff) mit je einem 2-wertigem Eisen
- 1 Protein (Globulin) – mit 2 mal 2 identischen Peptidketten
- 95% des Erys bestehen aus Hämoglobin
- 1 Hämoglobin kann 4 Sauerstoffatome transportieren

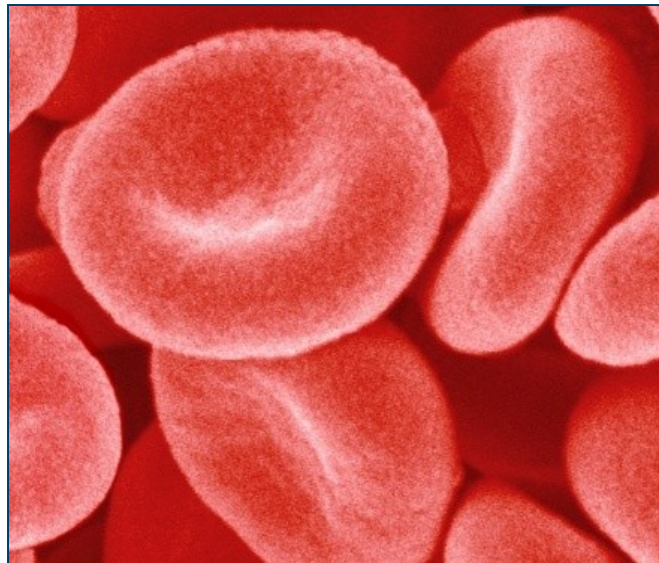


www.bertelsmann-bkk.de

Lebensdauer der Erythrozyten

- Hund 120 Tage
- Katze 70 Tage
- Rind 160 Tage
- **Pferd 140-150 Tage**
- Schwein 62 Tage

Abweichungen von der physiologischen Erythrozytenform

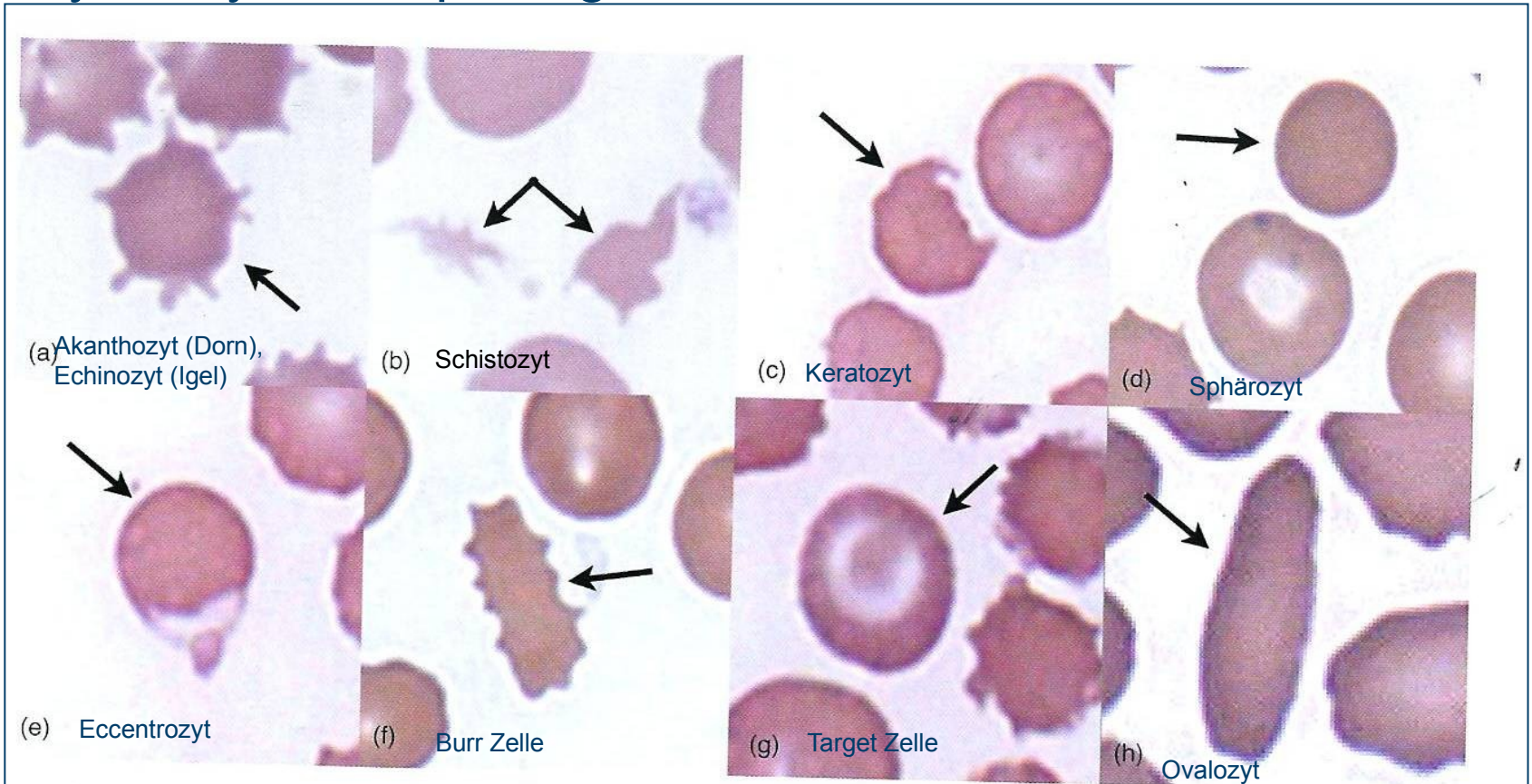


A

Beurteilung der Erythrozytenmorphologie

- Warum? –Hinweise auf ursächliche Krankheitsprozesse (Leber, Niere, Milz)
- Womit?- Blutausstrich
- Welche pathologischen Veränderungen (Poikilozytose) sind anzutreffen:
 - Echinozyten
 - Akanthozyten
 - Schistozyten
 - Sphärozyten
 - Keratozyten
 - Burr Zellen
 - Target Zellen (Schießscheibenzellen)
 - Eccentrozyten

Übersicht der abnormalen Erythrozytenmorphologie



Poikilozytose und damit verbundene Erkrankungen

Type of Cell Noted	Shape of Cell	Disease
Echinocytes (crenated cell)	Numerous uniformly distributed tent-shaped spikes	Artifact of drying, snake bite, dehydration, inherited erythrocyte defects
Acanthocytes	Irregularly spaced thin spikes with knoblike tips; no central pallor	Prominent numbers: liver disease, renal disease, hemangiosarcoma Small numbers: iron deficiency, microangiopathy
Eccentrocytes	Dense eccentric displacement of hemoglobin with a clear edge	Oxidative injury secondary to onion toxicity, drugs
Schistocytes	Small irregular fragments of the erythrocyte	Microangiopathy, iron deficiency, hemangiosarcoma, valvular stenosis
Spherocytes	Small dense cells with no central pallor	Large numbers: hemolytic anemia Small numbers: microangiopathy, iron deficiency
Keratocytes	Surface blisters that rupture to form small hornlike extensions.	Iron deficiency, microangiopathy, liver disease
Burr cells (ovalo-echinocytes)	Elongate cells with spikes similar to a crenated cell	Feline liver disease, renal disease

B Maschinelle Untersuchung des Blutes -rote Blutbild

- **Hämatokritwert:**
 - prozentuale Anteil der zellulären Bestandteile am Gesamtblut
 - abhängig von dem Volumen und der Zahl der Erythrozyten
 - Einheit: % oder l/l (abgeleiteter Wert)

Tabelle 8.1: Typische Referenzbereiche für Erythrozyten-Parameter für verschiedene Gruppen erwachsener Pferde*

Parameter	Vollblut	Jagdpferd	Pony
Hkt (%)	40–46	35–40	33–37
Erythrozyten ($\times 10^{12}$ / l)	7,2–9,6	6,2–8,9	6,0–7,5
Hb (g / dl)	13,3–16,5	12,0–14,6	11,0–13,4
MCHC (g / dl)	34–36	34–36	33–36
MCV (fl)	48–58	45–57	44–55
MHC (pg)	14,1–18,1	15,1–19,3	16,17–19,3

*Angepasste Daten, die vom Clinical Pathology Diagnostic Service, Department of Clinical Veterinary Science der Universität Bristol zur Verfügung gestellt wurden.

B Maschinelle Untersuchung des Blutes -rote Blutbild

- **Hämoglobin:**

Beladung des Erythrozyten mit Hämoglobin

- Einheit: g/dl oder mmol/l (Messung)

Erythrozytenzahl:

- Einheit $10^{12}/l$ (Messung)

Tabelle 8.1: Typische Referenzbereiche für Erythrozyten-Parameter für verschiedene Gruppen erwachsener Pferde*

Parameter	Vollblut	Jagdpony	Pony
Hkt (%)	40–46	35–40	33–37
Erythrozyten ($\times 10^{12} / l$)	7,2–9,6	6,2–8,9	6,0–7,5
Hb (g / dl)	13,3–16,5	12,0–14,6	11,0–13,4
MCHC (g / dl)	34–36	34–36	33–36
MCV (fl)	48–58	45–57	44–55
MHC (pg)	14,1–18,1	15,1–19,3	16,17–19,3

*Angepasste Daten, die vom Clinical Pathology Diagnostic Service, Department of Clinical Veterinary Science der Universität Bristol zur Verfügung gestellt wurden.

Untersuchung des roten Blutbildes

- **Erythrozytenindices:**

MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration (mittlere Hämoglobinkonzentration aller Erythrozyten)

Einheit: g/dl oder mmol/l (abgeleiteter Wert)

$$\text{MCHC} = \frac{\text{Hb} \times 100}{\text{Hkt}}$$

Spezies	MCHC-Konzentration	
	g/dl	mmol/l
Hund	32–36	20–22
Katze	31–36	20–23
Pferd	31–36	19–22
Rind	31–34	19–21
Schaf	29–34	18–21
Ziege	28–31	17–19
Schwein	30–35	19–22

Quelle: Klinische Labordiagnostik, 7. Auflage, Kraft/Dürr

Untersuchung des roten Blutbildes

MCH: mean corpuscular (Hämoglobingehalt des Einzelerythrozyten) hemoglobin

Einheit: pg oder fmol (abgeleiteter Wert)

$$\text{MCH oder HbE} \frac{[\text{pg}]}{=} \frac{\text{Hb [g/dl} \times 10]}{\text{Erythrozytenzahl [10}^6\text{/ml]}}$$

oder

$$\text{MCH oder HbE} \frac{[\text{fmol}]}{=} \frac{\text{Hb [mmol/l]}}{\text{Erythrozytenzahl [T/l]}}$$

Spezies	MCH bzw. HbE	
	pg	fmol
Hund	21–27	1,3–1,7
Katze	13–16	0,8–0,9
Pferd	13–19	0,8–1,2
Rind	11–17	0,7–1,0
Schaf	13–14	0,8–0,9
Ziege	8–9	0,5–0,6
Schwein	17–21	1,0–1,3

Untersuchung des roten Blutbildes

MCV: mean corpuscular volume (mittlere Volumen der Erythrozyten)

Einheit: μm^3 oder fl (Messung)

$$\text{MCV} = \frac{\text{Hkt} \times 10}{\text{Erythrozytenzahl}}$$

Spezies	MCV	
	μm^3	fl
Hund	60–77	60–77
Katze	40–55	40–55
Pferd	37–55	37–55
Rind	46–65	46–65
Schaf	34–46	34–46
Ziege	25–31	25–31
Schwein	50–65	50–65

Quelle: Klinische Labordiagnostik, 7. Auflage, Kraft/Dürr



Erkrankungen - Erythrozyten

Anämien

Ursache:

- Blutverlust (akut, chronisch)
- Hämolyse (selten infektiös: Staphylokokken, Clostridien, Leptospirose, Infektiöse Anämie (A), Ehrlichiose, Babesiose)
(in D hfg. immunvermittelte hämolytische Anämie)



Erkrankungen - Erythrozyten

Anämien

Ursache:

- Erythrozytenbildungsstörung (häufig)
 - Chronisch entzündliche Erkrankungen
 - Ernährungsbedingte oder andere Mangelerkrankungen
 - Neoplasien
 - Toxizität

Erythrozytose (Polyzythämie)

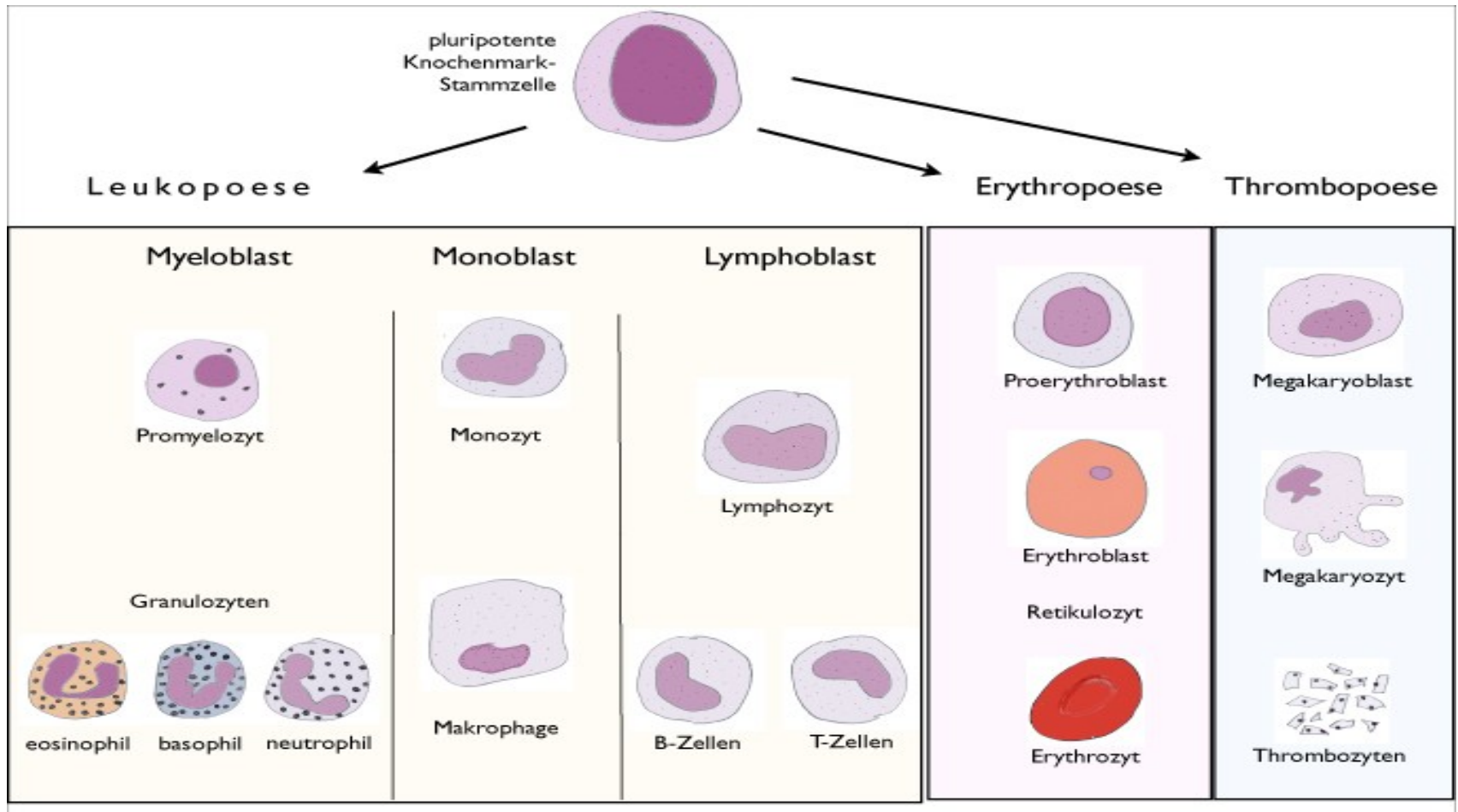
Primäre absolute Erythrozytose:

- Myeloproliferative Erkrankung von Erythrozytenvorläufern im Knochenmark

Sekundäre absolute Erythrozytose

- Nicht myeloproliferative Erkrankung als Ergebnis einer gesteigerten Produktion von Erythropoetin
- Reaktion auf chronisch erniedrigten Sauerstoffspiegel im Gewebe
- paraneoplastisches Syndrom (Nierenzellkarzinom)

Das Knochenmark- der unendliche Pool neuer Zellen



Quelle: Wikipedia

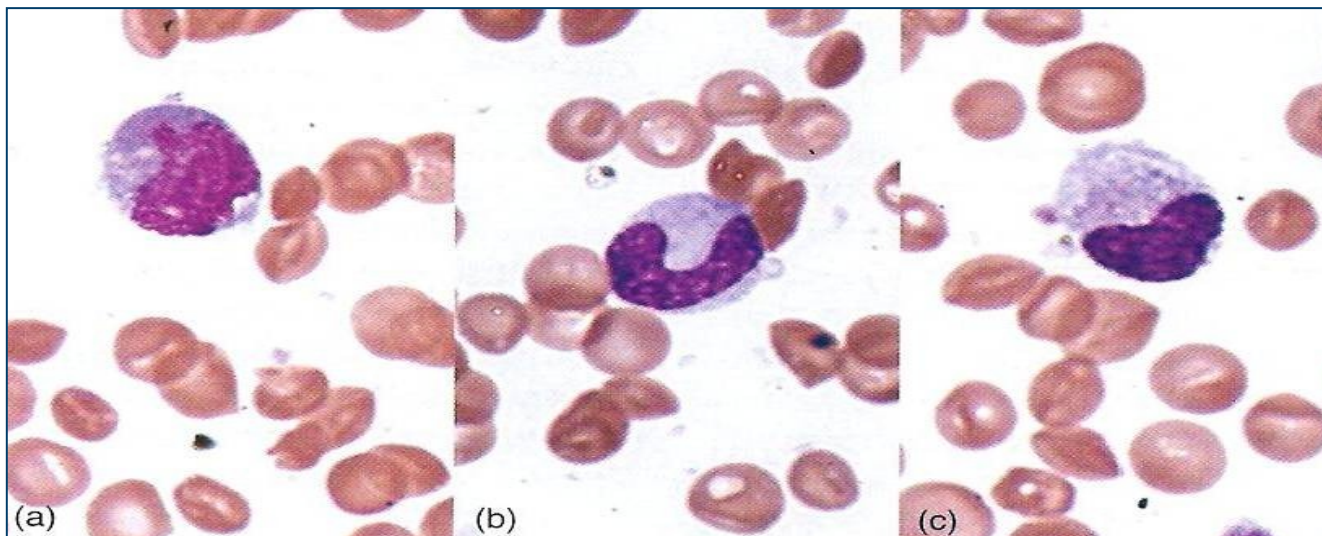


Vorstellung der einzelnen Blutzellen- Monozyten- **Aufgaben**

Bezeichnung von Gewebemakrophagen in unterschiedlichen Geweben

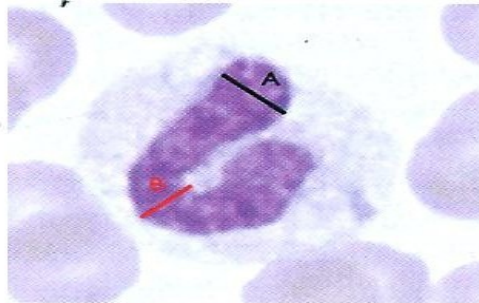
- Kupfersche Sternzellen (Leber)
- Alveolarmakrophagen (Lunge)
- Mikro-Gliazellen (Nervensystem)
- Mesangialzellen (Niere)

Unterscheidung Monozyt, stabkerniger Granulozyt und Metamyelozyt

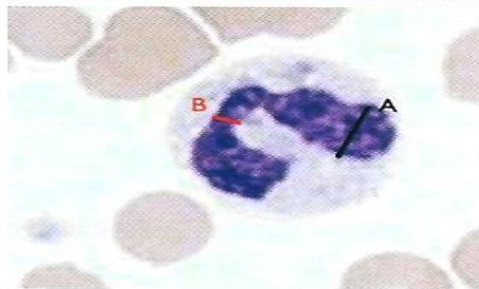


a) Monocyte. b) Band neutrophil. c) Metamyelocyte

Unterscheidung segmentkerniger und stabkerniger neutrophiler Granulozyt im Blutausstrich



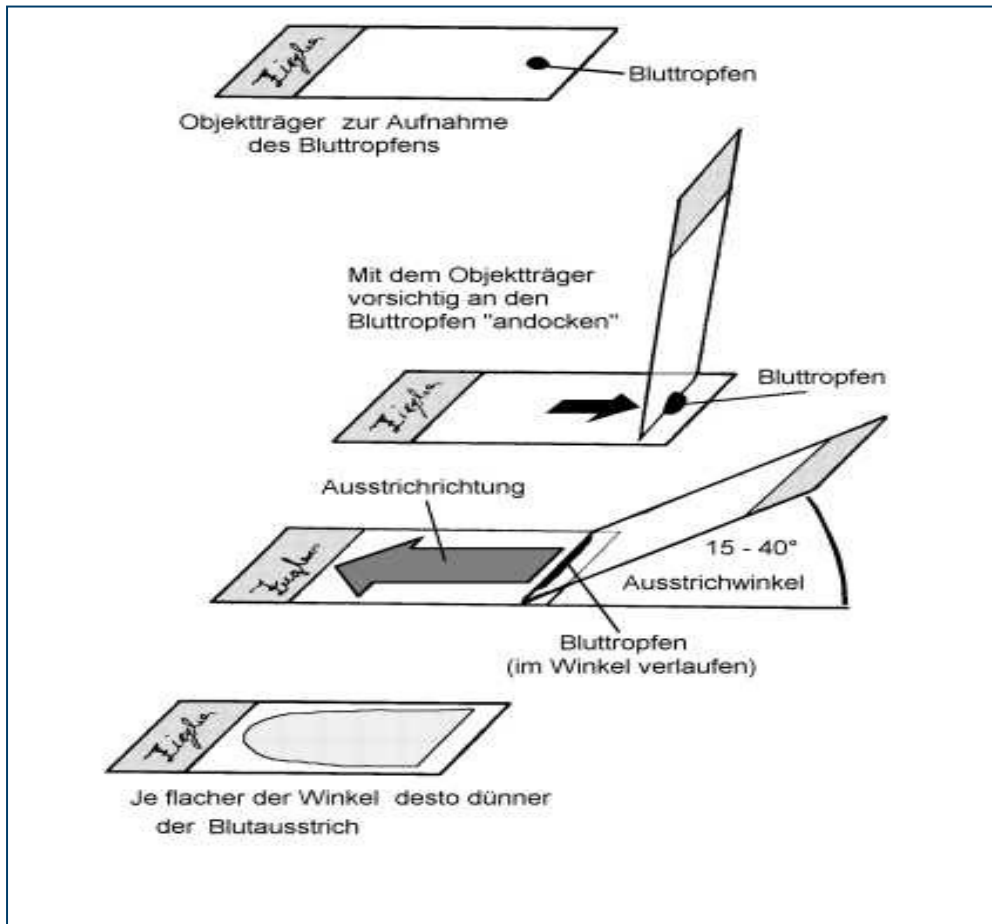
Band comparing the widest part of the nucleus (A) to the thinnest part of the nucleus (B): Line B is longer than $1/2$ of line A



Neutrophil comparing the widest part of the nucleus (A) to the thinnest part of the nucleus (B): Line B is shorter than $1/2$ of line A

Figure 4.14. A method for defining the band neutrophil.

Zählung der Blutzellen- Anfertigung eines Blutausstriches



- Objektträger beschriften
- EDTA- Blut
- Objektträger zum Ausstreichen
- Lufttrocknen
- Schnellfärbung (z.B. Diff Quick bestehend aus Fixans, eosinopiler und basophiler Färbelösung)

Zählung der Blutzellen

- Mäanderförmig
- Nicht in der Fahne
- Nicht an den Rändern
- 100 Zellen
- 100x Ölimmersion
- Monolayer
- Bereich: 50 % der Erythrozyten berühren sich

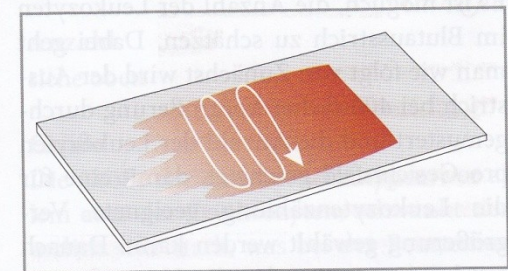


Abb. 11.16 Mäanderförmige Durchmusterung eines Blutausstrichs

Quelle: Klinische Labordiagnostik, 7.Auflage, Kraft/Dürr

Zählung der Blutzellen

Vollständiges weißes Blutbild besteht aus drei Messgrößen:

- Gesamtzahl der Leukozyten (Zellen/ μ l Blut)
- Relative Zahlen der Leukozyten (%-Zahl)
- Absolute Zahlen (Anzahl der einzelnen Zellpopulationen/ μ l Blut)

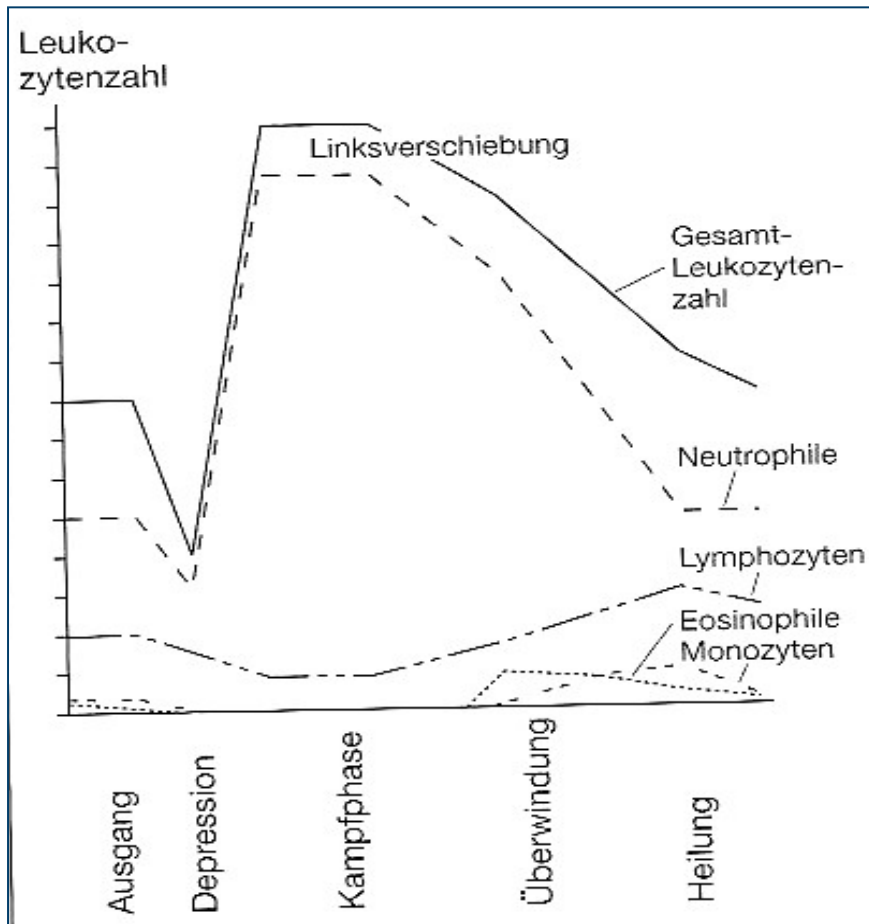
Pathologie der Blutzellen

Vermehrung		Verminderung
• Lymphozytose	←	Lymphzytopenie
• Monozytose	←	Monozytpenie
• Neutrophilie	←	Neutropenie
• Eosinophilie	←	Eosinopenie
• Basophilie	←	



Kernverschiebung

- Kernlinksverschiebung = vermehrt jugendliche stabkernige neutrophile Granulozyten
- Rechtsverschiebung = vermehrt überalterte stark segmentierte neutrophile Granulozyten (bei Kortisonbehandlung)



Ursache einer Linksverschiebung:

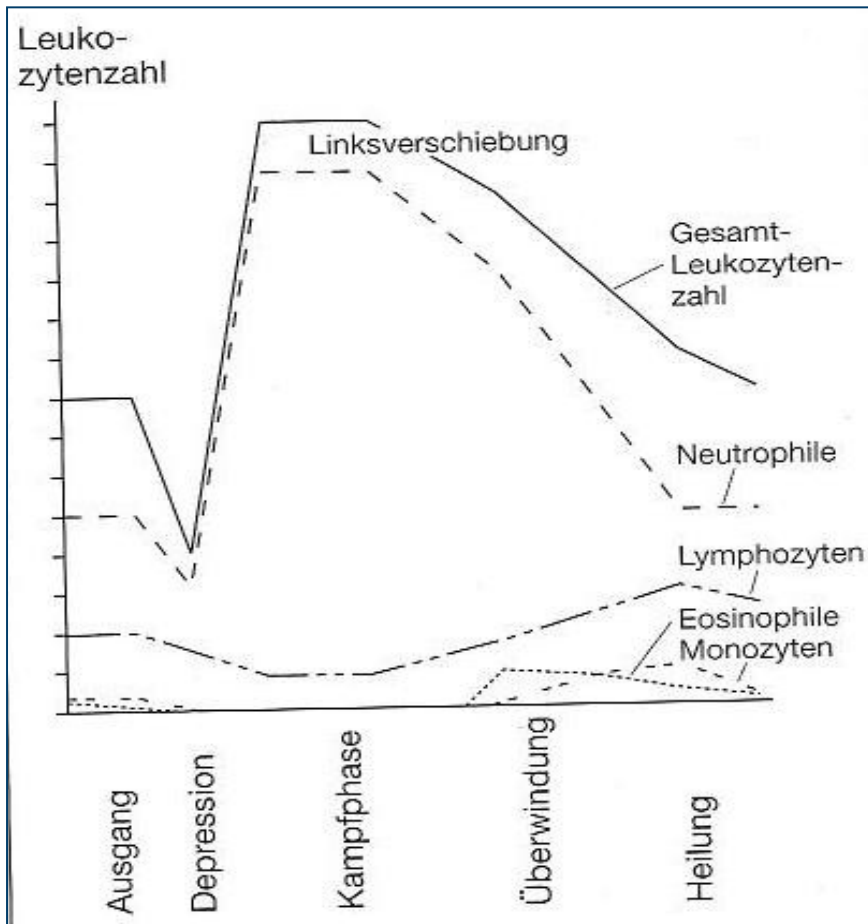
- toxische Zustände
- bakterielle Infektionen

Depressionsphase

- Verminderung aller Zellpopulationen

Kampfphase

- Zunahme der Gesamtleukozytenzahl
- Neutrophilie
- Absolute Eosinopenie
- Monozytopenie
- Relative Lymphozytopenie



Leukozytenkurve nach SCHILLING

Überwindungsphase

- Geprägt von Monozytose

Heilphase

- Mit Lymphozytose und Eosinophilie
- Rückkehr der neutrophilen Granulozyten zur Norm

Blutgerinnungsstörungen ☾ selten beim Pferd !

☾ Defekt im Gerinnungsmechanismus

- Vaskuläre Defekte
- Thrombozyten ☾ Thrombozytopenie (autoimmun, Bildungsstörung, infektionsbedingt)
- Gerinnungsfaktoren

Klinische Symptomatik

- Spontane Blutungen in Haut, Schleimhaut und Gelenke
- Nachbluten nach Op`s

