

3.2 **ERGEBNISSE**

3.2.1 AUSWERTUNG DER ROUTINEBESTIMMUNGEN

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Routinebestimmungen (Leukozytengesamtzahl, Differentialblutzellbild, Blutsenkungsreaktion, Hämatokrit, Gesamteiweiß, Albumin, Globuline und Fibrinogen) aufgeführt und besprochen.

Eine tabellarische Übersicht aller Mittelwerte und Standardabweichungen/Streufaktoren der Routinebestimmungen ist im Anhang (Tab. I) aufgeführt.

3.2.1.1 Leukozyten

Von allen Patienten wurden folgende Parameter ausgewertet: Anzahl der Gesamtleukozyten, Lymphozyten, Monozyten, segmentkernigen und stabkernigen neutrophile Granulozyten.

Eine Übersicht der geometrischen Mittelwerte (\bar{x}_g) und Streufaktoren (SF) ist in Tabelle 5 aufgeführt.

Bei den Werten können keine für den Kliniker relevanten Unterschiede zwischen den drei Gruppen ermittelt werden.

Zur Überprüfung von Zusammenhängen wurden Korrelationsfaktoren (KF) zwischen den Gesamtleukozyten und folgenden Parametern bestimmt: Gesamteiweiß in Serum und Plasma (direkt bestimmt), Albumin (direkt und mit SPE bestimmt), Globuline (direkt und mit SPE bestimmt) sowie Globulinfraktionen. Hierbei wurden alle Patienten einbezogen.

Klinisch relevante Korrelationsfaktoren ($r > 0,5$ bzw. $r < -0,5$) wurden nicht gefunden.

Eine tabellarische Übersicht der einzelnen Werte ist im Anhang (Tab. II) aufgeführt.

Tab. 5: Mittelwerte (\bar{x}_g) und Streufaktoren (SF) der Leukozytenzahlen

Parameter	Einheit	Gruppe	\bar{x}_g	SF
Gesamt-Leukozyten	$\times 10^9/l$	1	7,86	1,27
		2	9,40	1,63
		3	9,08	1,28
Lymphozyten	$\times 10^9/l$	1	2,27	1,56
		2	2,52	1,75
		3	2,76	1,48
Monozyten	$\times 10^9/l$	1	0,05	3,48
		2	0,07	4,10
		3	0,07	4,06
segmentkernige neutrophile Granulozyten	$\times 10^9/l$	1	5,03	1,43
		2	5,61	2,19
		3	5,59	1,44
stabkernige neutrophile Granulozyten	$\times 10^9/l$	1	0,16	1,19
		2	0,19	1,62
		3	0,16	1,29

Gruppe 1 = Kontrollgruppe

Gruppe 2 = Entzündungsgruppe

Gruppe 3 = Pferde mit COB

3.2.1.2 Blutsenkungsreaktion (BSR)

Abbildung 2 zeigt die Mittelwerte und Standardabweichungen der BSR der drei Gruppen. Gruppe 1 ($37,5 \pm 14,6$ mm/30min) und Gruppe 3 ($36,0 \pm 13,9$ mm/30min) unterscheiden sich nicht. Der Mittelwert von Gruppe 2 liegt mit $51,5 \pm 20,3$ mm/30min statistisch signifikant höher.

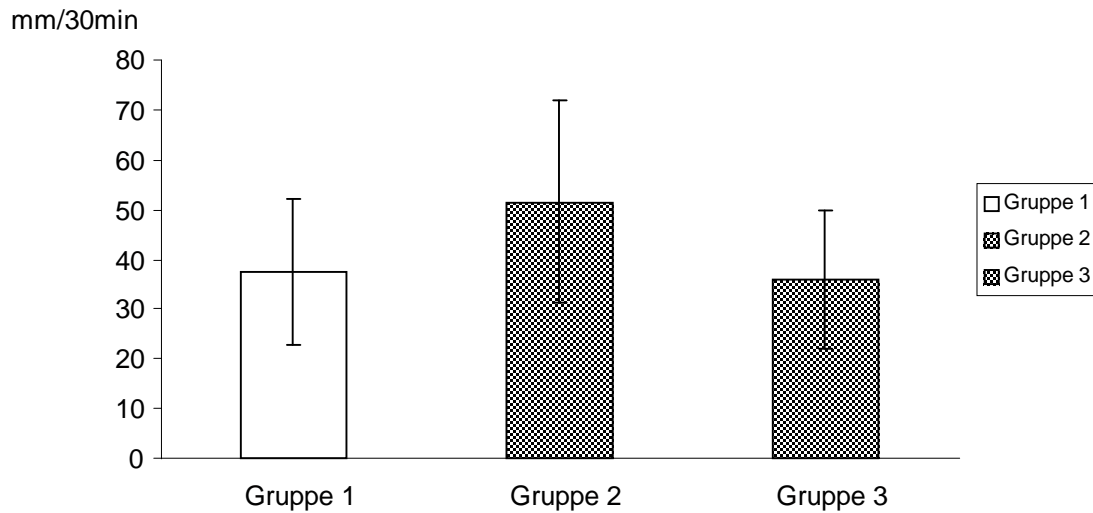


Abb. 2: Mittelwerte und Standardabweichungen ($\bar{x} \pm s$) der BSR

3.2.1.2.1 Einfluss der Rasse auf die BSR

Von HAMMERL (1982) wurde bei klinisch unauffälligen Pferden ein Einfluss der Rasse auf die Blutsenkungsreaktion (BSR) bei Durchführung der Standzylindermethode (und anderer Methoden) ermittelt. Dies wurde in der vorliegenden Untersuchung ebenfalls überprüft. Hierbei wurden nur die Patienten der Kontrollgruppe (Gruppe 1) einbezogen, um erkrankungsbedingte Ursachen als Einflussfaktoren auszuschließen.

Abbildung 3 zeigt Mittelwerte und Standardabweichungen der BSR unterschieden nach Rassen. Es lassen sich keine für den Kliniker relevante Unterschiede aufgrund verschiedener Rassen erkennen.

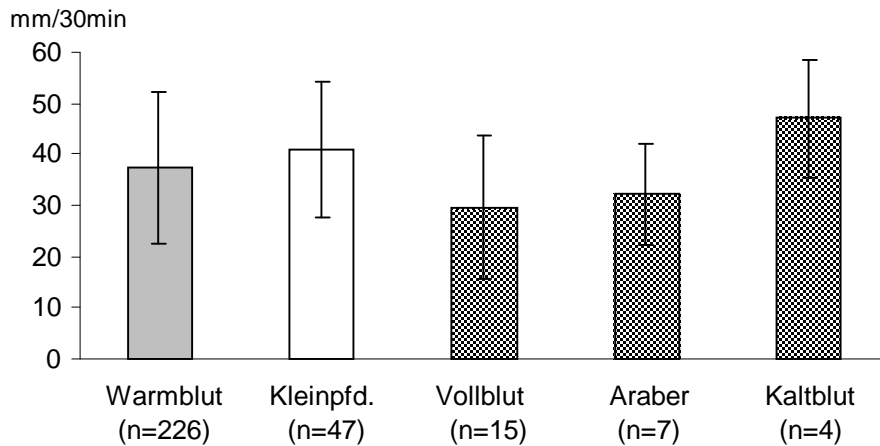


Abb. 3: Mittelwerte und Standardabweichungen ($\bar{x} \pm s$) der Blutsenkungsreaktion bei klinisch unauffälligen Pferden verschiedener Rassen

3.2.1.2.2 Zusammenhänge zwischen der BSR und ausgewählten Parametern

Von folgenden Parametern wurden Korrelationsfaktoren (KF) mit der BSR bestimmt, um mögliche Zusammenhänge aufzuzeigen: Hämatokrit, Gesamtleukozytenzahl, Gesamteiweiß in Serum und Plasma (direkt bestimmt), Fibrinogen, Albumin (direkt und mit SPE bestimmt), Globuline (direkt und mit SPE bestimmt) und Globulinfraktionen. Als mit Sicherheit nicht relevant wurden KF angesehen, bei denen $r < 0,5$ bzw. $r > -0,5$ waren. Aus diesem Grund werden im Folgenden nur KF von $r \geq 0,5$ bzw. $r \leq -0,5$ aufgeführt. Eine tabellarische Übersicht aller Korrelationsfaktoren ist im Anhang (Tab. III - V) aufgeführt.

Bei den Warmblütern ($n=360$ bzw. 251 bei SPE) ergeben sich für folgende Parameter in absteigender Folge statistisch signifikante Korrelationsfaktoren: Fibrinogen ($r= 0,62$) und Globuline ($r= 0,51$, direkt im Plasma gemessen).

Bei den Kleinpferden ($n=96$ bzw. 62 bei SPE) ergeben sich mehr möglicherweise klinisch relevante und statistisch signifikante Korrelationsfaktoren als bei den Warmblütern. In absteigender Reihenfolge trifft dies für folgende Parameter zu: Globuline ($r= 0,75$, durch SPE ermittelt und $r= 0,72$, direkt im Plasma gemessen), b-Globuline ($r= 0,68$), a-Globuline ($r= 0,64$), Gesamteiweiß in Plasma und Serum ($r= 0,63$ bzw. $r= 0,56$) und Fibrinogen ($r= 0,57$).

Die Gruppe der Vollblüter ist mit 22 Tieren (14 bei SPE) deutlich kleiner als die beiden vorherigen Gruppen. Gleichwohl sind auch hier mögliche klinisch relevante und statistisch signifikante Korrelationen zu berechnen, in absteigender Reihenfolge bei folgenden Parametern: Globuline ($r = 0,79$, durch SPE ermittelt), Fibrinogen ($r = 0,71$), b-Globuline ($r = 0,71$), Hämatokrit ($r = -0,65$), Gesamteiweiß in Plasma und Serum ($r = 0,63$ bzw. $r = 0,53$), Gesamtleukozyten ($r = 0,60$), a-Globuline ($r = 0,6$), Globuline ($r = 0,53$, direkt im Plasma gemessen) und Albumin ($r = -0,53$, durch SPE ermittelt).

Bei Arabern und Kaltblütern zeigen sich nur wenige klinisch eventuell relevante und statistisch signifikante Korrelationen der BSR mit den ausgewählten Parametern. Aufgrund der kleinen Anzahl an Patienten (je 7 Tiere pro Rasse) ließen sich keine statistisch signifikanten Korrelationen der BSR mit den elektrophoretisch ermittelten Fraktionen berechnen.

Bei den Arabern ($n=11$) bestehen unter Umständen klinisch relevante und statistisch signifikante Korrelationen zwischen der BSR und Fibrinogen ($r = 0,71$) und den im Plasma gemessenen Globulinen ($r = 0,73$).

Bei den Kaltblütern ($n=11$) finden sich möglicherweise relevante und statistisch signifikante Korrelationen zwischen der BSR und den Gesamtleukozyten ($r = 0,71$), dem Gesamteiweiß in Plasma und Serum ($r = 0,76$ bzw. $r = 0,65$) und den direkt im Plasma gemessenen Globulinen ($r = 0,71$).

3.2.1.3 Hämatokrit

Bei den Mittelwerten und Standardabweichungen des Hämatokrits ergeben sich keine für den Kliniker relevanten Unterschiede: $0,35 \pm 0,04$ l/l für Gruppe 1, $0,34 \pm 0,07$ l/l für Gruppe 2 und $0,38 \pm 0,04$ l/l für Gruppe 3.

3.2.1.4 Proteine

Die Mittelwerte und Standardabweichungen/Streufaktoren der im Folgenden näher beschriebenen Proteinfractionen sind zur Übersicht in den Abbildungen 4, 5 und 6 dargestellt.

3.2.1.4.1 Gesamteiweiß (GE)

Die Mittelwerte der Konzentrationen des GE im Serum und Plasma zeigen keine als klinisch relevant zu wertenden Unterschiede zwischen den drei Gruppen (Abb. 4).

Im Serum ergeben sich folgende Mittelwerte und Standardabweichungen: $58,0 \pm 5,7$ g/l für Gruppe 1; $59,4 \pm 11,0$ g/l für Gruppe 2 und $59,0 \pm 4,8$ g/l für Gruppe 3.

Im Plasma liegen die Werte bei $60,7 \pm 5,8$ g/l für Gruppe 1, $63,8 \pm 11,2$ g/l für Gruppe 2 und $61,7 \pm 5,1$ g/l für Gruppe 3.

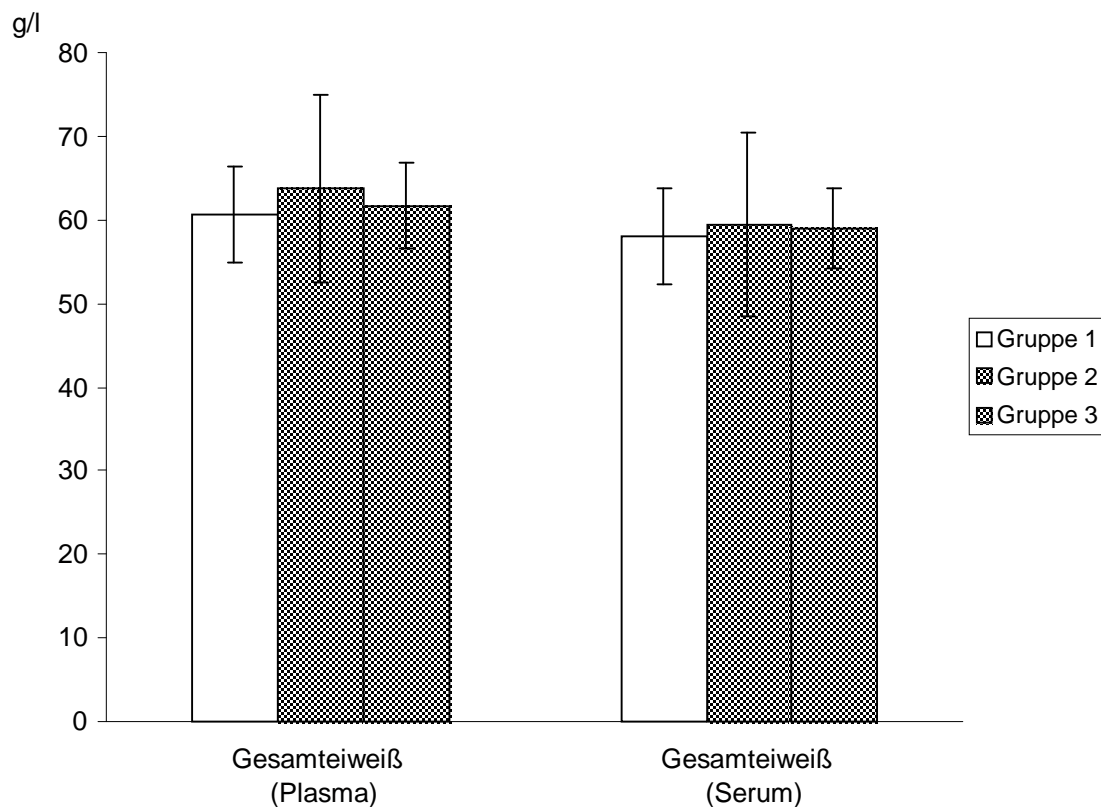


Abb. 4: Vergleich der Mittelwerte und Standardabweichungen ($\bar{x} \pm s$) der GE-konzentrationen der Gruppen 1 bis 3

3.2.1.4.2 Albumin

Im Vergleich der Gruppe 1 mit der Gruppe 3 finden sich bei den Mittelwerten und Standardabweichungen des direkt im Plasma bestimmten Albumins keine statistisch signifikanten Unterschiede. Die Werte betragen $33,7 \pm 3,3$ g/l für die Gruppe 1 und $33,7 \pm 2,9$ g/l für die Gruppe 3. Der Mittelwert der Gruppe 2 liegt trotz der größeren Standardabweichung mit $23,0 \pm 5,7$ g/l statistisch signifikant niedriger. Ein Vergleich der Werte von Gruppe 1 bis 3 ist in Abbildung 5 graphisch dargestellt.

3.2.1.4.3 Globuline

Auch bei den im Plasma errechneten Werten der Gesamtglobuline liegen die Mittelwerte und Streufaktoren der Gruppen 1 und 3 mit $26,4 \cdot 1,2^{\pm 1}$ g/l und $27,5 \cdot 1,2^{\pm 1}$ g/l im selben Bereich. Der Mittelwert der Gruppe 2 ist mit $32,1 \cdot 1,4^{\pm 1}$ g/l statistisch signifikant größer. Abbildung 5 zeigt den graphisch dargestellten Vergleich zwischen den Gruppen 1 bis 3.

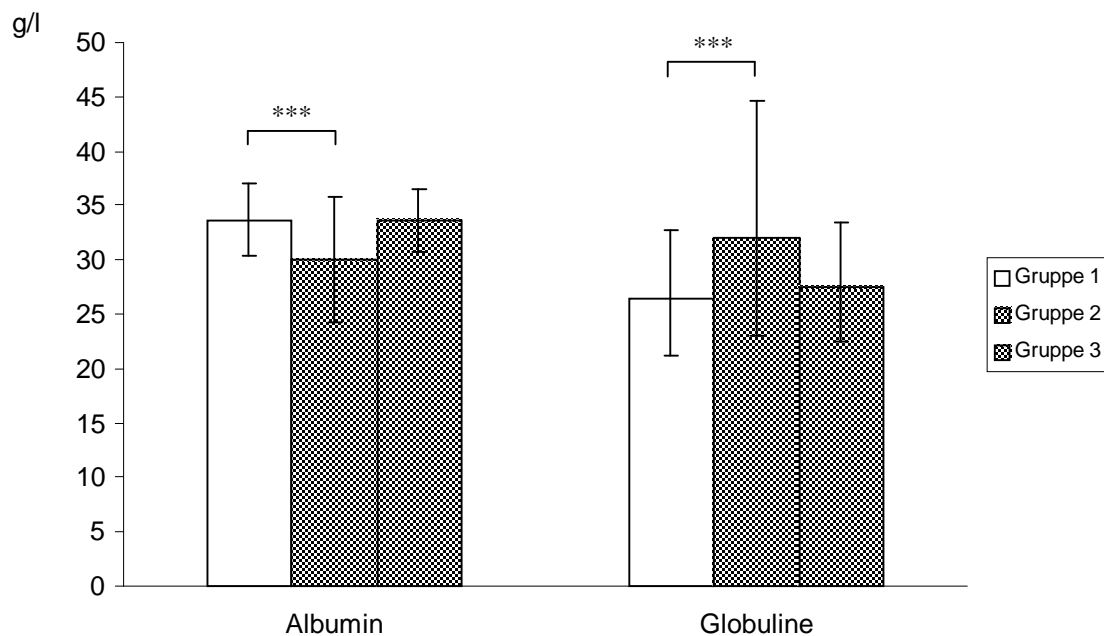


Abb. 5: Mittelwerte und Standardabweichungen/Streufaktoren von im Plasma gemessenem Albumin ($\bar{x} \pm s$) und Globulin ($\bar{x}_g \cdot SF^{\pm 1}$)

3.2.1.4.4 Fibrinogen

Ebenso wie bei den anderen Proteinen unterscheiden sich Mittelwerte und Streufaktoren des Fibrinogen zwischen Gruppe 1 ($2,5 \cdot 1,3^{\pm 1}$ g/l) und Gruppe 3 ($2,6 \cdot 1,3^{\pm 1}$ g/l) nicht voneinander. Der Mittelwert von Gruppe 2 liegt mit $4,0 \cdot 1,5^{\pm 1}$ g/l statistisch signifikant höher.

Die Werte sind zur besseren Übersicht in Abbildung 6 graphisch dargestellt.

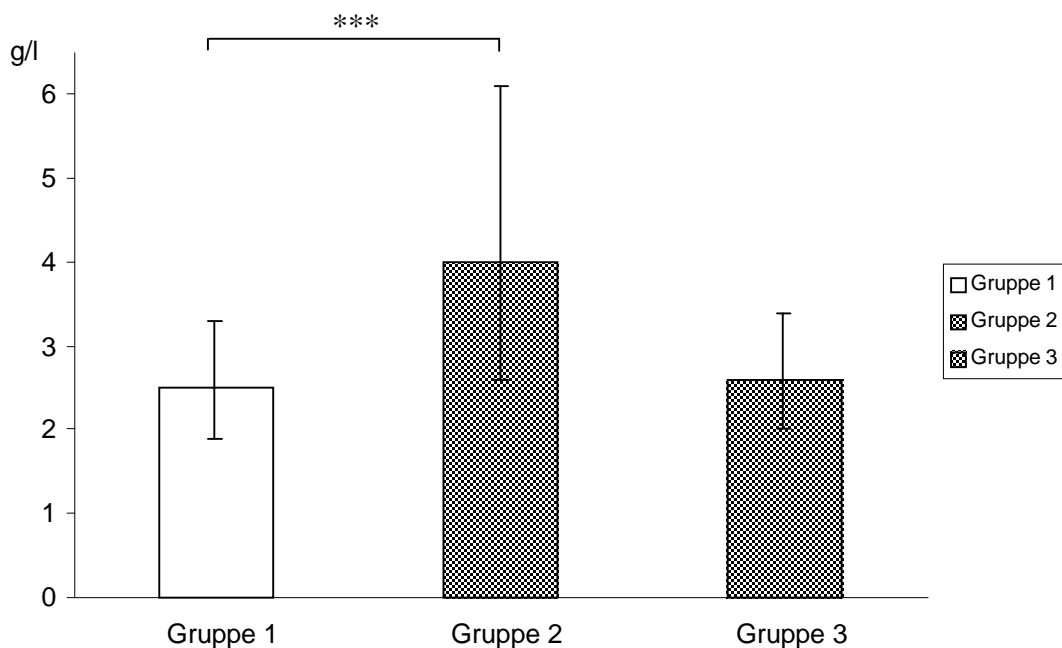


Abb. 6: Mittelwerte und Streufaktoren des Fibrinogens ($\bar{x}_g \cdot SF^{\pm 1}$)

Zwischen Fibrinogenkonzentration und folgenden Parametern wurden Korrelationsfaktoren berechnet: Gesamtleukozytenzahl, Gesamteiweiß in Serum und Plasma (direkt bestimmt), Albumin (direkt und mit SPE bestimmt), Globuline (direkt und mit SPE bestimmt) und Globulinfraktionen.

Für den Kliniker möglicherweise relevante und statistisch signifikante Korrelationen ergeben sich lediglich für die mittels SPE gemessenen absoluten Konzentrationen der a_{gesamt} -Globuline ($r=0,53$) und der a_2 -Globuline ($r=0,65$). Eine tabellarische Übersicht aller signifikanten Korrelationsfaktoren befindet sich im Anhang (Tab.VI).

3.2.2 AUSWERTUNG DER SERUMPROTEINELEKTROPHORESEN

Um eine möglichst objektive Beurteilung der Fraktionseinteilung zu ermöglichen, wurden die Elektropherogramme aller 341 Pferde anonym, d.h. ohne Angaben über Besitzer, Pferdenamen oder Gesundheitszustand, von der Autorin innerhalb von 2 Tagen ausgewertet.

3.2.2.1 Einteilung der Fraktionen

Abbildung 7 zeigt die in der vorliegenden Untersuchung durchgeführte Einteilung der Proteinfractionen anhand eines Elektropherogramms eines klinisch unauffälligen Pferdes. Die an der kathodalen Seite des Albuminpeaks vorhandene „Schulter“ (siehe auch 2.3.2.1) wurde den α_1 -Globulinen zugerechnet. Für dieses Beispiel ergaben sich folgende prozentuale Anteile der Proteinfractionen: Albumin 54,6 %, α -Globuline 13,6 % ($\alpha_1=6,8$ bzw. $\alpha_2=6,8$ %), β -Globuline 18,2 % ($\beta_1=9,1$ bzw. $\beta_2=9,1$ %) und γ -Globuline 13,6 %.

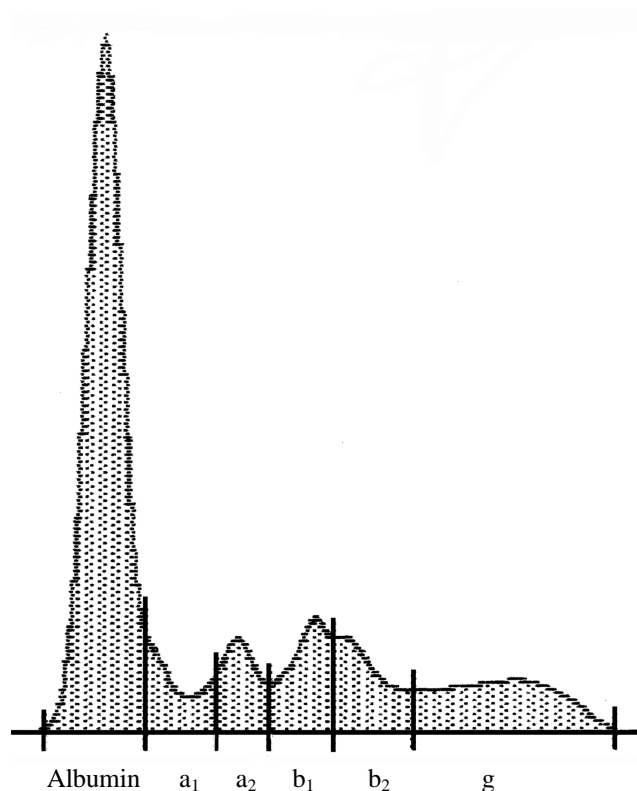


Abb. 7: Elektropherogramm eines klinisch unauffälligen Pferdes

Durch rechnerische Aufteilung des gemessenen Gesamteiweißes von 58,9 g/l ergeben sich folgende Absolutwerte der Fraktionen: Albumin 32,2 g/l, a-Globuline 8 g/l ($a_1=4$ bzw. $a_2=4$ g/l), b-Globuline 10,8 g/l ($b_1=5,4$ bzw. $b_2=5,4$ g/l) und g-Globuline 8 g/l.

Die „Schulter“ war eindeutig bei 272 der 341 Elektropherogramme zu erkennen, in den übrigen 69 Fällen war sie nur sehr geringgradig ausgeprägt, sodass eine eindeutige Unterscheidung in Albumin und a_1 -Globulin schwierig war. Gleichwohl wurde der Beginn der a_1 -Fraktion immer an den kathodalen Schenkel des Albuminpeaks gesetzt. Die geringe Ausprägung der „Schulter“ fand sich in allen drei Patientengruppen. Ein Beispiel für die undeutliche Ausprägung ist in Abbildung 8 zu sehen.

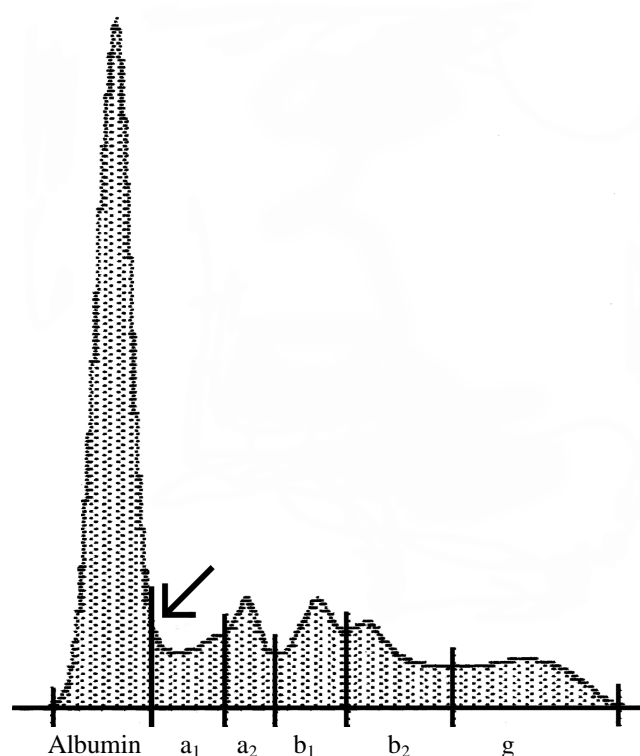


Abb. 8: Elektropherogramm mit undeutlich ausgeprägter Schulter am Albumin

Eine weitere Schwierigkeit zeigte sich in der Differenzierung der b_2 -Fraktion. Sie ließ sich bei 181 der 341 Elektropherogramme eindeutig differenzieren. Elektropherogramme mit undeutlicher b_2 -Fraktion fanden sich in allen drei Patientengruppen, jedoch deutlich seltener in der Gruppe 2. Ein Beispiel für eine schlecht ausgeprägte b_2 -Fraktion ist in Abbildung 9 zu sehen.

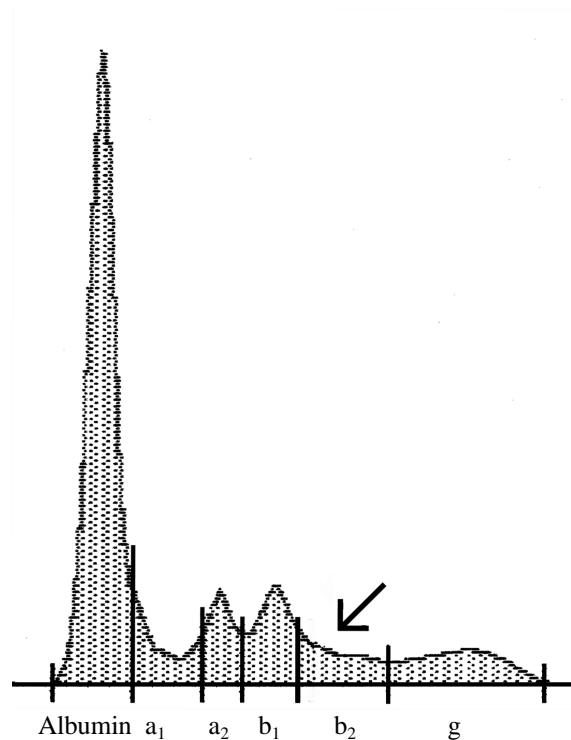


Abb. 9: Elektropherogramm mit undeutlich ausgeprägter b_2 -Fraktion

Insgesamt waren bei 28 der 341 Elektropherogramme sowohl „Schulter“ als auch b_2 -Fraktion schwierig zu differenzieren. Hierbei gehörten 20 Pferde zu Gruppe 1 und jeweils 4 Pferde zu Gruppe 2 bzw. 3. Es war kein Einfluss von Alter und/oder Geschlecht festzustellen. 24 der Pferde waren Warmblüter, 4 Pferde gehören zur Gruppe der Kleinpferde.

3.2.2.2 Beispiele für veränderte Elektropherogramme

Elektropherogramme mit besonders auffälligen Veränderungen des Kurvenverlaufs fanden sich ausschließlich in der Gruppe 2. Ein Vergleich der prozentualen und absoluten Aufteilung der Proteinfractionen aller folgenden 7 Beispiele ist in den Tabellen 6 und 7 (S. 74 und 75) aufgeführt.

Abbildung 10 zeigt das Elektropherogramm eines 1-jährigen Kleinpferdhengstes mit larvaler Cyathostominose. Das Gesamteiweiß betrug im Serum 70,2 g/l. Die elektrophoretisch ermittelte Albuminkonzentration ist mit 10,7 g/l deutlich erniedrigt. Die Konzentrationen der Globuline betragen: a-Globuline 14,4 g/l, b-Globuline 33,6 g/l und g-Globuline 11,5 g/l. Im Vergleich mit den Globulinkonzentrationen eines klinisch unauffälligen Pferdes (siehe 3.2.2.1) sind v.a. die Erhöhung der Konzentrationen der a- und b-Globuline auffallend.

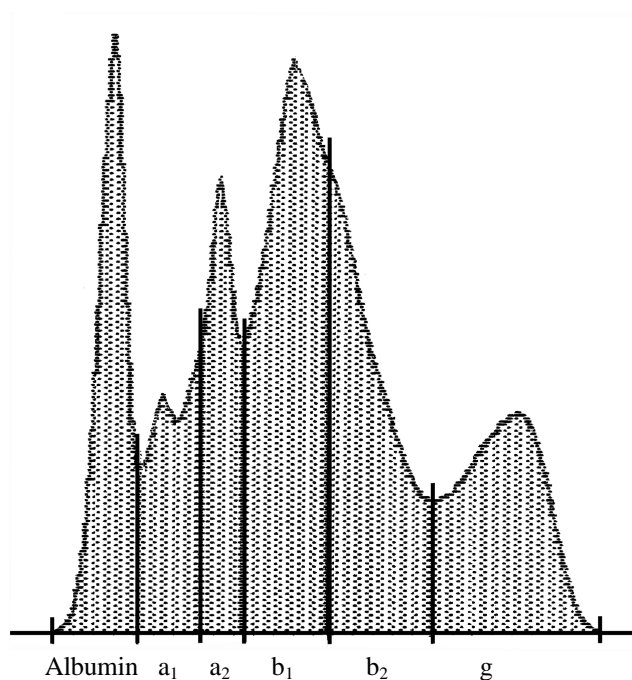


Abb. 10: Elektropherogramm eines Pferdes mit larvaler Cyathostominose

Abbildung 11 zeigt das Elektropherogramm einer 3-jährigen Kleinpferdstute mit akuter Enteritis unbekannter Ursache. Das Gesamteiweiß im Serum betrug 64,7 g/l. Wie im vorherigen Fall ist auch hier die Albuminkonzentration mit 19,8 g/l deutlich

herabgesetzt. Die Konzentrationen der Globuline betragen 13,0 g/l a-Globuline, 26,0 g/l b-Globuline und 5,8 g/l g-Globuline. Auch hier auffallend ist die deutliche Erhöhung der a- und b-Globuline.

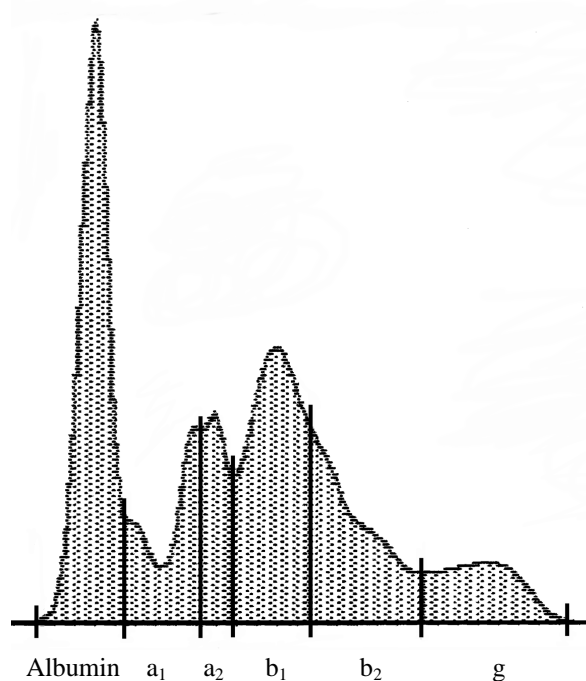


Abb. 11: Elektropherogramm eines Pferdes mit akuter Enteritis

Auch bakterielle Infektionen beispielsweise mit *Streptococcus equi* subsp. *equi* führen zu Veränderungen des Elektropherogramms beim Pferd. In den Abbildungen 12 und 13 sind die Elektropherogramme zweier Pferde aufgezeigt, bei denen dieser Keim als Erkrankungsursache nachgewiesen werden konnte. Abbildung 12 zeigt das Beispiel eines akut druseerkrankten Pferdes. Bei dem anderen Pferd konnte ein seit längerem bestehender Druseabszess diagnostiziert werden.

Das Elektropherogramm aus Abbildung 12 stammt von einem 2-jährigen Warmblutwallach. Das Gesamteiweiß betrug im Serum 69,0 g/l, die errechnete Albuminkonzentration liegt bei 25,6 g/l. Die Konzentrationen der Globuline betragen: a-Globuline 13,6 g/l, b-Globuline 18,4 g/l und g-Globuline 11,5 g/l.

Abbildung 13 zeigt das Elektropherogramm eines 18-jährigen Warmblutwallaches mit einem Druseabszess. Das Gesamteiweiß betrug 92,9 g/l. Die elektrophoretisch

ermittelten Eiweißkonzentrationen ergeben: 22,2 g/l Albumin, 12,1 g/l a-Globuline, 31,3 g/l b-Globuline und 27,4 g/l g-Globuline.

In beiden Fällen wiederum auffallend die deutliche Erhöhung der Konzentrationen der a- und b-Globuline. Im zweiten Fall zeigt sich jedoch auch eine deutliche Erhöhung der g-Globuline.

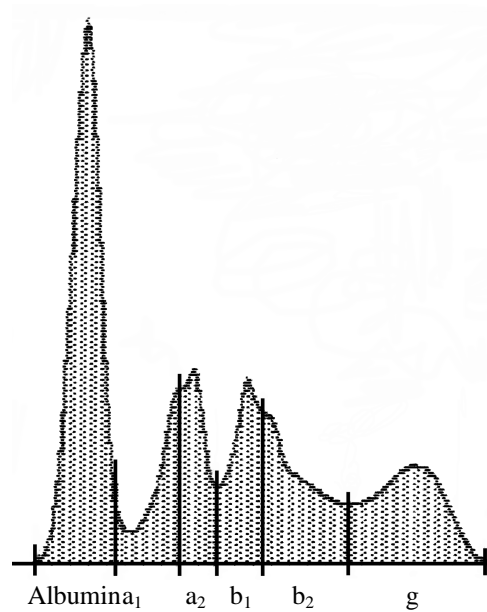


Abb. 12: Elektropherogramm eines Pferdes mit akuter Druse

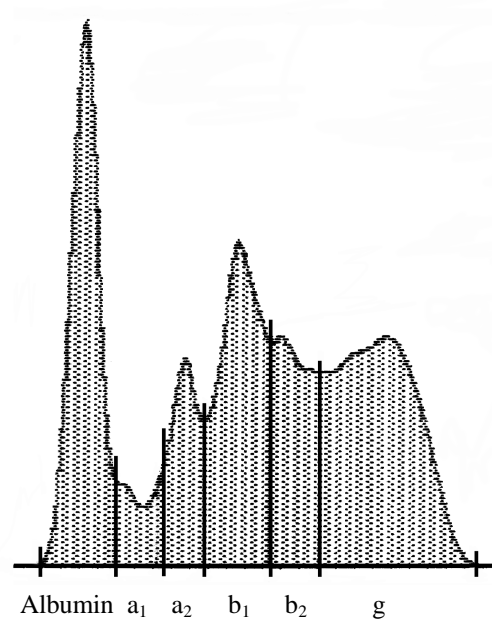


Abb. 13: Elektropherogramm eines Pferdes mit Druseabszess

Abbildung 14 zeigt ein weiteres Beispiel für Veränderungen des Elektropherogramms bei bakteriellen Infektionen des Pferdes. Es handelt sich um eine 6-jährige Ponystute mit eitrig abszedierender Dermatitis. Das Gesamteiweiß betrug 65,1 g/l. Die Serumproteinelektrophorese (SPE) ergibt für die einzelnen Fraktionen folgende Werte: Albumin 23,6 g/l, a-Globuline 10,4 g/l, b-Globuline 21,7 g/l und g-Globuline 9,4 g/l. Wie in den bisher gezeigten Beispielen liegt auch in diesem Falle eine Erhöhung der a- und b-Globuline vor.

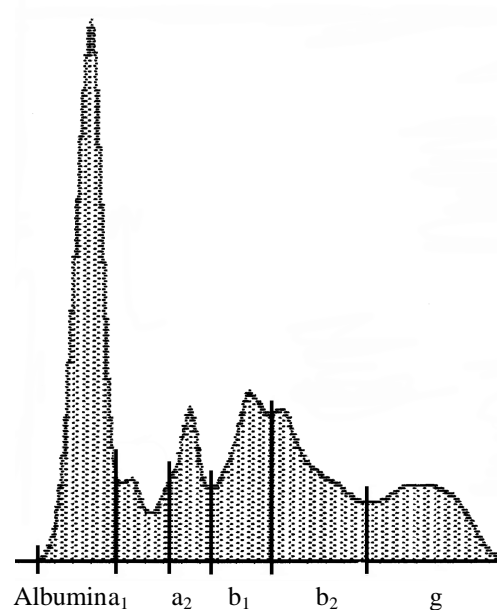


Abb. 14: Elektropherogramm eines Pferdes mit eitrig abszedierender Dermatitis

Auch bei viralen Infektionen zeigten sich Veränderungen des Elektropherogramms beim Pferd, wenngleich die Erhöhung der Globuline nicht so ausgeprägt war, wie in den oben aufgezeigten Beispielen bakterieller Infektionen.

Abbildung 15 zeigt das Elektropherogramm eines 3-jährigen Warmblutwallaches mit akuter nichteitriger, vermutlich viral bedingter, hochgradiger Laryngitis. Das Gesamteiweiß betrug 68,1 g/l. Aus der SPE errechnet ergeben sich folgende Werte für die Proteinfractionen: Albumin 29,5 g/l, a-Globuline 13,1 g/l, b-Globuline 17,4 g/l und g-Globuline 8,1 g/l. Diese Werte zeigen, dass auch bei viralen Infektionen eine Erhöhung der a- und b-Globuline beobachtet werden kann.

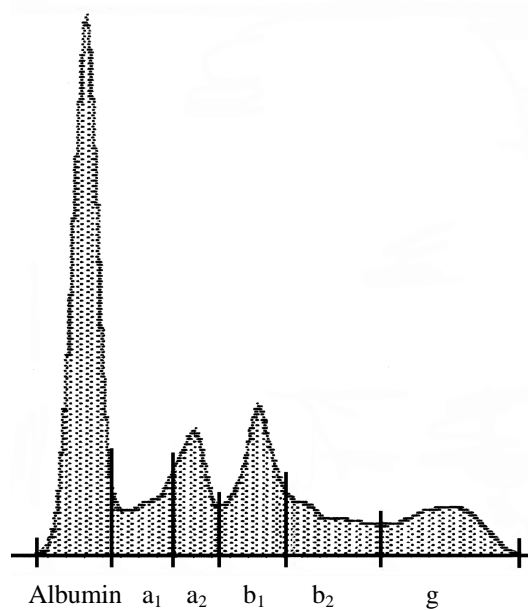


Abb. 15: Elektropherogramm eines Pferdes mit nichteitriger hochgradiger Laryngitis

Das letzte Beispiel zeigt in Abbildung 16 das Elektropherogramm einer 18-jährigen Warmblutstute mit einem Plattenepithelkarzinom im Magen. Das Gesamteiweiß lag bei 53,9 g/l. Die SPE ergibt folgende Konzentrationen der Proteinfractionen: Albumin 19,6 g/l, a-Globuline 13,4 g/l, b-Globuline 13,9 g/l und g-Globuline 7,0 g/l. Im Vergleich mit den Werten eines klinisch unauffälligen Pferdes (3.2.2.1) zeigt sich die Erniedrigung der Albuminkonzentration und erneut die Erhöhung der a- und b-Globuline.

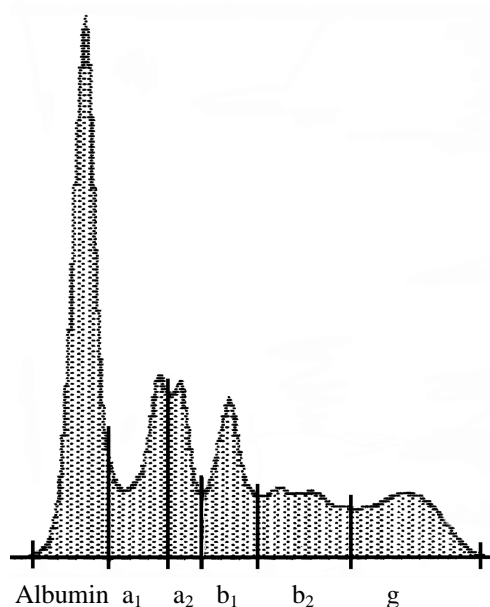


Abb. 16: Elektropherogramm eines Pferdes mit Plattenepithelkarzinom des Magens

In Tabelle 6 und 7 sind die prozentualen und absoluten Aufteilungen der Proteinfractionen der Elektropherogramme aus den Beispielen der Abbildungen 10 bis 16 wiedergegeben. Zum Vergleich sind in der jeweils ersten Zeile die Werte eines klinisch unauffälligen Pferdes (aus Abb. 7, S. 66) aufgeführt. Bei allen Beispielfällen ist das Albumin prozentual und absolut zumeist deutlich erniedrigt. Die a-Globuline sind mäßig bis deutlich erhöht, bei den b-Globulinen sind sehr umfangreiche Zunahmen der Konzentrationen in den Beispielen zu erkennen. Die g-Globuline unterscheiden sich bis auf das Elektropherogramm aus Abb. 13, dessen prozentualer und absoluter Anteil deutlich größer ist, kaum zu dem Wert eines klinisch unauffälligen Pferdes.

Tab. 6: Prozentuale Hauptproteinfractionen der Beispielfälle aus Kapitel 3.2.2.2
zum Vergleich in der ersten Zeile die Ergebnisse bei einem klinisch unauffälligen Pferd

Beispiel (Abb.)	Albumin		a _{gesamt}		b _{gesamt}		g	
	%	g/l	%	g/l	%	g/l	%	g/l
7 ¹	54,6	32,2	13,2	8,0	18,2	10,8	13,6	8,0
10 ²	15,2	10,7	20,5	14,4	47,9	33,6	16,4	11,5
11 ³	30,6	19,8	20,1	13,0	40,3	26,0	8,9	5,8
12 ⁴	37,1	25,6	19,7	13,6	26,6	18,4	16,6	11,5
13 ⁵	23,9	22,2	13,0	12,1	33,7	31,3	29,5	27,4
14 ⁶	36,2	23,6	16,0	10,4	33,3	21,7	14,5	9,4
15 ⁷	43,3	29,5	19,2	13,1	25,6	17,4	11,9	8,1
16 ⁸	36,4	19,6	24,8	13,4	25,7	13,9	13,0	7,0

¹ = klinisch unauffällig

² = Cyathostominose

³ = Enteritis

⁴ = Druse

⁵ = Abszess

⁶ = Dermatitis

⁷ = Laryngitis

⁸ = Plattenepithelkarzinom

Tabelle 7 zeigt die prozentualen und absoluten Werte der Unterfraktionen der a- und b-Globuline. Alle Unterfraktionen sind im Vergleich zu einem klinisch unauffälligen Tier prozentual und absolut erhöht. Besonders deutliche Zunahmen zeigen die b₁- und die b₂-Globuline.

Tab. 7: Prozentuale Unterfraktionen der Beispielfälle aus Kapitel 3.2.2.2
zum Vergleich in der ersten Zeile die Ergebnisse bei einem klinisch unauffälligen Pferd

Beispiel (Abb.)	a ₁		a ₂		b ₁		b ₂	
	%	g/l	%	g/l	%	g/l	%	g/l
7 ¹	6,8	4,0	6,8	4,0	9,1	5,4	9,1	5,4
10 ²	9,8	6,9	10,7	7,5	27,8	19,5	20,1	14,1
11 ³	11,8	7,6	8,3	5,4	24,7	16,0	15,6	10,1
12 ⁴	9,9	6,8	9,8	6,8	12,4	8,6	14,2	9,8
13 ⁵	3,8	3,5	9,2	8,5	20,8	19,3	12,9	12,0
14 ⁶	7,5	4,9	8,5	5,5	15,2	9,9	18,1	11,8
15 ⁷	9,0	6,1	10,2	6,9	17,0	11,6	8,6	5,9
16 ⁸	15,1	8,1	9,7	5,2	12,9	7,0	12,8	6,9

¹ = klinisch unauffällig

² = Cyathostominose

³ = Enteritis

⁴ = Druse

⁵ = Abszess

⁶ = Dermatitis

⁷ = Laryngitis

⁸ = Plattenepithelkarzinom

Es sei betont, dass es sich bei den obenstehenden Elektropherogrammen lediglich um eine kleine Auswahl aus den 341 durchgeführten Elektrophoresen handelt. Es wird jedoch deutlich, dass sich aus Veränderungen des Elektropherogramms keine spezifischen Diagnosen ableiten lassen. Es lässt sich lediglich feststellen, dass eine akute bis chronische Entzündungsreaktion im Organismus des Pferdes abläuft.

3.2.2.3 Gruppenunterschiede bezüglich der elektrophoretisch bestimmten Parameter

Der Vergleich von Mittelwerten und Standardabweichungen/Streufaktoren ($\bar{x} \pm s$; bzw. $\bar{x}_g \cdot SF^{\pm 1}$) der elektrophoretisch gemessenen Parameter zeigt nur wenige für den Kliniker relevante Unterschiede zwischen den drei Gruppen. Die Gruppen 1 (n=202) und 3 (n=63) unterscheiden sich praktisch nicht voneinander. Differenzen zeigen sich wiederum bei der Gruppe 2 (n=76), die Abbildungen 17, 18 und 19 zeigen die Unterschiede graphisch dargestellt. Der besseren Übersicht halber sind im Folgenden jeweils nur die Mittelwerte und Standardabweichungen/Streufaktoren der absoluten Konzentrationen genannt. Die prozentualen Werte zeigen jedoch die gleichen Unterschiede zwischen den Gruppen wie die absoluten. Eine tabellarische Übersicht aller prozentualen und absoluten Werte findet sich im Anhang (Tab. II und III).

3.2.2.3.1 Albumin

Der Mittelwert der Albuminkonzentration der Gruppe 1 beträgt $31,3 \pm 2,6$ g/l. Für die Gruppe 2 ergibt sich mit $26,1 \pm 6,2$ g/l ein niedrigerer Wert, die Gruppe 3 ($30,5 \pm 2,7$ g/l) unterscheidet sich nicht zur Gruppe 1. Eine graphische Darstellung der Werte ist in Abbildung 17 gezeigt.

3.2.2.3.2 Gesamtglobuline

Die Gruppen 1 ($26,4 \cdot 1,2^{\pm 1}$ g/l) und 3 ($28,4 \cdot 1,2^{\pm 1}$ g/l) unterscheiden sich bezüglich der Gesamtglobuline nicht voneinander. Bei Gruppe 2 liegt der Mittelwert statistisch signifikant höher ($32,2 \cdot 1,4^{\pm 1}$ g/l). Durch den relativ hohen Streufaktor ergeben sich für den Kliniker nur unbefriedigende Größenunterschiede. Die Werte sind in Abbildung 17 graphisch dargestellt.

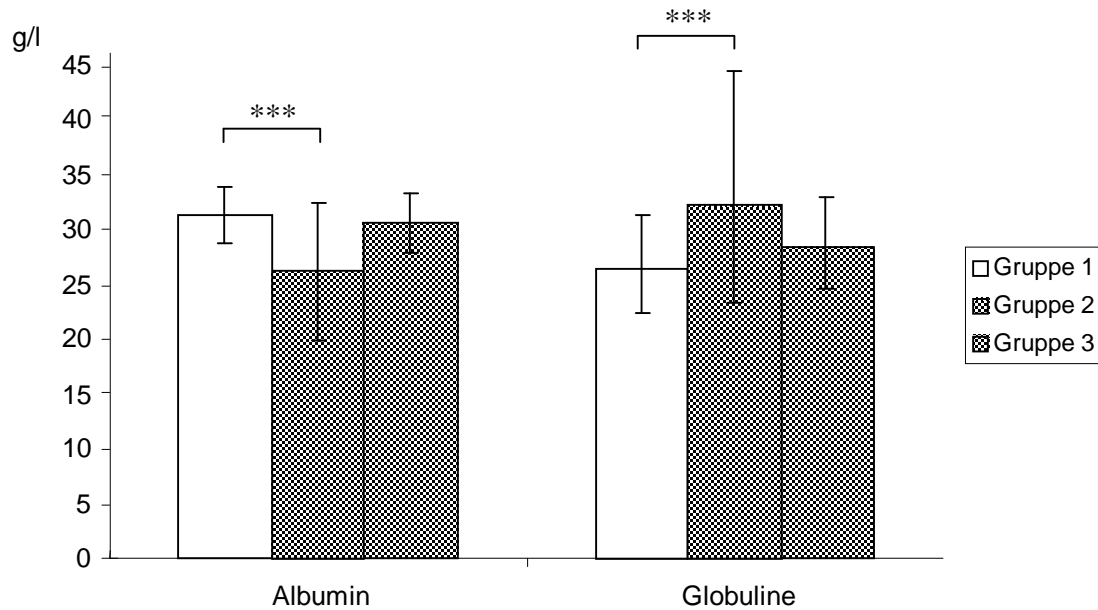


Abb. 17 Mittelwerte und Standardabweichungen/Streufaktoren der mittels SPE ermittelten Konzentrationen von Albumin ($\bar{x} \pm s$) und Globulinen ($\bar{x}_g \pm SF^{\pm 1}$)

3.2.2.3.3 Einzelfraktionen

Der Mittelwert der a-Globuline für die Gruppe 1 beträgt $7,9 \cdot 1,2^{\pm 1}$ g/l ($a_1 = 3,3 \cdot 1,3^{\pm 1}$ g/l und $a_2 = 4,4 \cdot 1,3^{\pm 1}$ g/l), für die b-Globuline ergibt sich ein Wert von $11,0 \cdot 1,2^{\pm 1}$ g/l ($b_1 = 6,7 \cdot 1,3^{\pm 1}$ g/l und $b_2 = 4,0 \cdot 1,6^{\pm 1}$ g/l) und für die g-Globuline $7,1 \cdot 1,4^{\pm 1}$ g/l.

Die Ergebnisse der Gruppe 3 ergeben keine von den Werten der Gruppe 1 abweichenden Werte: a-Globuline = $8,5 \cdot 1,2^{\pm 1}$ g/l ($a_1 = 3,9 \cdot 1,3^{\pm 1}$ g/l und $a_2 = 4,5 \cdot 1,2^{\pm 1}$ g/l); b-Globuline = $11,3 \cdot 1,2^{\pm 1}$ g/l ($b_1 = 6,8 \cdot 1,3^{\pm 1}$ g/l und $b_2 = 4,2 \cdot 1,6^{\pm 1}$ g/l) und für die g-Globuline $8,0 \cdot 1,4^{\pm 1}$ g/l.

Bei der Gruppe 2 zeigen sich in einigen Parametern auch für den Kliniker erkennbare Unterschiede der Mittelwerte zur Gruppe 1. Die Konzentration der a-Globuline liegt mit $10,0 \cdot 1,3^{\pm 1}$ g/l statistisch signifikant über der bei Gruppe 1 gemessenen ($7,9 \cdot 1,2^{\pm 1}$ g/l). Die a_1 -Fraktion unterscheidet sich mit $3,4 \cdot 1,4^{\pm 1}$ g/l nicht zur Gruppe 1 ($3,3 \cdot 1,3^{\pm 1}$ g/l), die a_2 -Globuline liegen mit $6,3 \cdot 1,5^{\pm 1}$ g/l statistisch signifikant über denen der Gruppe 1 ($4,4 \cdot 1,3^{\pm 1}$ g/l). Für die b-Globuline ergibt sich ein Wert von $13,7 \cdot 1,5^{\pm 1}$ g/l der statistisch signifikant über dem für Gruppe 1 errechneten Wert ($11,0 \cdot 1,2^{\pm 1}$ g/l) liegt. Die b_1 -Fraktion liegt mit einem Wert von $7,4 \cdot 1,6^{\pm 1}$ g/l im selben Bereich wie in Gruppe 1 ($6,7 \cdot 1,3^{\pm 1}$ g/l), die Konzentrationen der b_2 -Globuline liegen jedoch mit $5,7 \cdot 1,7^{\pm 1}$ g/l

signifikant höher als in Gruppe 1 ($4,0 \pm 1,6^{\pm 1}$ g/l). Für die g-Globuline schließlich ergeben sich keine Unterschiede von Gruppe 2 ($7,6 \pm 1,7^{\pm 1}$ g/l) zu Gruppe 1 ($7,1 \pm 1,4^{\pm 1}$ g/l).

Die Abbildungen 18 und 19 zeigen alle Werte der Einzelfraktionen graphisch dargestellt.

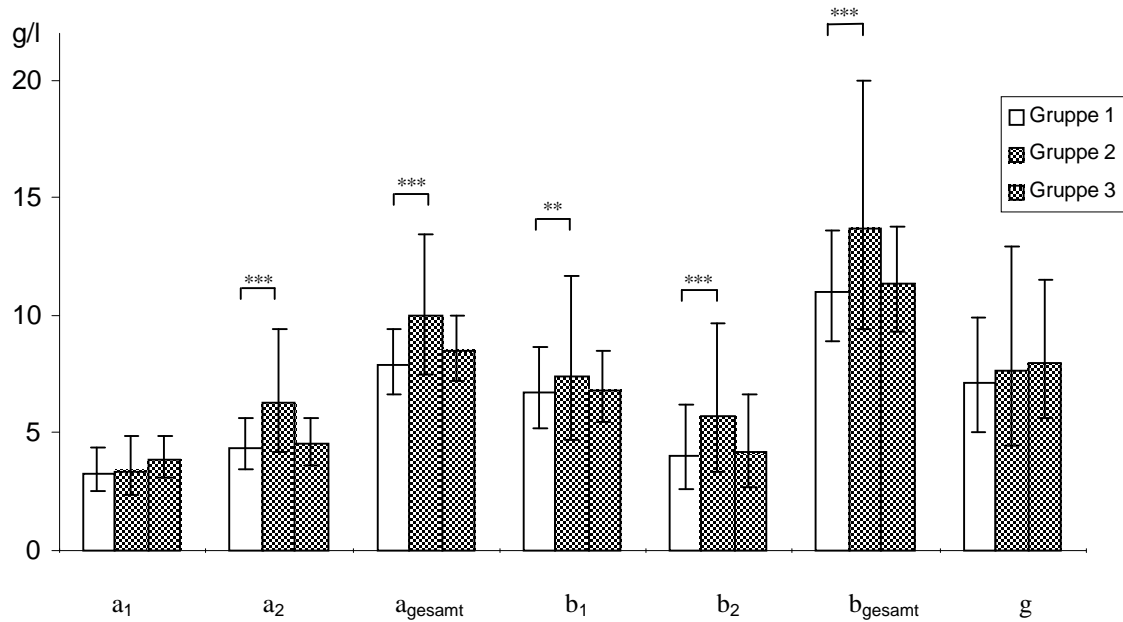


Abb. 18: Vergleich der Mittelwerte und Streufaktoren ($\bar{x}_g \pm SF^{\pm 1}$) der mittels Elektrophorese gemessenen Parameter in g/l

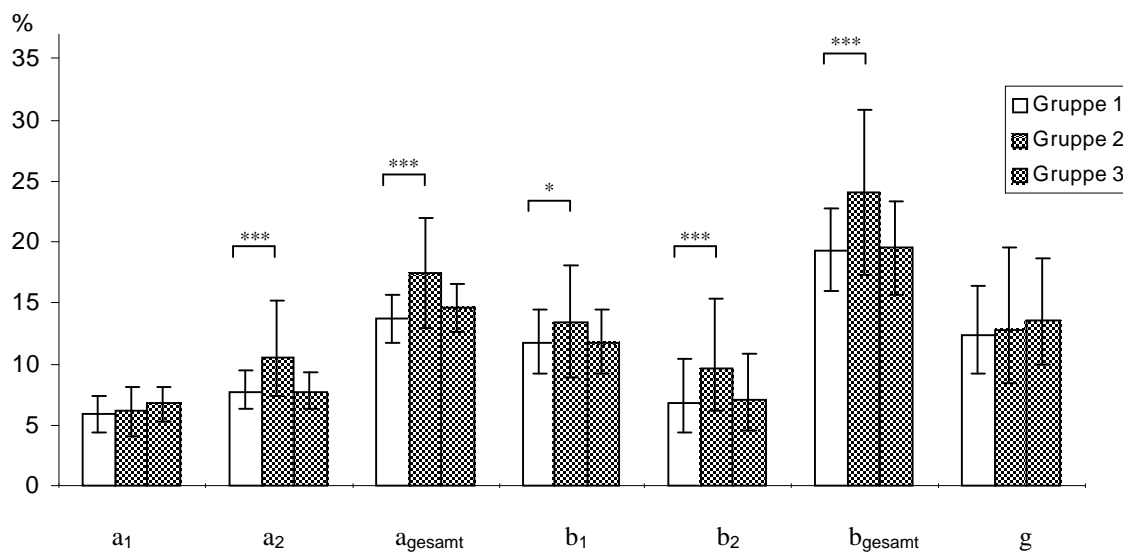


Abb. 19: Vergleich der Mittelwerte und Standardabweichungen/Streufaktoren der mittels Elektrophorese gemessenen Parameter in %

(a₁, b₁, a_{gesamt} und b_{gesamt} als $\bar{x} \pm s$; a₂, b₂ und g als $\bar{x}_g \pm SF^{\pm 1}$)

3.2.3 LAGERUNG VON SEREN

Die Ergebnisse der Messungen von Gesamteiweiß (GE) und Albumin sind in den Abbildungen 20 und 21 graphisch und tabellarisch im Anhang (Tab. IX) dargestellt.

Die Konzentrationsveränderungen im Vergleich mit der Messung vor dem Einfrieren äußern sich im Falle des GE in einer maximalen Zunahme von 7 g/l bzw. 11,6 % (Pferd 5) und einer maximalen Abnahme von 9,3 g/l bzw. 14,3 % (Pferd 6).

Bei der Bestimmung der Albuminkonzentrationen ergeben sich ähnliche (prozentuale) Maximalveränderungen: Zunahme von 5,4 g/l bzw. 15,9 % (Pferd 4) und Abnahme von 4,9 g/l bzw. 14 % (Pferd 3).

Bei diesen maximalen Abweichungen handelte es sich keinesfalls um „Ausreißer“, jedes der 8 Pferde zeigte im Verlauf der Untersuchungen mindestens einmal solch abweichende Werte (besonders bei der Bestimmung von Albumin).

Die Abbildungen 20 und 21 zeigen in bildlicher Darstellung den Verlauf der Konzentrationsveränderungen von GE und Albumin. Betrachtet man den Verlauf beim GE (Abb. 20) zeigt sich bei den unterschiedlichen Pferden noch eine ähnliche Tendenz der einzelnen Kurven, bei allen kommt es zum Messzeitpunkt (MZP) 2 zu einer Zunahme der Konzentrationen, MZP 3 und 4 zeigen eine Abnahme der Konzentrationen und folgendem erneuten Anstieg zum MZP 5.

Auch beim Albumin (Abb. 21) zeigt sich zunächst ein Anstieg der Konzentrationen zum MZP 2 mit nachfolgendem Abfall, der jedoch deutliche individuelle Unterschiede aufzeigt. Am MZP 4 und 5 besteht dann keine Synchronität mehr zwischen den einzelnen Pferden.

Die **Elektrophorese** bleibt unbeeinflusst von den Abweichungen in der Konzentrationsbestimmung. Ein Vergleich der Elektropherogramme von der Bestimmung vor dem Einfrieren der Seren mit den Messzeitpunkten, bei welchen die maximalen Veränderungen der Konzentrationen ermittelt wurden, zeigte jeweils ein praktisch identisches Profil.

Aufgrund der relativ geringen Datenmenge konnte eine statistische Auswertung der Ergebnisse nicht vorgenommen werden.

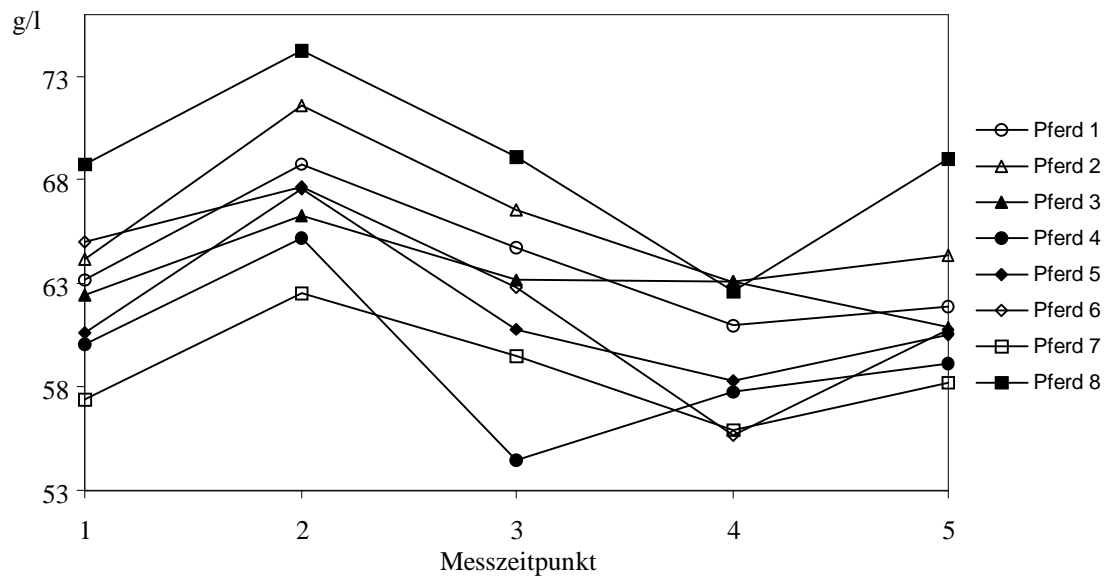


Abb. 20: Verlauf der Konzentrationen von GE

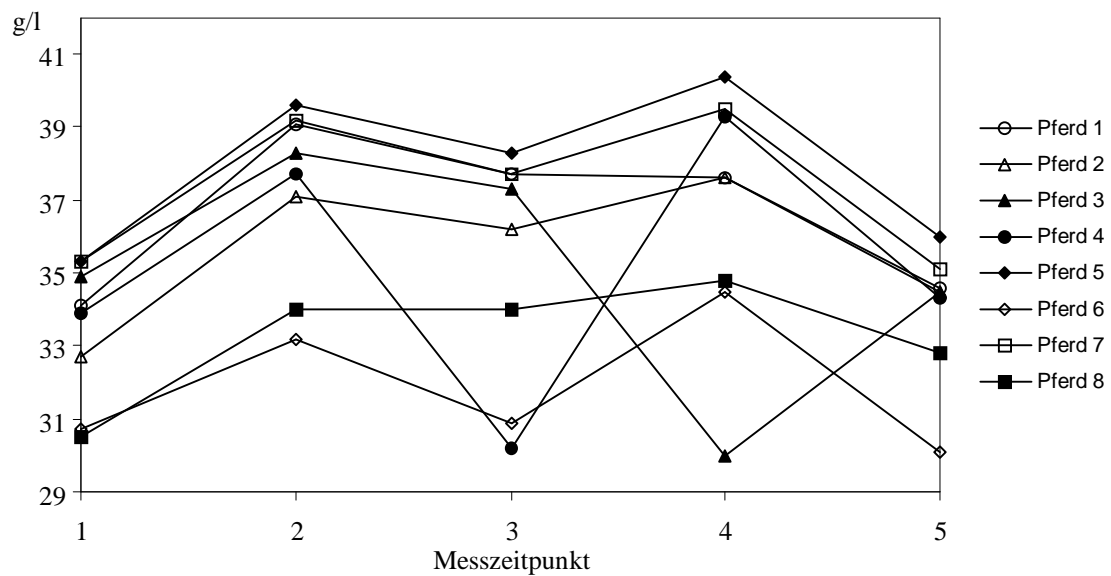


Abb. 21: Verlauf der Konzentrationen von Albumin

3.2.4 ÜBERPRÜFUNG DER TESTSICHERHEIT

Von einem guten medizinischen Test wird erwartet, dass er im Falle einer Erkrankung ein positives und bei gesunden Individuen ein negatives Ergebnis erbringt.

Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Test bei Erkrankung richtig, d.h. positiv reagiert wird als Sensitivität bezeichnet. Die Wahrscheinlichkeit eines richtigen, d.h. negativen Ergebnisses bei Gesunden ist die Spezifität des Testverfahrens.

In der vorliegenden Untersuchung stellen Werte außerhalb des Referenzbereiches bei den erkrankten Pferden (Gruppe 2) ein richtig positives Ergebnis dar und geben die Sensitivität des untersuchten Parameters wieder. Werte innerhalb des Referenzbereiches bei den klinisch unauffälligen Pferden (Gruppe 1) stellen ein richtig negatives Ergebnis dar und bezeichnen die Spezifität des Parameters.

Im Idealfall liegen die Wahrscheinlichkeiten bei einem Wert von 1. Die Differenz der Sensitivität zu dem Wert 1 gibt die Wahrscheinlichkeit falsch negativer Ergebnisse wieder, d.h. eine vorliegende Erkrankung führt zu keinem abweichenden Testergebnis. Die Differenz der Spezifität zu dem Wert 1 gibt die Wahrscheinlichkeit falsch positiver Ergebnisse an, d.h. es liegt ein abweichender (pathologischer) Testwert bei klinisch unauffälligen Patienten vor.

In der vorliegenden Untersuchung wurden Sensitivität und Spezifität wie folgt berechnet:

$$\text{Sensitivität} = \frac{\text{Anzahl der Werte außerhalb des Referenzbereiches in Gruppe 2}}{\text{Anzahl aller Werte der Gruppe 2}}$$

$$\text{Spezifität} = \frac{\text{Anzahl der Werte innerhalb des Referenzbereiches in Gruppe 1}}{\text{Anzahl aller Werte der Gruppe 1}}$$

Für folgende Parameter wurden Sensitivität und Spezifität berechnet: Gesamtleukozytenzahl, Fibrinogen, Gesamteiweiß und Albumin. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 8 dargestellt. Für die Gesamtleukozyten wurden die Werte sowohl für den

Referenzbereich von $5 - 10 \times 10^9/l$ als auch von $5 - 12 \times 10^9/l$ angegeben, da geringgradige Erhöhungen bis $12 \times 10^9/l$ meist als Stressleukozytose gedeutet werden.

Für die Blutsenkungsreaktion (BSR) und die Einzelfractionen der Globuline wurden keine Sensitivitäten und Spezifitäten berechnet, da in beiden Fällen keine allgemein gültigen Referenzbereiche bestehen.

Tab. 8: Sensitivität und Spezifität ausgewählter Parameter

Parameter	Referenzbereich	Sensitivität	Spezifität
Gesamtleukozytenzahl	$5 - 10 \times 10^9/l$	0,64	0,82
	$5 - 12 \times 10^9/l$	0,48	0,96
Fibrinogen	1,5 - 3,5 g/l	0,60	0,88
Gesamteiweiß	55 - 75 g/l	0,38	0,71
Albumin	25 - 45 g/l	0,18	1,00

Da die Berechnungen der Sensitivität äußerst unbefriedigende Ergebnisse bei den Einzelparametern erbrachten, wurden verschiedene Parameter miteinander kombiniert. Die Ergebnisse dieser Berechnungen sind in Tabelle 9 zusammengefasst.

Tab. 9: Sensitivität und Spezifität kombinierter Parameter

Parameter	Referenzbereich	Sensitivität	Spezifität
Gesamtleukozytenzahl und Fibrinogen	$5 - 10 \times 10^9/l$	0,83	0,97
	1,5 - 3,5 g/l		
Gesamtleukozytenzahl und Albumin	$5 - 10 \times 10^9/l$	0,68	0,98
	25 - 45 g/l		
Gesamtleukozytenzahl, Fibrinogen und Albumin	$5 - 10 \times 10^9/l$	0,84	0,98
	1,5 - 3,5 g/l		
	25 - 45 g/l		
Gesamteiweiß und Albumin	55 - 75 g/l	0,45	1,00
	25 - 45 g/l		

Liegt der Leukozytenreferenzwert bei $5 - 12 \times 10^9/l$, ergeben für die Kombinationen folgende Sensitivitäten und Spezifitäten: Leukozytengesamtzahl und Fibrinogen Sensitivität = 0,79 und Spezifität = 0,99; Leukozytengesamtzahl und Albumin Sensitivität = 0,56 und Spezifität = 0,99; Leukozytengesamtzahl, Fibrinogen und Albumin Sensitivität = 0,8 und Spezifität = 1,0.