

4 ERGEBNISSE

4.1 Anamnese und allgemeine Untersuchung

Insgesamt wurden 64 Zuchttiere eines Falkenbestandes im Institut für Geflügelkrankheiten der Freien Universität Berlin untersucht. Das Patientengut ist in Tabelle 7 nach Art, Geschlecht und Gewicht aufgeschlüsselt.

Alle Rohdaten aus Anamnese, allgemeinen und nachfolgenden speziellen Untersuchungen können den Tabellen im Anhang (Kapitel 9) entnommen werden.

Tabelle 7.: Art, Anzahl (n), Geschlecht und Gewichtsbereiche der untersuchten Falken

Art	n gesamt	männlich		weiblich	
		n	Gewicht [g]	n	Gewicht [g]
GS	35	21	810 – 1270	14	990 – 1530
G	11	4	1080 – 1290	7	1073 – 1690
W	7	3	611 – 677	4	770 – 950
S	4	1	868	3	770 – 1134
L	2	1	545	1	750
GW	2	1	884	1	1075
GL	1	0	---	1	1270
B	1	1	547	0	---
WB	1	0	---	1	820
n gesamt	64	32	---	32	---

GS: Ger-Saker-Falke (*Falco rusticolus* x *F. cherrug*); **G:** Gerfalke (*F. rusticolus*); **W:** Wanderfalke (*F. peregrinus*); **S:** Sakerfalke (*F. cherrug*); **L:** Lannerfalke (*F. biarmicus*); **GW:** Ger-Wander-Falke (*F. rusticolus* x *F. peregrinus*); **B:** Berberfalke (*Falco peregrinus peleginoides*); **GL:** Ger-Lanner-Falke (*F. rusticolus* x *F. biarmicus*); **WB:** Wander-Berber-Falke (*F. peregrinus* x *Falco peregrinus peleginoides*)

Zweiunddreißig der untersuchten Tiere waren weiblich (50,0 %) und 32 Tiere männlich (50,0 %). Achtzehn (28,1 %) der untersuchten Falken waren Jungtiere. Die restlichen Tiere (71,9 %) waren adult im Alter zwischen zwei und 17 Jahren (siehe Anhang 1).

Dreiunddreißig Falken (51,6 %) wurden ohne klinische Symptome zur allgemeinen Gesundheitskontrolle vorgestellt. In der Anamnese erhobene Befunde von weiteren 31 (48,4 %) der insgesamt 64 vorgestellten Tiere können Anhang 1 entnommen werden.

4.2 Histologie

Da sich die nachfolgenden Ergebnisse der Leberuntersuchungen zum großen Teil auf die histopathologischen Diagnosen stützen und mit diesen in Verbindung gebracht werden, erfolgt die Auswertung und Darstellung der Histopathologie vor der Ergebniserhebung anderer Untersuchungsmethoden und bildgebender Verfahren. Insgesamt konnten histopathologische Auswertungen der Leberbiopsien von allen 64 Tieren (100,0 %) vorgenommen werden (siehe Abbildung 8).

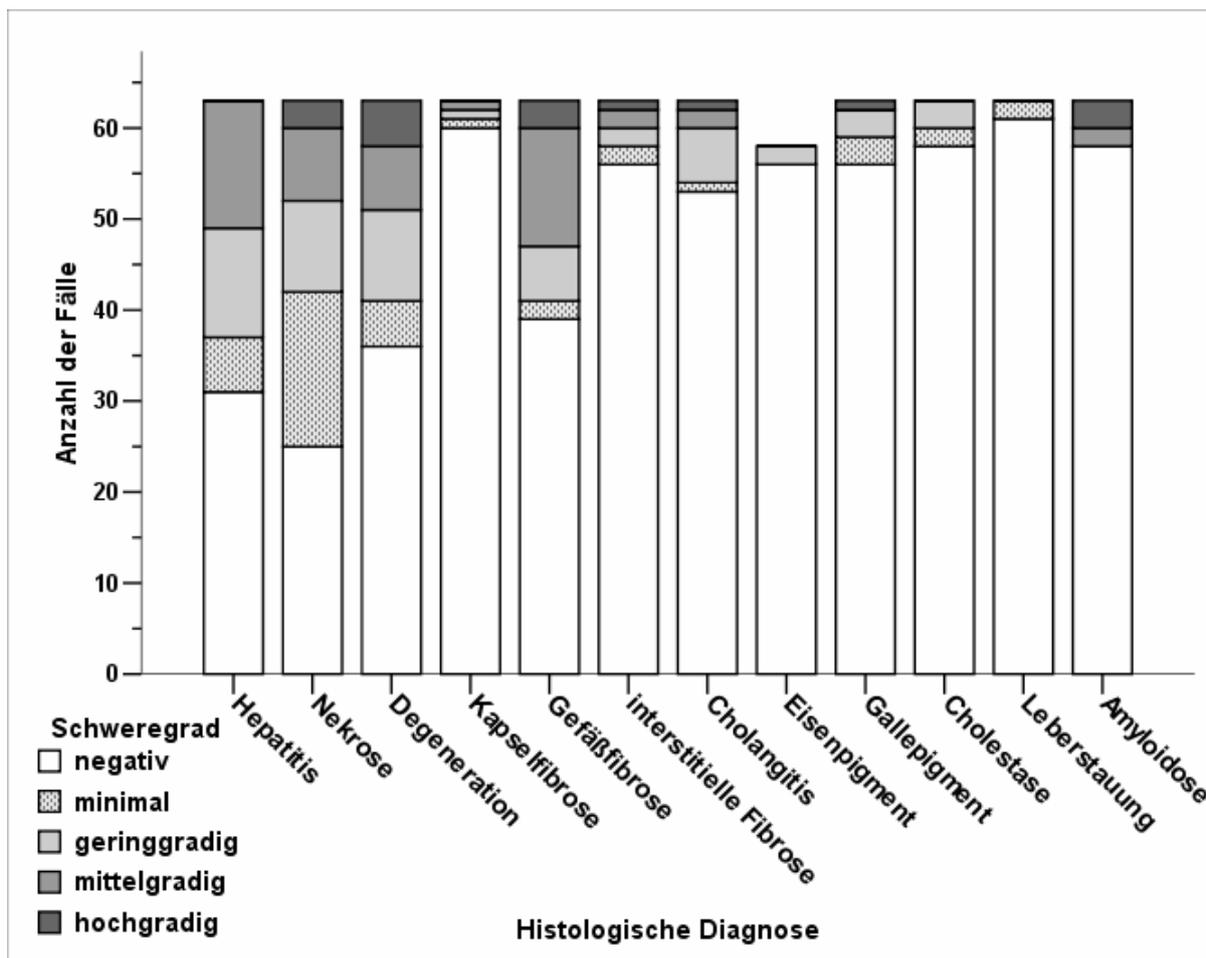


Abbildung 8.: Verteilung der histologischen Diagnosen und ihrer Schweregrade bei allen untersuchten Falken (n = 64)

Dabei waren fünf Falken (Nr. 25, 38, 70, 71, 72) ohne pathologischen Befund (7,8 %). Fünf Tiere (7,8 %) zeigten jeweils einen minimalen Befund (Falken Nr. 43, 56, 61, 62, 73) sowie zwei Tiere (3,1 %) jeweils zwei minimale Befunde (Falken Nr. 45, 69). Bei allen anderen Falken (n = 52; 81,3 %) konnten mehrere histopathologische Einzeldiagnosen mit verschiedenen Schweregraden gestellt werden.

In insgesamt 38 Lebergewebeproben (59,4 %) konnte die Diagnose Nekrose gestellt werden. Siebzehn (26,6 %) dieser Tiere zeigten minimale Nekrosen, zehn Tiere (15,6 %) geringgradige sowie acht Tiere (12,5 %) mittelgradige Nekrosen.

Drei Tiere (4,7 %) wiesen eine hochgradige Nekrose sowie gleichzeitig eine hochgradige Amyloidose auf (Falken Nr. 35, 67, 68). Neben diesen drei Fällen konnte eine Amyloidose mit Schweregrad 3 (mittelgradig) bei zwei weiteren Tieren (3,1 %) festgestellt werden (Falken Nr. 39, 41), siehe Abbildungen 9 und 10.

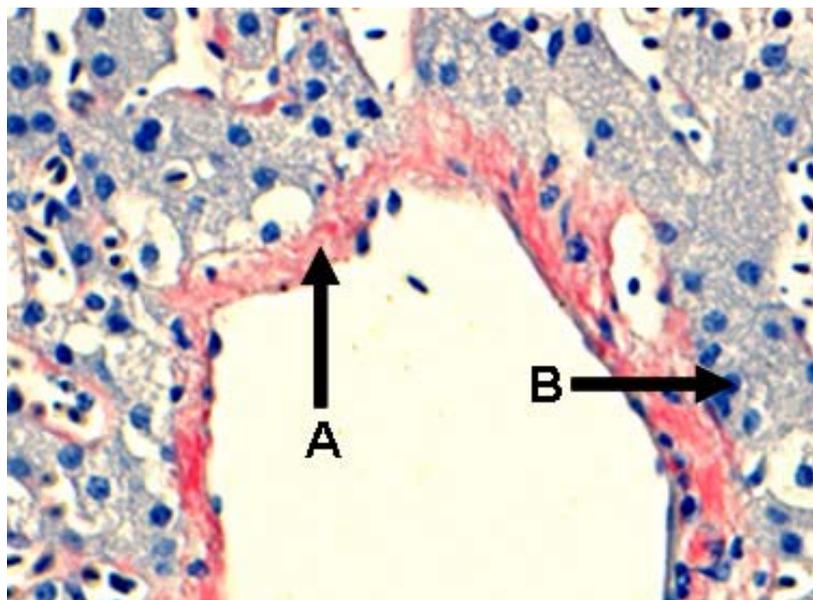


Abbildung 9.: Histologischer Schnitt, Falke Nr. 39, Leber mit Venenanschnitt, Kongorotfärbung, amyloidverdächtige Strukturen = rot (A), Leberzellkerne = blaugrau (B)

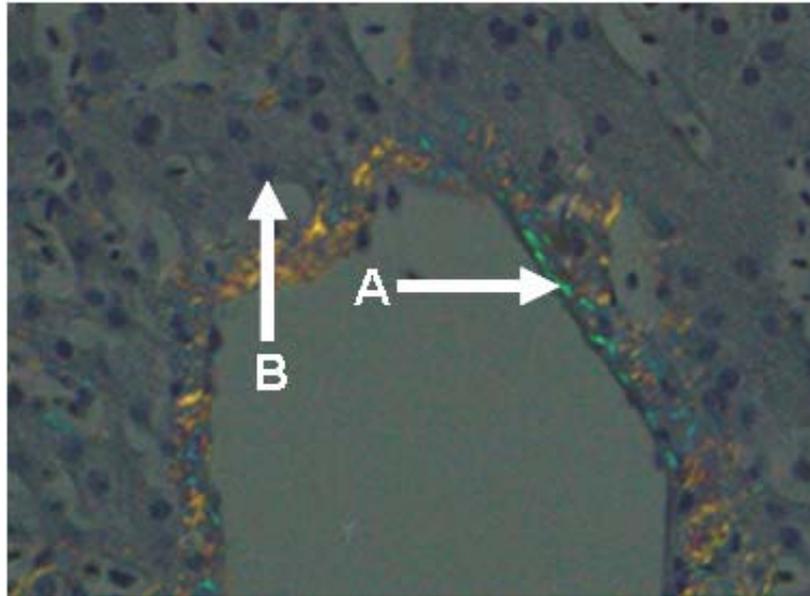


Abbildung 10.: Histologischer Schnitt, Falke Nr. 39, Leber mit Venenanschnitt, Kongorotfärbung, Betrachtung im polarisierten Licht, Amyloid = grün (A), Leberzellkerne = anthrazit (B)

In insgesamt 32 Lebergewebeproben (50,0 %) wurde eine Hepatitis festgestellt. Sechs Falken (9,4 %) davon zeigten eine minimale Hepatitis und zwölf (18,8 %) eine geringgradige Hepatitis. Vierzehn Tiere (21,9 %) zeigten eine mittelgradige Hepatitis. Eine hochgradige Hepatitis wurde nicht diagnostiziert.

In 28 Gewebeproben (43,8 %) wurde eine Degeneration diagnostiziert. Fünf (7,8 %) der davon betroffenen Tiere zeigten eine minimale Degeneration. Bei zehn Tieren (15,6 %) konnten Degenerationen in geringgradiger Form nachgewiesen werden. Sieben Falken (10,9 %) zeigten mittelgradige und fünf (7,8 %) Falken hochgradige Degenerationen.

Des Weiteren konnten, jeweils in verschiedenen Schweregraden, in 24 Fällen (37,5 %) Gefäßfibrose, in zehn Fällen (15,6 %) Cholangitis und Pericholangitis, in sieben Fällen (10,9 %) interstitielle Fibrose, in fünf Fällen (7,8 %) Cholestase, in drei Fällen (4,7 %) Kapselfibrose und in zwei Fällen (3,1 %) eine Leberstauung diagnostiziert werden.

Insgesamt zeigten in der histopathologischen Untersuchung sieben Tiere (10,9 %) einen Verdacht auf intrazytoplasmatische Pigmenteinlagerungen in Form von Eisen- und/oder Gallepigment. Für alle sieben Tiere konnten Gallepigmenteinlagerungen in minimaler oder geringgradiger Form mit Hilfe einer *Fouchets*-Färbung nachgewiesen werden. Eiseneinlagerungen konnten in zwei Fällen (3,1 %) bestätigt werden. Bei

fünf Leberbiopsien (7,8 %) konnten die *Turnbulls* Blau-Färbungen zum Nachweis von Eisenpigment aufgrund zu geringer Probenmengen nicht erfolgreich durchgeführt werden.

4.3 Röntgenologische Basisdaten

Bei allen 64 vorgestellten Tieren wurden Thoraxbreite, Herzbreite, Coracoidbreite und Sternumlänge gemessen sowie der Quotient Herz-zu-Thoraxbreite ermittelt. Diese Daten eignen sich laut Literatur (Straub *et al.*, 2002) gut zum Größenvergleich zwischen einzelnen Organen bzw. anatomischen Strukturen. Das soll die Grundlage für die später erfolgende Messung der Lebergröße bilden und den Größenvergleich der Lebern anhand bereits etablierter Strukturen ermöglichen.

Da männliche Falken (bei allen Arten bezeichnet als Terzel) kleiner als weibliche Falken der gleichen Art sind, werden im Folgenden alle absoluten Messgrößen nach Geschlechtern getrennt dargestellt.

4.3.1 Thoraxbreite

Die Thoraxbreite für alle 64 Falken betrug im Mittel $56,77 \pm 4,8$ mm.

Die erhobenen Mittelwerte und Standardabweichungen, aufgetrennt nach Falkenarten und Geschlecht, können der Tabelle 8 entnommen werden.

Tabelle 8.: Anzahl (n), Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (s) der röntgenologisch erfassten Thoraxbreiten (auf Höhe des 5. Brustwirbels) bei verschiedenen Falkenarten, aufgetrennt nach Geschlecht

Art	männlich			weiblich		
	n	MW [mm]	s [mm]	n	MW [mm]	s [mm]
GS	21	55,8	2,3	14	60,7	2,7
G	4	57,0	2,4	7	60,0	2,8
W	3	46,3	0,6	4	54,0	2,2
S	1	54,0	--	3	60,3	2,3
L	1	43,0	--	1	48,0	--
GW	1	57,0	--	1	62,0	--

Fortsetzung Tabelle 8

Art	männlich			weiblich		
	n	MW [mm]	s [mm]	n	MW [mm]	s [mm]
GL	--	--	--	1	63,0	--
B	1	47,0	--	--	--	--
WB	--	--	--	1	53,0	--

GS: Ger-Saker-Falke (*Falco rusticolus* x *F. cherrug*); **G:** Gerfalke (*F. rusticolus*); **W:** Wanderfalke (*F. peregrinus*); **S:** Sakerfalke (*F. cherrug*); **L:** Lannerfalke (*F. biarmicus*); **GW:** Ger-Wander-Falke (*F. rusticolus* x *F. peregrinus*); **B:** Berberfalke (*Falco peregrinus pelegrinoides*); **GL:** Ger-Lanner-Falke (*F. rusticolus* x *F. biarmicus*); **WB:** Wander-Berber-Falke (*F. peregrinus* x *Falco peregrinus pelegrinoides*)

4.3.2 Herzbreite

Im Mittel betrug die Herzbreite für alle untersuchten Falken $34,3 \pm 3,8$ mm.

Die erhobenen Mittelwerte und Standardabweichungen, aufgetrennt nach Falkenarten und Geschlecht, können der Tabelle 9 entnommen werden.

Tabelle 9.: Anzahl (n), Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (s) der röntgenologisch erfassten Herzbreiten (auf Höhe des 5. Brustwirbels) bei verschiedenen Falkenarten, aufgetrennt nach Geschlecht

Art	männlich			weiblich		
	n	MW [mm]	s [mm]	n	MW [mm]	s [mm]
GS	21	34,5	2,1	14	36,0	2,0
G	4	37,5	2,1	7	38,4	2,6
W	3	28,0	1,0	4	31,0	1,2
S	1	30,0	--	3	33,3	3,1
L	1	24,0	--	1	27,0	--
GW	1	30,0	--	1	37,0	--
GL	--	--	--	1	38,0	--
B	1	26,0	--	--	--	--
WB	--	--	--	1	31,0	--

GS: Ger-Saker-Falke (*Falco rusticolus* x *F. cherrug*); **G:** Gerfalke (*F. rusticolus*); **W:** Wanderfalke (*F. peregrinus*); **S:** Sakerfalke (*F. cherrug*); **L:** Lannerfalke (*F. biarmicus*); **GW:** Ger-Wander-Falke (*F. rusticolus* x *F. peregrinus*); **B:** Berberfalke (*Falco peregrinus pelegrinoides*); **GL:** Ger-Lanner-Falke (*F. rusticolus* x *F. biarmicus*); **WB:** Wander-Berber-Falke (*F. peregrinus* x *Falco peregrinus pelegrinoides*)

4.3.3 Verhältnis aus Herzbreite zu Thoraxbreite

Der Quotient, für jedes einzelne Tier errechnet aus der jeweiligen Herz- und der Thoraxbreite, lag im Mittel bei $0,605 \pm 0,046$. Da es sich um einen Quotienten handelt, kann auf die geschlechts- und die artenspezifische Auftrennung der Daten verzichtet werden.

4.3.4 Coracoidbreite

Die Coracoidbreite betrug für alle 64 Falken im Mittel $5,3 \pm 0,9$ mm.

Die für die einzelnen Falkenarten erhobenen Mittelwerte und Standardabweichungen können, aufgetrennt nach Geschlecht, der Tabelle 10 entnommen werden.

Tabelle 10.: Anzahl (n), Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (s) der röntgenologisch erfassten Coracoidbreiten bei verschiedenen Falkenarten, aufgetrennt nach Geschlecht

Art	männlich			weiblich		
	n	MW [mm]	s [mm]	n	MW [mm]	s [mm]
GS	21	5,1	0,6	14	5,6	0,9
G	4	5,5	0,6	7	5,4	0,8
W	3	4,0	0,0	4	5,3	0,5
S	1	5,0	--	3	5,7	1,2
L	1	3,0	--	1	4,0	--
GW	1	5,0	--	1	7,0	--
GL	--	--	--	1	6,0	--
B	1	4,0	--	--	--	--
WB	--	--	--	1	6,0	--

GS: Ger-Saker-Falke (*Falco rusticolus* x *F. cherrug*); **G:** Gerkfalke (*F. rusticolus*); **W:** Wanderfalke (*F. peregrinus*); **S:** Sakerfalke (*F. cherrug*); **L:** Lannerfalke (*F. biarmicus*); **GW:** Ger-Wander-Falke (*F. rusticolus* x *F. peregrinus*); **B:** Berberfalke (*Falco peregrinus pelegrinoides*); **GL:** Ger-Lanner-Falke (*F. rusticolus* x *F. biarmicus*); **WB:** Wander-Berber-Falke (*F. peregrinus* x *Falco peregrinus pelegrinoides*)

4.3.5 Sternumlänge

Die Sternumlänge, gemessen jeweils im laterolateralen Strahlengang, für alle 64 Falken betrug im Mittel $82,3 \pm 7,7$ mm.

Die für die einzelnen Falkenarten erhobenen Mittelwerte und Standardabweichungen, aufgetrennt nach Geschlecht, können der Tabelle 11 entnommen werden.

Tabelle 11.: Anzahl (n), Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (s) der röntgenologisch erfassten Sternumlängen bei verschiedenen Falkenarten, aufgetrennt nach Geschlecht

Art	männlich			weiblich		
	n	MW [mm]	s [mm]	n	MW [mm]	s [mm]
GS	21	79,4	2,9	14	87,4	4,1
G	4	88,5	4,1	7	90,4	7,7
W	3	74,7	2,1	4	83,3	2,2
S	1	75,0	--	3	79,7	0,6
L	1	58,0	--	1	62,0	--
GW	1	70,0	--	1	91,0	--
GL	--	--	--	1	92,0	--
B	1	72,0	--	--	--	--
WB	--	--	--	1	75,0	--

GS: Ger-Saker-Falke (*Falco rusticolus* x *F. cherrug*); **G:** Gerfalke (*F. rusticolus*); **W:** Wanderfalke (*F. peregrinus*); **S:** Sakerfalke (*F. cherrug*); **L:** Lannerfalke (*F. biarmicus*); **GW:** Ger-Wander-Falke (*F. rusticolus* x *F. peregrinus*); **B:** Berberfalke (*Falco peregrinus pelegrinoides*); **GL:** Ger-Lanner-Falke (*F. rusticolus* x *F. biarmicus*); **WB:** Wander-Berber-Falke (*F. peregrinus* x *Falco peregrinus pelegrinoides*)

Die weiblichen Ger-Saker- ($p < 0,001$) sowie die weiblichen Wanderfalken ($p = 0,003$) weisen signifikant größere Sternumlängen auf als die entsprechenden männlichen Tiere. Für die Gerfalken konnte kein signifikanter Größenunterschied zwischen den Geschlechtern nachgewiesen werden ($p = 0,659$). Für die weiteren Falkenarten war die Berechnung von geschlechterspezifischen Größenunterschieden aufgrund zu geringer Fallzahlen nicht möglich.

4.3.6 Korrelation der Sternumlänge mit dem Körpergewicht und röntgenologischen Parametern

Die im Röntgenbild gemessene Sternumlänge der untersuchten Falken korreliert hoch signifikant mit dem jeweiligen Körpergewicht ($r = 0,777$, $p < 0,001$), siehe Abbildung 11.

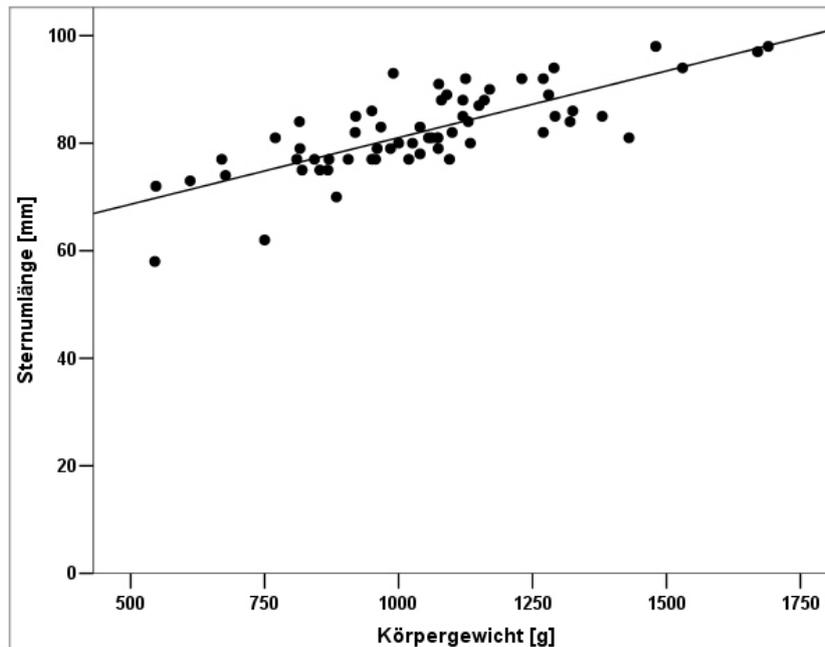


Abbildung 11.: Korrelation der Sternumlängen aller Falken mit dem jeweiligen Körpergewicht

Die gemessenen Herzbreiten der einzelnen Falken, siehe Abbildung 12 ($r = 0,771$, $p < 0,001$), sowie die Thoraxbreiten, siehe Abbildung 13 ($r = 0,721$, $p < 0,001$) korrelieren hoch signifikant mit den jeweiligen Sternumlängen.

Zusätzlich besteht eine jeweils hoch signifikante Korrelation zwischen dem Körpergewicht und den jeweiligen Herzbreiten ($r = 0,827$, $p < 0,001$) sowie den jeweiligen Thoraxbreiten ($r = 0,789$, $p < 0,001$). Dies lässt auf einen engen Zusammenhang zwischen der Größe knöcherner Strukturen, der Größe innerer Organe und dem Körpergewicht schließen. Im Nachfolgenden wurde als fester Vergleichsparameter deshalb die Sternumlänge gewählt, siehe auch Kapitel 4.3.7.

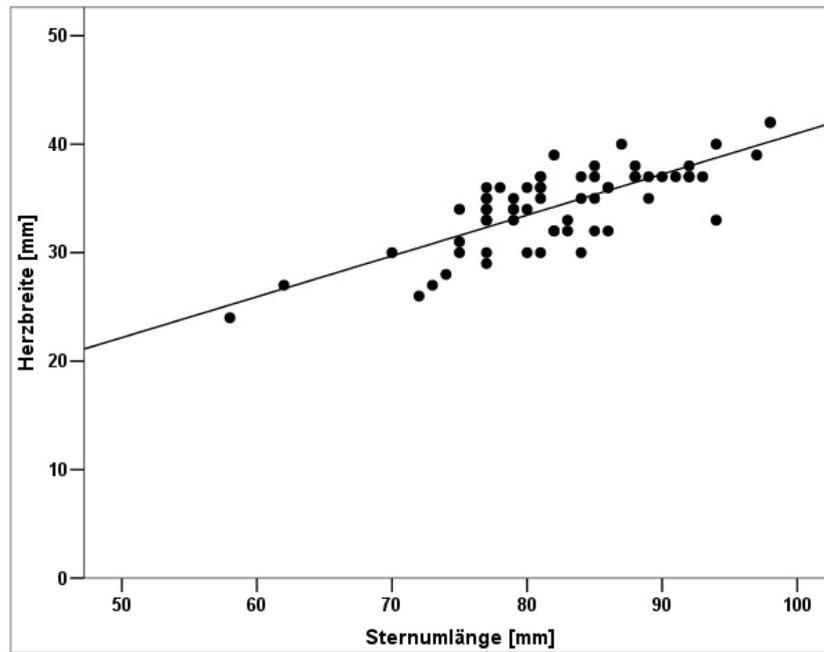


Abbildung 12.: Korrelation der Herzbreiten aller Falken mit den jeweiligen Sternumlängen

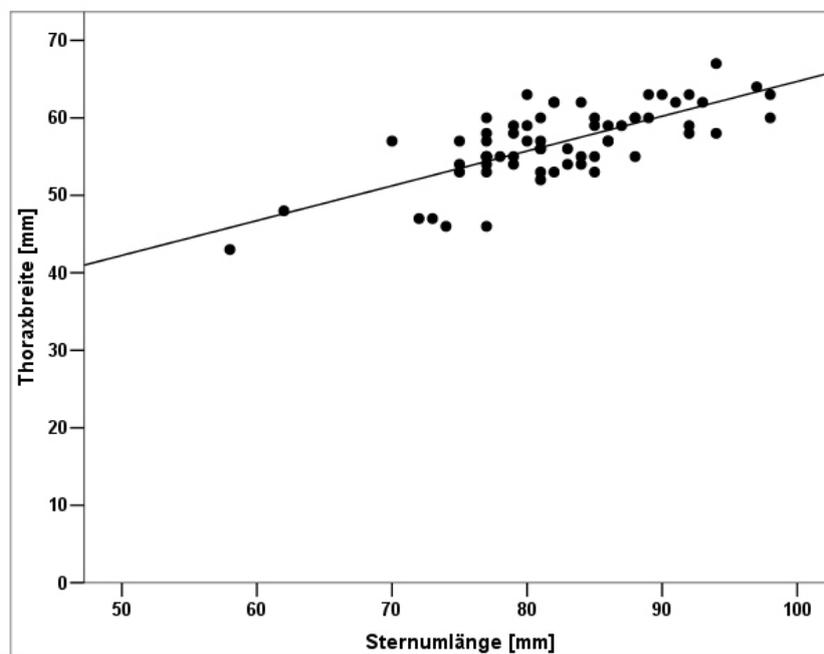


Abbildung 13.: Korrelation der Thoraxbreiten aller Falken mit den jeweiligen Sternumlängen

Die im Röntgenbild gemessenen Coracoidbreiten korrelieren hoch signifikant mit den jeweiligen Sternumlängen aller untersuchter Falken, siehe Abbildung 14 ($r = 0,470$, $p < 0,001$).

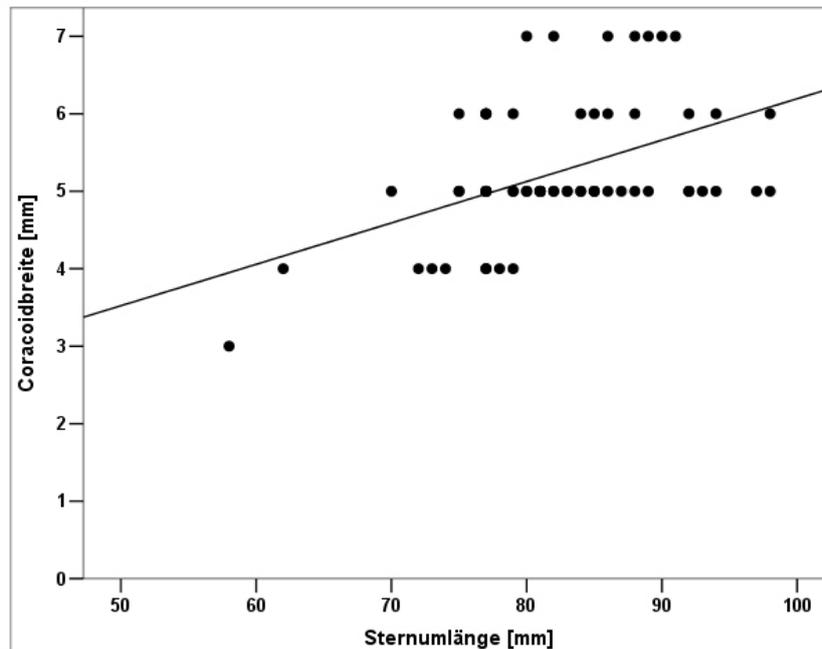


Abbildung 14.: Korrelation der Coracoidbreiten [mm] aller Falken mit den jeweiligen Sternumlängen [mm]

4.3.7 Verhältnis aus Herzbreite zu Sternumlänge

Durch die Bildung des Quotienten aus Herzbreite und Sternumlänge soll in Anlehnung an die Arbeit von Straub *et al.* (2002) auch für Falken nachgewiesen werden, dass eine Beziehung zwischen der Größe innerer Organe und knöcherner Strukturen besteht. Mit Hilfe dieses Nachweises kann die später gemessene Lebergröße (siehe Kapitel 4.4) mit der Sternumlänge ins Verhältnis gebracht werden, so dass ein allgemeiner Größenvergleich der Lebern möglich wird.

Der Quotient aus der jeweiligen Herzbreite und der Sternumlänge lag für alle Falken ($n = 64$) im Mittel bei $0,418 \pm 0,030$.

Da es sich um einen Quotienten handelt, kann auf eine geschlechter- und artenspezifische Auftrennung der Daten verzichtet werden.

4.4 Röntgenologisch erfasste Lebermaße

Im ventrodorsalen Strahlengang konnte von 63 Falken (98,4 %) die laterolaterale Ausdehnung der Leber gemessen werden. Bei einem Tier (Nr. 18) konnte aufgrund stark verschatteter Luftsäcke die Leber nicht eindeutig abgegrenzt werden.

Neunzehn Falken (29,7 %) hatten zum Zeitpunkt der Röntgenuntersuchung noch einen mit Gewölle gefüllten Magen.

4.4.1 Messung der Leber auf Höhe des 8. Brustwirbelkörpers (BWK)

Im Mittel betrug die Leberbreite auf Höhe des 8. Brustwirbelkörpers $27,8 \pm 6,6$ mm.

Die für die einzelnen Falkenarten erhobenen Mittelwerte und Standardabweichungen können der Tabelle 12 entnommen werden.

Aufgrund der bekannten Größenunterschiede zwischen männlichen und weiblichen Falken wurden die absoluten Lebergrößen geschlechterspezifisch aufgetrennt, obwohl für diesen Parameter keine geschlechterspezifischen Unterschiede festgestellt werden konnten (t-Test für unabhängige Stichproben).

Tabelle 12.: Anzahl (n), Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (s) der röntgenologisch erfassten Leberbreiten (auf Höhe des 8. BWK) bei verschiedenen Falkenarten, aufgetrennt nach Geschlecht

Art	männlich			weiblich		
	n	MW [mm]	s [mm]	n	MW [mm]	s [mm]
GS	21	27,8	7,0	13	27,3	7,8
G	4	24,8	5,3	7	29,7	9,0
W	3	24,7	3,8	4	30,3	2,8
S	1	30,0	--	3	25,3	1,5
L	1	25,0	--	1	35,0	
GW	1	33,0	0,7	1	34,0	
GL	--	--	--	1	25,0	--
B	1	21,0	--	--	--	--
WB	--	--	--	1	33,0	--

GS: Ger-Saker-Falke (*Falco rusticolus* x *F. cherrug*); **G:** Gerfalke (*F. rusticolus*); **W:** Wanderfalke (*F. peregrinus*); **S:** Sakerfalke (*F. cherrug*); **L:** Lannerfalke (*F. biarmicus*); **GW:** Ger-Wander-Falke (*F. rusticolus* x *F. peregrinus*); **B:** Berberfalke (*Falco peregrinus pelegrinoides*); **GL:** Ger-Lanner-Falke (*F. rusticolus* x *F. biarmicus*); **WB:** Wander-Berber-Falke (*F. peregrinus* x *Falco peregrinus pelegrinoides*)

Für die Leberbreite auf Höhe des 8. Brustwirbelkörpers kann keine Korrelation mit der Sternumlänge gezeigt werden ($r = 0,088$, $p = 0,495$).

4.4.2 Messung der Leber auf Höhe ihrer jeweils größten Ausdehnung

Im Mittel betrug die Leberbreite auf Höhe ihrer jeweils größten Ausdehnung $33,1 \pm 7,0$ mm.

Die für die einzelnen Falkenarten erhobenen Mittelwerte und Standardabweichungen für die maximalen Leberbreiten können der Tabelle 13 entnommen werden.

Aufgrund der bekannten Größenunterschiede zwischen männlichen und weiblichen Falken wurden die absoluten Lebergrößen geschlechterspezifisch aufgetrennt, obwohl für diesen Parameter keine geschlechterspezifischen Unterschiede festgestellt werden konnten (t-Test für unabhängige Stichproben).

Tabelle 13.: Anzahl (n), Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (s) der röntgenologisch erfassten Leberbreiten (auf Höhe ihrer größten Ausdehnung) bei verschiedenen Falkenarten, aufgetrennt nach Geschlecht

Art	männlich			weiblich		
	n	MW [mm]	s [mm]	n	MW [mm]	s [mm]
GS	21	32,9	6,3	13	31,8	8,7
G	4	36,8	2,6	7	39,1	9,5
W	3	28,7	4,2	4	33,0	2,9
S	1	32,0	--	3	27,3	4,9
L	1	28,0	--	1	39,0	--
GW	1	33,0	--	1	37,0	--
GL	--	--	--	1	30,0	--
B	1	26,0	--	--	--	--
WB	--	--	--	1	34,0	--

GS: Ger-Saker-Falke (*Falco rusticolus* x *F. cherrug*); **G:** Gerfalke (*F. rusticolus*); **W:** Wanderfalke (*F. peregrinus*); **S:** Sakerfalke (*F. cherrug*); **L:** Lannerfalke (*F. biarmicus*); **GW:** Ger-Wander-Falke (*F. rusticolus* x *F. peregrinus*); **B:** Berberfalke (*Falco peregrinus peleginoides*); **GL:** Ger-Lanner-Falke (*F. rusticolus* x *F. biarmicus*); **WB:** Wander-Berber-Falke (*F. peregrinus* x *Falco peregrinus peleginoides*)

Die röntgenologisch erfasste maximale Leberbreite korreliert schwach, aber signifikant mit der Sternumlänge ($r = 0,299$, $p = 0,017$).

Die Leberbreite auf Höhe des 8. BWK und die maximale Leberbreite zeigen eine deutliche Korrelation miteinander ($r = 0,840$, $p < 0,001$).

4.4.3 Erstellung der röntgenologisch erfassbaren Leber/Sternum-Ratio

Aus den im ventrodorsalen Strahlengang gemessenen Leberbreiten auf Höhe des 8. BWK sowie auf Höhe der maximalen Leberbreite und den jeweiligen Sternumlängen wurde jeweils eine Rö-Leber/Sternum-Ratio gebildet (Tabelle 14). Da es sich dabei um einen Quotienten handelt, ist eine Auftrennung nach Falkenart oder nach Geschlecht für die Rö-Leber-BWK/Sternum-Ratio sowie für die Rö-Leber-max/Sternum-Ratio nicht mehr nötig.

Tabelle 14.: Anzahl (n), Mittelwert (MW), Standardabweichung (s) der Rö-Leber/Sternum-Ratios

Parameter	n	MW	s
Rö-Leber-BWK/Sternum-Ratio	63	0,341	0,084
Rö-Leber-max/Sternum-Ratio	63	0,404	0,081

Die R -Leber-BWK/Sternum-Ratio korreliert hoch signifikant mit der R -Leber-max/Sternum-Ratio ($r = 0,860$, $p < 0,001$), siehe Abbildung 15.

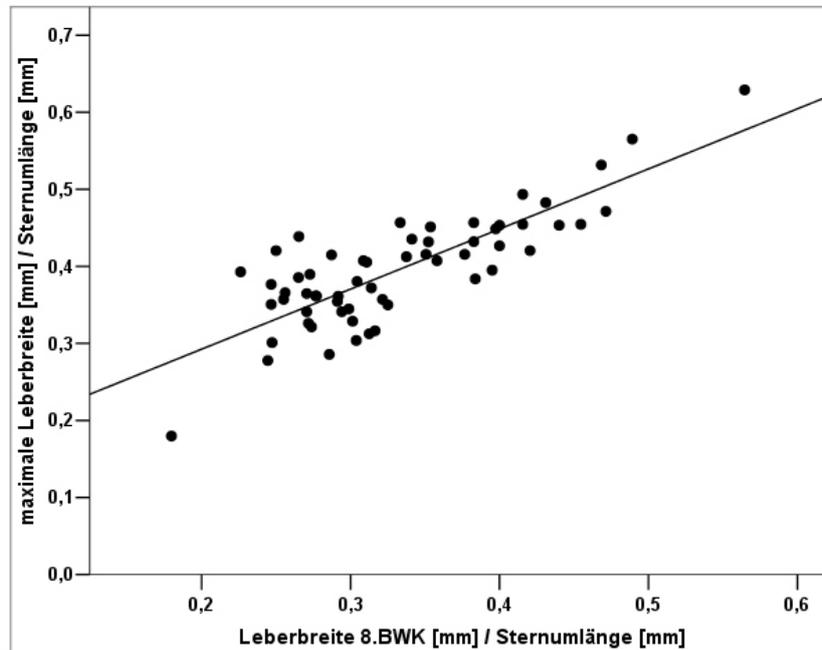
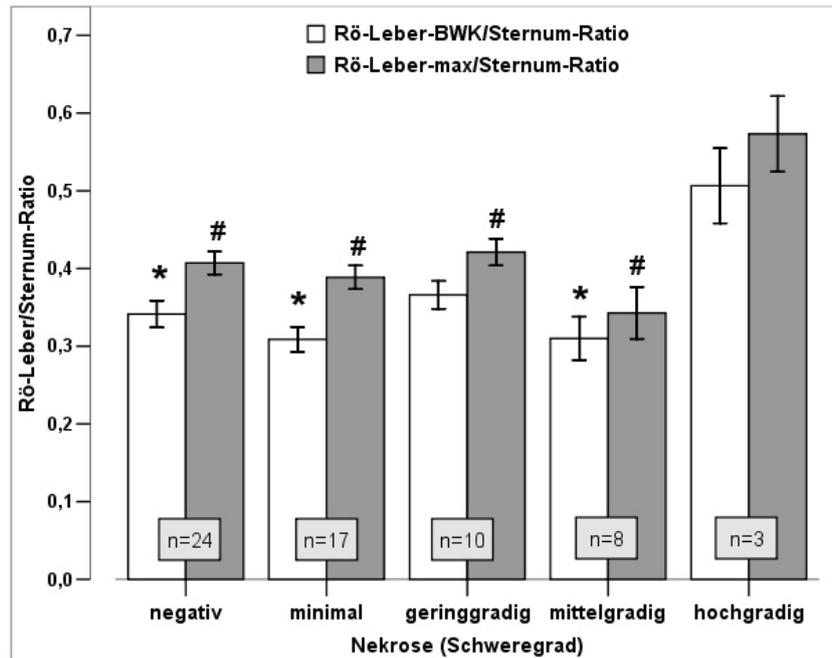


Abbildung 15.: Korrelation der R -Leber-max/Sternum-Ratio mit der R -Leber-BWK/Sternum-Ratio

4.4.4 Ermittlung von Richtwerten für R -Leber/Sternum-Ratios

Wie in einer ANOVA-Untersuchung ermittelt worden und der Abbildung 16 zu entnehmen ist, führt eine in der histopathologischen Untersuchung diagnostizierte hochgradige Nekrose ($n = 3$) zu einer signifikant größeren Leber/Sternum-Ratio auf Höhe des 8. BWK im Vergleich zu Lebern mit minimaler ($n = 17$), mittelgradiger ($n = 8$) oder ohne Nekrose ($n = 24$).

Für die Leber-max/Sternum-Ratio ist aus der Abbildung 16 zu ersehen, dass diese signifikant größer wird bei zugrunde liegender hochgradiger Nekrose im Vergleich zu allen anderen Nekrose-Schweregraden sowie zu Lebern ohne Nekrose.



* $p < 0,05$ im Vergleich zur Rö- Leber-BWK/Sternum-Ratio bei hochgradiger Nekrose

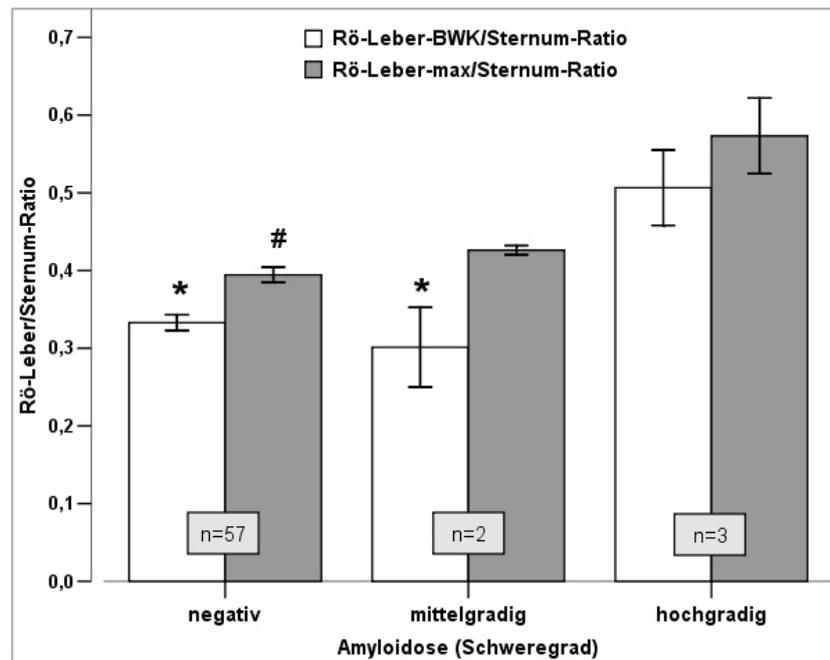
$p < 0,05$ im Vergleich zur Rö-Leber-max/Sternum-Ratio bei hochgradiger Nekrose

Abbildung 16.: Mittelwerte (\pm Standardfehler) der Rö-Leber/Sternum-Ratios, aufgeteilt nach den histologisch diagnostizierten Schweregraden der Nekrose

Eine in der histopathologischen Untersuchung diagnostizierte hochgradige Amyloidose ($n = 3$) führt zu einer signifikant größeren Leber-BWK/Sternum-Ratio verglichen mit Lebern ohne Amyloidose ($n = 57$) oder Lebern mit mittelgradiger Amyloidose ($n = 2$), siehe Abbildung 17. Die Leber-max/Sternum-Ratio nimmt ebenfalls signifikant zu bei zugrunde liegender hochgradiger Amyloidose im Vergleich zu Lebern ohne Amyloidose.

Die Größenzunahme der Leber-max/Sternum-Ratio von einer Leber mit mittelgradiger zu einer Leber mit hochgradiger Amyloidose ist allerdings nicht mehr signifikant ($p = 0,095$).

In den durchgeführten ANOVA-Untersuchungen für alle histopathologischen Diagnosen ab einer Gesamtfallzahl von $n \geq 20$ (Hepatitis, Degeneration, Gefäßfibrose) konnten keine signifikanten Einflüsse dieser Diagnosen auf die röntgenologischen Lebermaße bzw. auf den aus ihnen gebildeten Ratios festgestellt werden.



* $p < 0,05$ im Vergleich zur Rö-Leber-BWK/Sternum-Ratios bei hochgradiger Amyloidose

$p < 0,05$ im Vergleich zur Rö-Leber-max/Sternum-Ratios bei hochgradiger Amyloidose

Abbildung 17.: Mittelwerte (\pm Standardfehler) der Rö-Leber/Sternum-Ratios, aufgeteilt nach den histologisch diagnostizierten Schweregraden der Amyloidose

Da die drei Fälle mit hochgradiger Nekrose ($n = 3$) sowie mit hochgradiger Amyloidose ($n = 3$) signifikant höhere röntgenologische Lebermaße aufwiesen ($p < 0,05$), wurden die davon betroffenen Tiere (Falken Nr. 35, 67, 68) von der Richtwerterstellung ausgeschlossen (Tabelle 15). Die Falken Nr. 12 sowie Nr. 18 mussten aufgrund fehlender Daten ebenfalls von der Richtwerterstellung ausgenommen werden. Daher ergeben sich, abgeleitet aus den in Tabelle 14 aufgeführten Mittelwerten, folgende Richtwertbereiche für die Rö-Leber/Sternum-Ratios (Tabelle 15).

Tabelle 15.: Richtwertbereiche der röntgenologischen Rö-Leber/Sternum-Ratios

Parameter	n	Perzentile			
		2,5	5	95	97,5
Rö-Leber-BWK/Sternum-Ratio	59	0,203	0,244	0,471	0,527
Rö-Leber-max/Sternum-Ratio	59	0,229	0,286	0,532	0,597

Wie sich eine stark vergrößerte Leber im ventrodorsalen Strahlengang auf einem Röntgenbild darstellt, wird in Abbildung 18 gezeigt.

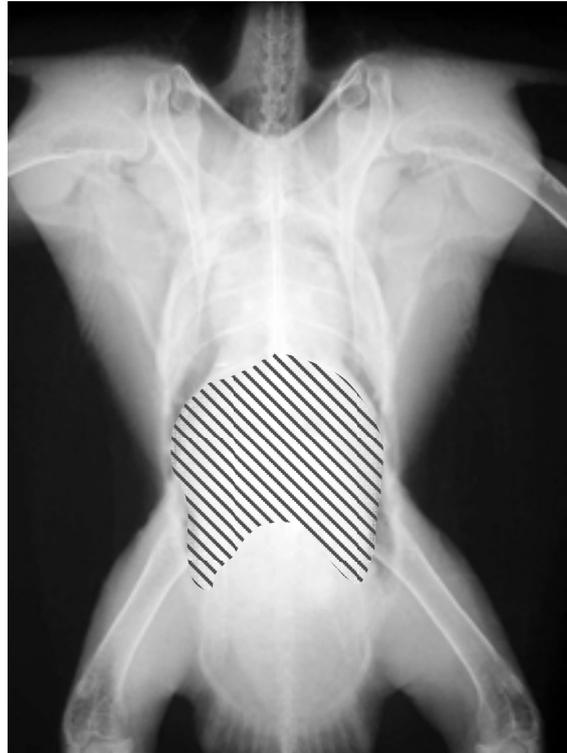


Abbildung 18.: Röntgenbild, Falke Nr. 67, ventrodorsaler Strahlengang, stark vergrößerter Leberschatten (siehe Schraffierung) aufgrund hochgradiger Leberamyloidose

4.5 Computertomographisch erfasste Lebermaße

4.5.1 Messungen in der axialen Schnittebene

Bei 58 Falken (90,6 %) konnten in der axialen Schnittebene der maximale laterolaterale Leberdiameter sowie die maximale ventrodorsale Leberausdehnung jeweils des rechten und des linken Leberlappens gemessen werden (Tabelle 16).

Sechs Tiere (9,4 %) konnten aufgrund technischer Probleme des CT-Gerätes nicht untersucht werden.

Mittels t-Tests für unabhängige Stichproben konnten für die computertomographischen Messungen keine geschlechterspezifischen Unterschiede der Leberausdehnungen festgestellt werden. Lediglich für den Parameter „Axial vd rechts“ zeigten die weiblichen Gerfalken größere Lebermaße als die männlichen

Gerfalken ($p = 0,030$). Aufgrund dieses Einzelfalls wird im Folgenden auf die geschlechterspezifische Auftrennung der Daten verzichtet.

Tabelle 16.: Anzahl (n), Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (s) der in der axialen computertomographischen Schnittbildebene erfassten Lebermaße bei verschiedenen Falkenarten

Art	n	Axial ll		Axial vd rechts		Axial vd links	
		MW [mm]	s [mm]	MW [mm]	s [mm]	MW [mm]	s [mm]
GS	35	32,3	7,0	45,0	5,9	37,8	7,0
G	11	34,4	5,8	46,8	5,9	38,8	5,7
W	3	32,3	4,7	42,0	4,4	38,3	5,0
S	4	30,5	1,9	39,5	1,0	32,5	8,1
L	2	34,5	6,4	37,0	4,2	34,0	5,7
GW	1	29,0	--	45,0	--	38,0	--
GL	1	31,0	--	45,0	--	35,0	---
WB	1	35,0	--	37,0	--	36,0	---

GS: Ger-Saker-Falke (*Falco rusticolus* x *F. cherrug*); **G:** Gerfalken (*F. rusticolus*); **W:** Wanderfalke (*F. peregrinus*); **S:** Sakerfalke (*F. cherrug*); **L:** Lannerfalke (*F. biarmicus*); **GW:** Ger-Wander-Falke (*F. rusticolus* x *F. peregrinus*); **B:** Berberfalke (*Falco peregrinus pelegrinoides*); **GL:** Ger-Lanner-Falke (*F. rusticolus* x *F. biarmicus*); **WB:** Wander-Berber-Falke (*F. peregrinus* x *Falco peregrinus pelegrinoides*)
ll: laterolateral; **vd:** ventrodorsal;

Mittels eines t-Testes für gepaarte Stichproben konnte nachgewiesen werden, dass der rechte Leberlappen in seiner ventrodorsalen Ausdehnung signifikant größer ist als der linke Leberlappen ($p < 0,001$). Zwischen der ventrodorsalen Ausdehnung des rechten und des linken Lappens besteht eine hoch signifikante Korrelation ($r = 0,700$, $p < 0,001$).

4.5.2 Messungen in der sagittalen Schnittebene

Von den 58 im CT untersuchten Falken (90,6 %) konnten bei 57 Tieren (89,1 %) in der sagittalen Schnittebene Messungen der maximalen ventrodorsalen Ausmaße sowie Messungen der craniocaudalen Ausdehnung der Leber vorgenommen werden

(Tabelle 17). Bei einem Tier (Falke Nr. 23) war durch Datenverlust keine Umrechnung in sagittale Schnittbilder möglich.

Für die computertomographischen Messungen konnten keine geschlechterspezifischen Unterschiede der Leberausdehnungen festgestellt werden (t-Test für unabhängige Stichproben). Deshalb wird im Folgenden auf die geschlechterspezifische Auftrennung der Daten verzichtet.

Tabelle 17.: Anzahl (n), Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (s) der in der sagittalen computertomographischen Schnittbildebene erfassten Lebermaße bei verschiedenen Falkenarten

Art	n	vd St – Basis		vd St – dorsal		cc Spitze - caudal		cc Basis - caudal	
		MW [mm]	s [mm]	MW [mm]	s [mm]	MW [mm]	s [mm]	MW [mm]	s [mm]
GS	34	38,9	4,9	45,3	5,4	35,7	5,9	39,1	5,6
G	11	40,9	3,8	46,9	5,0	39,4	8,1	42,3	8,2
W	3	34,7	2,5	41,0	2,6	39,3	2,5	32,0	3,6
S	4	37,3	3,3	41,3	6,1	27,8	5,7	34,0	2,9
L	2	31,5	2,1	35,5	0,7	25,0	2,8	31,0	5,7
GW	1	43,0	--	48,0	--	32,0	--	38,0	--
GL	1	42,0	--	47,0	--	41,0	--	39,0	--
WB	1	33,0	--	39,0	--	30,0	--	29,0	--

GS: Ger-Saker-Falke (*Falco rusticolus* x *F. cherrug*); **G:** Gerfalke (*F. rusticolus*); **W:** Wanderfalke (*F. peregrinus*); **S:** Sakerfalke (*F. cherrug*); **L:** Lannerfalke (*F. biarmicus*); **GW:** Ger-Wander-Falke (*F. rusticolus* x *F. peregrinus*); **B:** Berberfalke (*Falco peregrinus pelegrioides*); **GL:** Ger-Lanner-Falke (*F. rusticolus* x *F. biarmicus*); **WB:** Wander-Berber-Falke (*F. peregrinus* x *Falco peregrinus pelegrioides*)
vd: ventrodorsal; **St:** Sternum; **Basis:** Herzbasis; **cc:** craniocaudal; **Spitze:** Herzspitze

4.5.3 Korrelationen der CT-Diameter untereinander

Die ventrodorsalen Leberdiameter der axialen Schnittbilder korrelieren jeweils hoch signifikant mit den ventrodorsalen Leberdiameter der sagittalen Schnittbilder ($p < 0,001$).

Einen besonders deutlichen Zusammenhang zeigen hierbei die axial vd rechts bzw. axial vd links gemessenen Leberausdehnungen jeweils mit dem im sagittalen Bild

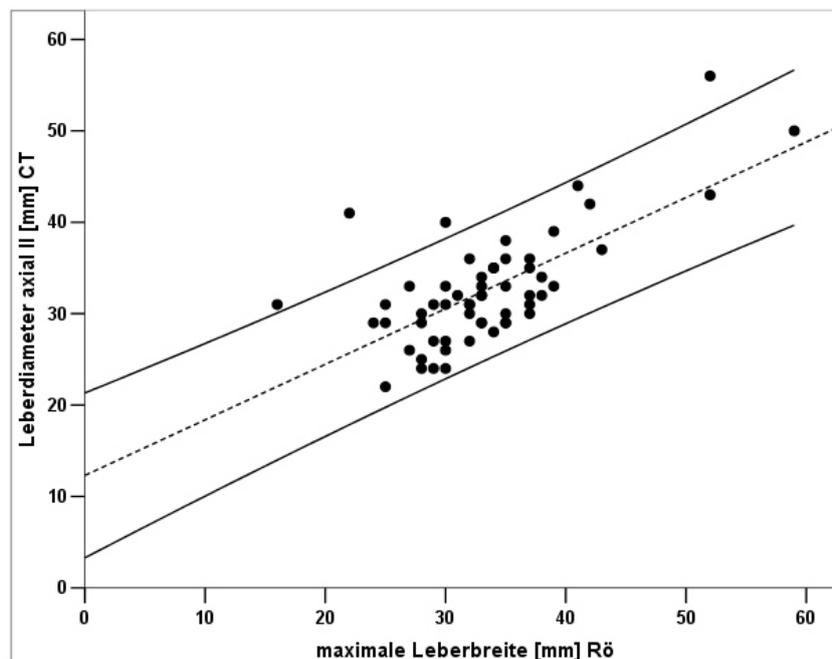
gemessenem vd St-dorsal ($r_{\text{rechter Leberlappen}} = 0,770$, $r_{\text{linker Leberlappen}} = 0,630$). Die Korrelation von axial vd rechts bzw. links jeweils mit dem sagittal gemessenen vd St-Basis ist zwar ebenfalls vorhanden und hoch signifikant ($p < 0,001$), jedoch in ihrer Ausprägung nicht so deutlich ($r_{\text{rechter Leberlappen}} = 0,614$, $r_{\text{linker Leberlappen}} = 0,450$).

Auch die beiden im sagittalen Schnittbild erfassten ventrodorsalen Lebermaße korrelieren sehr gut miteinander ($r = 0,773$, $p < 0,001$).

Außerdem besteht eine hoch signifikante Korrelation aller ventrodorsaler Lebermaße mit jeweils allen craniocaudalen Lebermaßen ($p < 0,001$).

4.5.4 Zusammenhang zwischen CT- und Röntgenmaßen

Zwischen den laterolateralen Lebermaßen im axialen CT-Bild und denen im Röntgenbild auf Höhe des 8. BWK ($r = 0,711$; $p < 0,001$) sowie auf Höhe der maximalen Leberausdehnung ($r = 0,693$, $p < 0,001$) besteht jeweils eine hoch signifikante Korrelation (siehe Abbildung 19).



Gestrichelte Linie: Ausgleichsgerade;

Bereich zwischen den durchgezogenen Linien: 95 %-Konfidenzintervall

Abbildung 19.: Zusammenhang der laterolateral gemessenen Leberausdehnungen im axialen CT-Schnittbild mit der röntgenologisch erfassten maximalen Leberbreite

Zwischen den röntgenologisch erfassten Leberbreiten (auf Höhe des 8. BWK sowie maximale Leberbreite) besteht jeweils eine Korrelation sowohl mit den computertomographisch erfassten Lebermaßen axial vd rechts ($r_{\text{BWK}} = 0,530$; $r_{\text{max}} = 0,635$; $p < 0,001$) als auch axial vd links ($r_{\text{BWK}} = 0,636$; $r_{\text{max}} = 0,662$; $p < 0,001$).

4.5.5 Erstellung der computertomographisch erfassbaren Leber/Sternum-Ratios

Aus den im computertomographischen Bild gemessenen Leberausdehnungen und den jeweiligen im Röntgenbild erfassten Sternumlängen wurde der Quotient Leberdimension/Sternumlänge gebildet (CT-Leber/Sternum-Ratio), siehe Tabelle 18. Dadurch ist eine Auftrennung nach der Falkenart und nach Geschlecht nicht nötig.

Tabelle 18.: Anzahl (n), Mittelwert (MW), Standardabweichung (s) der CT-Leber/Sternum-Ratios aller Falken

Leberdimension/Sternum-Ratio	n	MW	s
axial II	58	0,40	0,08
axial vd rechts	58	0,54	0,07
axial vd links	58	0,46	0,09
sag vd St – Basis	57	0,47	0,05
sag vd St – dorsal	57	0,54	0,06
sag cc Spitze – caudal	57	0,42	0,07
sag cc Basis – caudal	57	0,47	0,07

II: laterolateral; vd: ventrodorsal; cc: craniocaudal; St: Sternum; Basis: Herzbasis; Spitze: Herzspitze

4.5.6 Ermittlung von Richtwertbereichen für CT-Leber/Sternum-Ratios

Mittels einer ANOVA-Untersuchung wurde festgestellt, dass eine zugrunde liegende hochgradige Nekrose ($n = 3$) zu einer signifikant größeren CT-axial-II-Leber/Sternum-Ratio im Vergleich zu Leber/Sternum-Ratios bei minimaler ($n = 17$), geringgradiger ($n = 10$), mittelgradiger ($n = 8$) oder ohne Nekrose ($n = 24$) führt ($p < 0,05$).

Eine zugrunde liegende hochgradige Amyloidose ($n = 3$) führt zu einer signifikant größeren CT-axial-II-Leber/Sternum-Ratio im Vergleich zu dieser ohne Amyloidose ($n = 57$) oder mit mittelgradiger Amyloidose ($n = 2$) ($p < 0,005$).

Es konnte ein statistisch signifikanter Einfluss von Amyloidose und Nekrose auf axial II, aber nicht auf die anderen computertomographisch erfassten Lebermaße bzw. die daraus gebildeten Ratios festgestellt werden.

Aufgrund des signifikanten Einflusses der hochgradigen Nekrose und der hochgradigen Amyloidose wurden die davon betroffenen Tiere (Falken Nr. 35, 67, 68) aus der Richtwörterstellung für die CT-Leber/Sternum-Ratios ausgeschlossen. Daher ergeben sich, abgeleitet aus den in Tabelle 18 aufgeführten Mittelwerten, nach Ausschluss der oben genannten Tiere folgende Richtwertbereiche für die CT-Leber/Sternum-Ratios (Tabelle 19).

Tabelle 19.: Richtwertbereiche der CT-Leber/Sternum-Ratios

CT-Leber/Sternum-Ratio	n	Perzentile			
		2,5	5	95	97,5
Axial II	55	0,273	0,282	0,532	0,590
Axial vd rechts	55	0,393	0,409	0,655	0,672
Axial vd links	55	0,284	0,298	0,601	0,625
Sagittal vd St – Basis	54	0,363	0,369	0,575	0,604
Sagittal vd St – dorsal	54	0,410	0,433	0,668	0,681
Sagittal cc Spitze – caudal	54	0,281	0,315	0,590	0,608
Sagittal cc Basis – caudal	54	0,351	0,374	0,608	0,654

II: laterolateral; vd: ventrodorsal; St: Sternum; cc: craniocaudal; Basis: Herzbasis; Spitze: Herzspitze

4.6 Computertomographische Leberdichtemessungen

4.6.1 Messungen der CT-Dichten

Die Leberdichten (angegeben in Hounsfield-Units, HU) konnten im axialen Schnittbild nativ sowie 50 Sekunden nach Kontrastmittelgabe bei 57 Tieren (89,1 %) und 5 Minuten nach Kontrastmittelgabe bei 53 Tieren (82,8 %) bestimmt werden. Sechs Tiere (9,4 %) konnten aufgrund technischer Probleme des CT-Gerätes gar nicht untersucht werden. Die fehlenden Werte der Kontrastmittel-Untersuchungen waren auf Bewegungsartefakte zurückzuführen.

Es bestehen keine signifikanten Unterschiede der nativen Leberdichten zwischen den unterschiedlichen Falkenarten sowie zwischen den männlichen und weiblichen

Tieren (ANOVA-Statistik). Deshalb wurde bei der Darstellung der Leberdichten auf eine Arten- und Geschlechterunterteilung verzichtet (Tabelle 20).

Tabelle 20.: Anzahl (n), Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (s) der zu verschiedenen Zeitpunkten im CT-Bild gemessenen Leberdichten aller untersuchter Falken

CT-Charakteristika	Ort der Messung	n	MW [HU]	s [HU]
nativ	Rechter Leberlappen	57	63,66	8,23
	Linker Leberlappen	57	65,69	8,44
50 sek post KM	Rechter Leberlappen	57	177,51	37,86
	Linker Leberlappen	57	183,98	41,89
5 min post KM	Rechter Leberlappen	53	134,78	32,61
	Linker Leberlappen	53	140,30	33,49

CT: Computertomographie; HU: Hounsfield Units; sek: Sekunden; min: Minuten; KM: Kontrastmittel

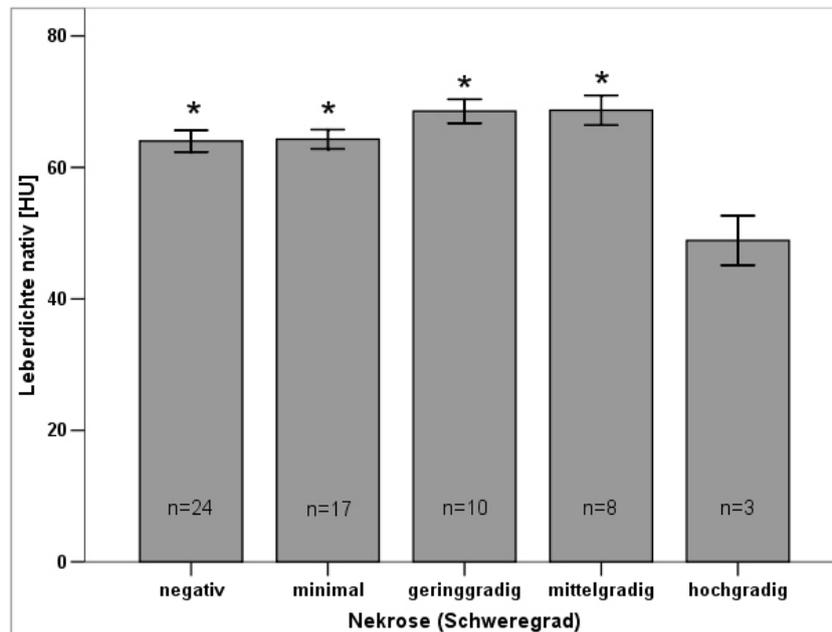
Es konnte nachgewiesen werden, dass die Dichtewerte des rechten und des linken Leberlappens zu jedem Zeitpunkt der Dichtemessung eine hoch signifikante Korrelation ($p < 0,001$) aufweisen. Dabei ist der Dichtewert des linken Leberlappens sowohl im nativen Bild ($p = 0,028$) als auch in den beiden Kontrastmittelaufnahmen jeweils signifikant größer ($p < 0,001$) als der des rechten Leberlappens (t-Test für gepaarte Stichproben).

4.6.2 Ermittlung von Richtwertbereichen für computertomographische Leberdichtemessungen

Aufgrund der nachgewiesenen Korrelation der Dichten zwischen rechtem und linkem Leberlappen (siehe oben) wurde für jeden Falken eine mittlere Leberdichte berechnet. Mit diesem Wert konnten die Einflüsse von zugrunde liegenden histopathologischen Diagnosen auf die Leberdichten einfacher und übersichtlicher dargestellt werden.

Mittels einer ANOVA-Untersuchung konnte festgestellt werden, dass eine zugrunde liegende hochgradige Nekrose ($n = 3$) zu einer signifikant verringerten nativen Leberdichte führt im Vergleich zu anderen Nekroseschweregraden sowie zu Lebern ohne Nekrose ($n = 24$) ($p < 0,005$), siehe Abbildung 20.

Bei den kontrastmittelangereicherten Leberdichten konnte kein Einfluss der Nekrose nachgewiesen werden.

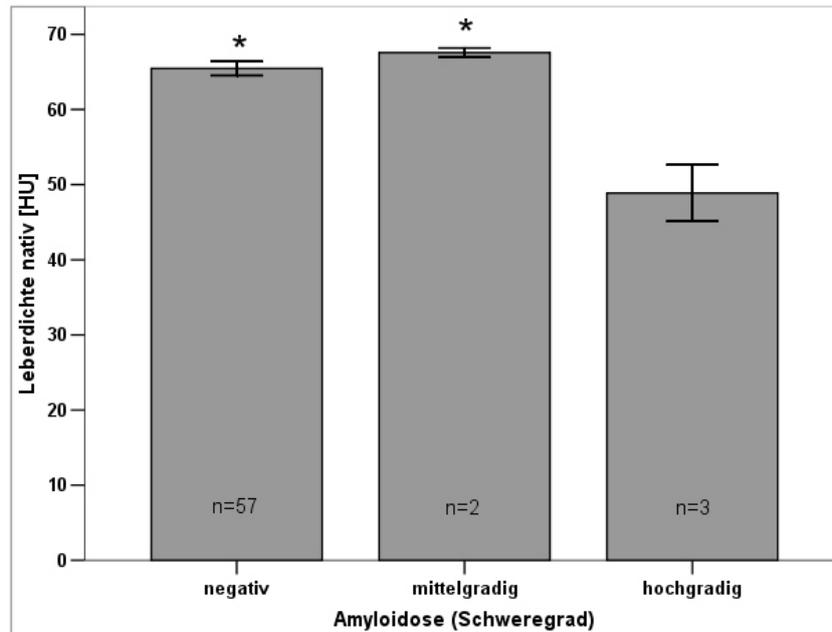


* $p < 0,05$ im Vergleich zur nativen Leberdichte bei hochgradiger Nekrose

Abbildung 20.: Mittelwerte (\pm Standardfehler) der nativen Leberdichte im rechten und linken Leberlappen, aufgeteilt nach den histologisch diagnostizierten Schweregraden der Nekrose

Wie der Abbildung 21 zu entnehmen ist, führt eine hochgradige Amyloidose ($n = 3$) zu einer signifikanten Abnahme der nativen Leberdichte im Vergleich zu Lebern ohne Amyloidose ($n = 57$) ($p < 0,001$) oder Lebern mit mittelgradiger Amyloidose ($n = 2$) ($p = 0,011$).

Bei den kontrastmittelangereicherten Leberdichten konnte kein Einfluss der Amyloidose nachgewiesen werden.



* $p < 0,05$ im Vergleich zur nativen Leberdichte bei hochgradiger Amyloidose

Abbildung 21.: Mittelwerte (\pm Standardfehler) der nativen Leberdichte im rechten und linken Leberlappen, aufgeteilt nach den histologisch diagnostizierten Schweregraden der Amyloidose

Die histopathologischen Diagnosen Hepatitis, Degeneration und Cholestase weisen keinen Einfluss auf die nativen sowie die kontrastmittelhaltigen Leberdichten auf.

Für die Diagnosen Kapselfibrose, Gefäßfibrose, interstitielle Fibrose, Cholangitis, Eisen- bzw. Gallepigmenteinlagerung und Leberstauung waren aufgrund zu geringer Fallzahlen keine statistischen Berechnungen für die Einflussnahme auf die Leberdichten möglich.

Aufgrund des nachgewiesenen Einflusses der hochgradigen Nekrose und der hochgradigen Amyloidose auf die native Leberdichte wurden die davon betroffenen Tiere (Falken Nr. 35, 67, 68) aus der Richtwerterstellung für die Leberdichten ausgeschlossen. Daher ergeben sich, abgeleitet aus den in Tabelle 20 aufgeführten Mittelwerten, nach Ausschluss der oben genannten Tiere folgende Richtwertbereiche für die Leberdichten (Tabelle 21).

Tabelle 21.: Richtbereiche der im CT-Bild gemessenen Leberdichten des rechten und linken Leberlappens bei Falken

Leberdichte [HU]		n	Perzentile			
			2,5	5	95	97,5
Nativ	Rechter Leberlappen	54	43,65	52,14	75,98	80,49
	Linker Leberlappen	54	53,20	54,75	80,08	82,52
50 sek post KM	Rechter Leberlappen	54	75,00	105,36	230,58	299,76
	Linker Leberlappen	54	80,65	106,61	247,28	327,12
5 min post KM	Rechter Leberlappen	50	64,24	73,01	192,07	242,93
	Linker Leberlappen	50	69,32	77,16	199,68	249,81

HU: Hounsfield Units; sek: Sekunden; min: Minuten; KM: Kontrastmittel

4.7 Sonographie

Bei 63 Falken (98,4 %) konnte eine sonographische Untersuchung durchgeführt werden. Ein Tier konnte aufgrund technischer Probleme des Ultraschallgerätes nicht untersucht werden.

57 Falken (89,1 %) zeigten sonographisch eine als physiologisch eingestufte homogene Leberstruktur, siehe Abbildung 22. Dem gegenüber konnten bei sechs Tieren (9,4 %) qualitative Veränderungen der Lebertextur festgestellt werden. Zwei (3,1 %) dieser Falken zeigten ein zwar homogenes, aber deutlich echoreicheres Ultraschallbild (Falken Nr. 13, 47), siehe Abbildung 23. Bei drei (4,7 %) weiteren Tieren war das Lebergewebe inhomogen und deutlich echoreicher (Falken Nr. 34, 35, 48). Ein Falke (1,6 %) zeigte inhomogenes Lebergewebe mit lokalen echoarmen Bezirken (Falke Nr. 67).

Bei Falke Nr. 35 konnte zusätzlich in großer Menge Flüssigkeitsansammlung in den Leberbauchfellsäcken (Aszites) nachgewiesen werden.

Alle Einzeldaten können dem Anhang 8 (Kapitel 9) entnommen werden.

Die Art der Strukturveränderungen lässt aufgrund der geringen Fallzahl allerdings keine Rückschlüsse auf die zugrunde liegende histologische Diagnose zu.

Bei keinem der untersuchten Falken konnte eine Herzerkrankung als Ursache einer strukturellen sonographischen Leberveränderung festgestellt werden.

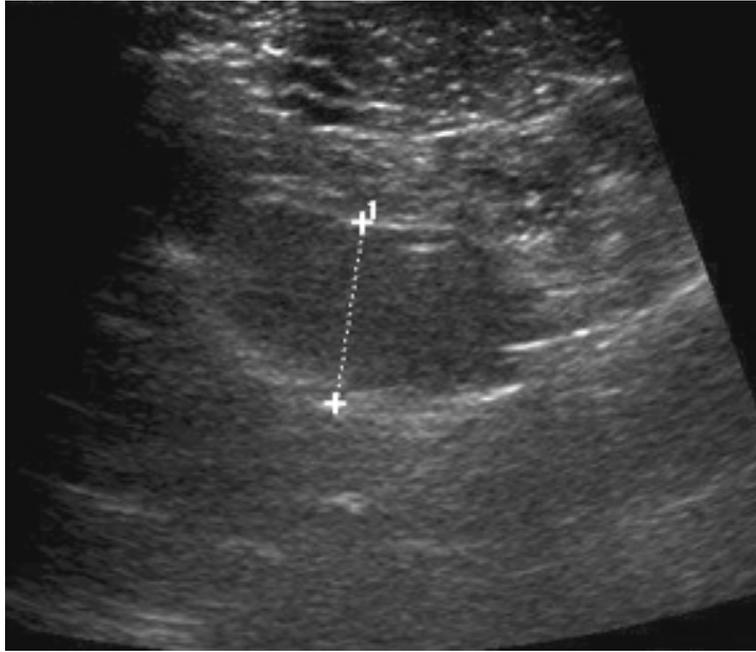


Abbildung 22.: Ultraschallbild, Falke Nr. 4, Querschnitt, sonographisch unauffällige Leber, mit Anschnitt der Gallenblase (Markierung 1)

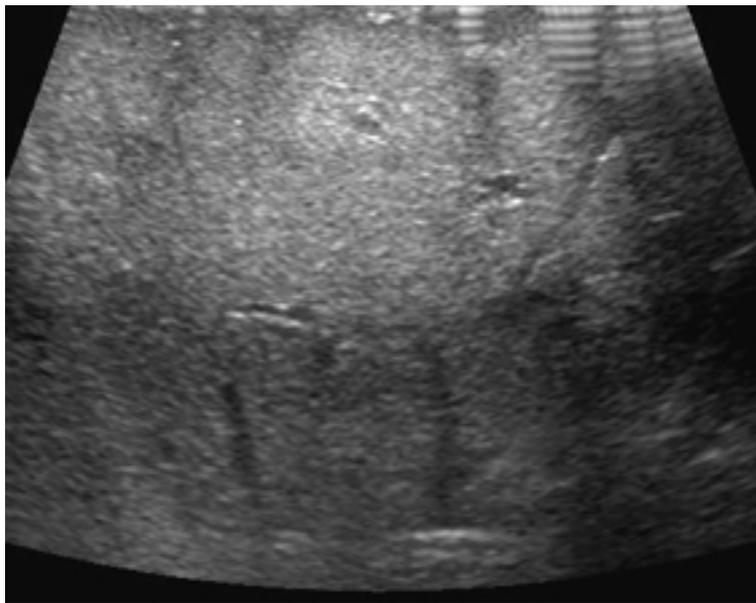


Abbildung 23.: Ultraschallbild, Falke Nr. 13, Querschnitt, echoreiche homogene Leberstruktur aufgrund hochgradiger Leberzirrhose

4.8 Endoskopie

4.8.1 Bestimmung der Farbe und des Schwellungsgrades der Leber

Bei 64 Falken (100 %) konnte eine endoskopische Untersuchung durchgeführt werden. Bei fünf Tieren (7,8 %) war allerdings die spezielle Untersuchung der Leber aufgrund sichtbehindernder Blutungen (aufgrund vorangegangener sonographisch geführter Biopsie) oder pathologisch-anatomischer Besonderheiten nicht möglich.

In der endoskopischen Untersuchung zeigte die Leber bei 45 Falken (70,3 %) die physiologische dunkelrote Farbe. Bei 14 Tieren (21,9 %) konnten Farbveränderungen erkannt werden. Dabei zeigten sechs Tiere (9,4 %) eine hellrote bis fleischfarbene Leber (Falken Nr. 38, 41, 43, 44, 58, 68), zwei Tiere (3,1 %) eine lehmfarbene bis gelbliche Leber (Falken Nr. 35, 67), ein Tier (1,6 %) eine dunkel marmorierte Leber (Falke Nr. 53) und fünf Tiere (7,8 %) eine dunkelrote Leber mit nur minimalen vereinzelt Farbveränderungen (Falken Nr. 16, 25, 45, 46, 50).

Bei 18 Tieren (28,1 %) konnten Schwellungen der Lebern mit Hilfe der Endoskopie entdeckt werden. Bei zwölf Falken (18,8 %) war die Leber geringgradig, bei vier Falken (6,3 %) mittelgradig (Falken Nr. 41, 53, 58, 73) und bei zwei Falken (3,1 %) hochgradig geschwollen (Falken Nr. 35, 67).

Auflagerungen auf der Leber konnten bei keinem der endoskopisch untersuchten Falken gefunden werden.

In der endoskopischen Untersuchung konnte bei 57 Falken (89,1 %) der Blutungsgrad infolge der etwa 4-6 Stunden zuvor erfolgten sonographisch gestützten Leberbiopsie bestimmt werden. Dabei waren bei 29 Tieren (45,3 %) keine Blutungen nach der Biopsie aufgetreten. Bei den verbleibenden Tieren konnten in 16 Fällen (25,0 %) geringgradige, in fünf Fällen (7,8 %) mittel- und in sieben Fällen (10,9 %) hochgradige Blutungen der Leber festgestellt werden.

Alle Einzeldaten können dem Anhang 7 (Kapitel 9) entnommen werden.

4.8.2 Korrelationen der endoskopisch erfassten Lebergröße mit Leber/Sternum-Ratios aus Röntgen und CT

Der endoskopisch festgestellte Grad der Leberschwellung korreliert mit der Rö-Leber-BWK/Sternum-Ratio ($r = 0,350$, $p = 0,008$), der Rö-Leber-max/Sternum-Ratio ($r = 0,419$, $p = 0,001$) sowie mit der erfassten CT-axial-II-Leber/Sternum-Ratio ($r = 0,553$, $p < 0,001$).

Zudem ergeben sich signifikante Korrelationen der endoskopisch festgestellten Leberschwellung mit der CT-axial-ventral-links-Leber/Sternum-Ratio ($r = 0,286$, $p = 0,038$) sowie mit den beiden CT-sagittal-ventral-links-Leber/Sternum-Ratios ($r_{\text{Spitze} - \text{caudal}} = 0,313$, $p = 0,024$; $r_{\text{Basis-caudal}} = 0,361$, $p = 0,009$).

4.8.3 Zusammenhang zwischen den zugrunde liegenden histopathologischen Diagnosen und den endoskopisch erfassten Parametern

Anhand eines Chi-Quadrat-Testes konnte eine statistisch signifikante Abhängigkeit zwischen dem endoskopisch erfassten Leberschwellungsgrad und den zugrunde liegenden Schweregraden der Nekrose gezeigt werden ($p < 0,001$).

Der Chi-Quadrat-Test zeigte außerdem eine statistisch signifikante Abhängigkeit zwischen den Leberschwellungsgraden und den Schweregraden der Amyloidose ($p = 0,001$) sowie den Schweregraden der Degeneration ($p = 0,007$).

Zwischen den histopathologisch gestellten Diagnosen Hepatitis, Gefäßfibrose sowie Cholestase und den Schwellungsgraden der Leber in der Endoskopie konnte keine statistisch nachzuweisende Abhängigkeit gezeigt werden.

Bezüglich der endoskopisch festgestellten Farbveränderungen der Lebern konnte für keine der zugrunde liegenden histopathologischen Diagnosen ein Einfluss nachgewiesen werden.

4.9 Vergleich der sonographisch und endoskopisch gestützten Biopsie

Von allen 64 Tieren (100 %) konnten Leberbiopsien entnommen werden.

Von vier der Falken (6,3 %) konnten nur die sonographisch und bei acht der Falken (12,5 %) nur die endoskopisch entnommenen Leberproben histopathologisch ausgewertet werden.

Bei den verbleibenden 52 Tieren (81,3 %) konnten sowohl die endoskopisch als auch die sonographisch entnommenen Lebergewebeproben histopathologisch ausgewertet werden. Dabei stimmten bei 19 (36,6 %) von 52 Tieren die gestellten Diagnosen der beiden Biopate bezüglich Art, Qualität, Lokalisation und Schweregrad

überein. Bei 23 (44,2 %) von 52 Tieren stimmten die jeweiligen histopathologischen Diagnosen in mindestens einem der spezifizierenden Punkte Qualität, Lokalisation oder Schweregrad nicht überein. Bei 10 (19,2 %) von 52 Tieren waren die Arten der gestellten Diagnosen in beiden Biopstaten unterschiedlich.

In der vorliegenden Arbeit wurden zum Vergleich mit der sonst gewählten 16G-Nadel für fünf Falken (Falken Nr. 59 – 63) 20G-Nadeln verwendet. Diese wesentlich kleineren Nadeln waren für die untersuchten Falken ungeeignet. Die Nadeln zeigten eine zu große Flexibilität. Das Eindringen der Nadel durch die Haut und die Leberkapsel war dadurch stark erschwert und die Führung der Nadel wurde ungenau. Außerdem konnte bei zwei der fünf 20G-bioptierten Falken kein Lebergewebe mehr in den histopathologischen Schnitten aufgefunden werden. Zusätzlich wurden bei vier der fünf mit der 20G-Nadel bioptierten Falken geringgradige Blutungen in Folge der sonographisch gestützten Biopsie festgestellt.

4.10 Blutuntersuchung

4.10.1 Blutchemie

Bei den 64 vorgestellten Tieren (100 %) wurden die Konzentrationen von AST, CK, GLDH, LDH, Albumin, Gesamteiweiß sowie Gallensäuren bestimmt. Aufgrund zu geringer Probenmengen konnten nur bei 58 Falken (90,6 %) ALT-Konzentrationen und bei 40 Falken (62,5 %) Cholesteroll untersucht werden.

Von allen untersuchten Tieren zeigten 47 Falken (73,4 %) unauffällige blutchemische Befunde bezüglich der untersuchten Leberparameter. Bei 16 Falken (25,0 %) war nur einer der blutchemischen Leberparameter verändert: 13 Tiere (20,3 %) zeigten erniedrigte LDH-Aktivitäten, ein Tier (1,6 %) eine erhöhte AST-Aktivität, ein Tier (1,6 %) eine erhöhte GLDH-Aktivität und ein Tier (1,6 %) einen erniedrigten Albuminwert. Ein weiterer Falke (1,6 %) mit dem histopathologischen Befund einer hochgradigen Leberzirrhose (Falke Nr. 13) zeigte drei veränderte blutchemische Leberparameter: eine erhöhte GLDH-Aktivität, einen erhöhten Gesamteiweißgehalt sowie einen erhöhten Gallensäurenwert.

Die Einzelwerte jedes Falken können dem Anhang 9 entnommen werden.

Aus den im Blut ermittelten Werten für Albumin und Gesamteiweiß wurde zusätzlich für jedes Tier das Verhältnis aus beiden Parametern berechnet (siehe Tabelle 22). Einziges Tier mit einem deutlich erniedrigten Albumin-Gesamteiweiß-Verhältnis von 0,23 (= 23 %) war Falke Nr. 13 mit einer zugrunde liegenden hochgradigen Leberzirrhose.

Tabelle 22.: Anzahl (n), Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (s) des Verhältnisses aus Albumin zu Gesamteiweiß bei verschiedenen Falkenarten

Art	n	MW	s
GS	35	0,42	0,07
G	11	0,40	0,05
W	7	0,42	0,07
S	4	0,39	0,04
L	2	0,38	0,02
GW	2	0,35	0,04
B	1	0,57	--
GL	1	0,31	--
WB	1	0,39	--

GS: Ger-Saker-Falke (*Falco rusticolus* x *F. cherrug*); **G:** Gerfalke (*F. rusticolus*); **W:** Wanderfalke (*F. peregrinus*); **S:** Sakerfalke (*F. cherrug*); **L:** Lannerfalke (*F. biarmicus*); **GW:** Ger-Wander-Falke (*F. rusticolus* x *F. peregrinus*); **B:** Berberfalke (*Falco peregrinus pelegrioides*); **GL:** Ger-Lanner-Falke (*F. rusticolus* x *F. biarmicus*); **WB:** Wander-Berber-Falke (*F. peregrinus* x *Falco peregrinus pelegrioides*)

Anhand einer ANOVA-Untersuchung konnte gezeigt werden, dass die ALT-Konzentration bei einer zugrunde liegenden hochgradigen Nekrose signifikant höher ist gegenüber Tieren mit anderen Nekroseschweregraden (jeweils $p < 0,05$). Die ALT-Konzentration ist auch signifikant größer bei Tieren mit zugrunde liegender hochgradiger Amyloidose gegenüber Tieren ohne Leberamyloidose ($p = 0,002$).

Bei einer zugrunde liegenden hochgradigen Degeneration der Leber steigt die Konzentration der Gallensäuren signifikant an im Vergleich zu Lebern ohne Degeneration oder Lebern mit gering- oder mittelgradiger Degeneration (jeweils $p < 0,05$). Ebenso ist die Konzentration der LDH signifikant höher bei Tieren mit hochgradiger Leberdegeneration gegenüber solchen ohne oder mit minimaler Degeneration (jeweils $p < 0,05$).

4.10.2 Hämatokrit

Bei 63 Falken (98,4 %) konnte der Hämatokrit gemessen werden. Bei einem Tier (1,6 %) konnte die Messung wegen zerbrochener Hämatokrit-Röhrchen nicht erfolgen.

Sechs Tiere (9,4 %) wiesen einen Hämatokrit auf, der unterhalb des Richtbereiches lag (Falken Nr. 4, 5, 7, 13, 35, 67). Ein Falke (1,6 %) wies mit 60 % einen erhöhten Hämatokrit auf (Nr. 48).

Die Mittelwerte und Standardabweichungen der gemessenen Hämatokrit-Werte können der Tabelle 23 entnommen werden. Der signifikante Unterschied zwischen männlichen und weiblichen Falken wurde mittels eines t-Testes für unabhängige Stichproben ermittelt.

Tabelle 23.: Anzahl (n), Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (s) des Hämatokrits aller Falken, Auftrennung nach Geschlecht

Parameter	männlich			weiblich			p
	n	MW	s	n	MW	s	
Hämatokrit [%]	32	51,2	4,9	31	48,1	4,3	0,012

Anhand einer ANOVA-Untersuchung konnte gezeigt werden, dass bei einer zugrunde liegenden hochgradigen Amyloidose der Hämatokrit signifikant niedriger ist als bei Tieren ohne Leberamyloidose ($p = 0,038$).

4.10.3 Hämatologie

4.10.3.1 Leukozytenzahl und Differenzialblutbild

Von allen 64 untersuchten Falken (100 %) konnten hämatologische Untersuchungen mit Schätzung der Gesamtleukozytenzahl pro μl Blut und Differenzialblutbild vorgenommen werden. Die entsprechenden Ergebnisse dieser Untersuchungen, angegeben als Mittelwerte mit Standardabweichungen, können der Tabelle 24 entnommen werden.

Tabelle 24.: Anzahl (n), Mittelwerte (MW), Standardabweichungen (s) der hämatologischen Parameter sowie Mediane, Perzentile 25 und 75 aller Falken (n = 64)

Parameter	n	MW	s	25.	Median	75.
Leukozyten [1/ μ l]	64	14488	8027	9542	12983	16825
Heterophile Granulozyten [%]	64	72,0	13,7	64,58	74,33	83,58
Lymphozyten [%]	64	26,4	13,3	15,38	24,42	32,15
Monozyten [%]	64	0,3	0,4	0,00	0,17	0,50
Eosinophile Granulozyten [%]	64	0,1	0,1	0,00	0,00	0,17
Basophile Granulozyten [%]	64	1,0	1,1	0,50	0,67	1,33

Der Falke Nr. 13 (mit histopathologisch nachgewiesener hochgradiger Leberzirrhose) zeigte eine deutlich erhöhte Gesamtzahl an Leukozyten (53867/ μ l Blut). Bei Ausschluss des Tieres Nr. 13 erhält man für die Gesamtleukozytenzahl der untersuchten Falken den Mittelwert von 13862 ± 6330 / μ l Blut.

Zusätzlich zu den üblichen hämatologischen Parametern wurden in dieser Arbeit im Rahmen des Differenzialblutbildes auch die toxischen heterophilen Granulozyten (siehe Abbildung 24) gezählt und als Anteil an der Gesamtzahl der heterophilen Granulozyten in Prozent angegeben. Dabei zeigten alle untersuchten Falken im Mittel einen Anteil von $8,7 \pm 8,0$ %.

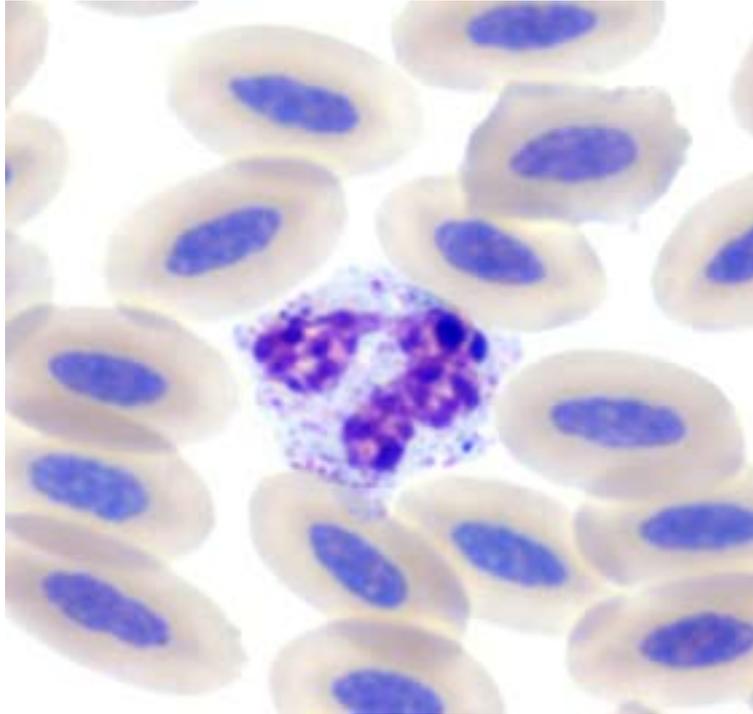


Abbildung 24.: Blutausstrich, Falke Nr. 58, modifizierte Wright-Giemsa-Färbung nach Samour (2006), toxischer heterophiler Granulozyt, gekennzeichnet durch leichte zytoplasmatische Basophilie sowie hochgradige Degranulation

4.10.3.2 Statistischer Zusammenhang zwischen histopathologischen Diagnosen und hämatologischen Parametern

Mittels einer ANOVA-Statistik wurde der Einfluss der in der Histopathologie gestellten Diagnosen auf die hämatologischen Parameter untersucht.

Es zeigte sich, dass Falken mit einer mittelgradigen Hepatitis eine signifikante Veränderung der Anteile an heterophilen Granulozyten ($p = 0,035$) und an Lymphozyten ($p = 0,036$) im Vergleich zu Falken ohne Hepatitis aufweisen. Dabei korreliert die Hepatitis invers mit den prozentualen Anteilen der heterophilen Granulozyten ($r = -0,365$, $p = 0,003$) und zeigt eine positive Korrelation mit den Anteilen der Lymphozyten ($r = 0,366$, $p = 0,003$).

Eine zugrunde liegende hochgradige Nekrose der Leber hat einen signifikanten Einfluss auf die Erhöhung der geschätzten Gesamtleukozytenzahl gegenüber Lebern ohne Nekrose bzw. Lebern mit minimaler, gering- oder mittelgradiger Nekrose (jeweils $p < 0,005$). Es konnte allerdings keine Korrelation der Nekrose und ihren Schweregraden mit der Anzahl der Leukozyten festgestellt werden.

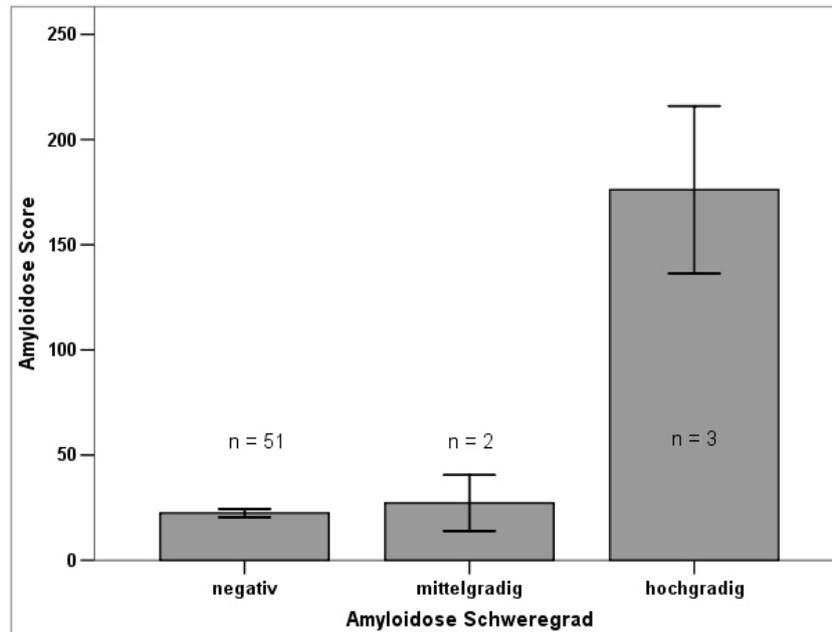
Eine zugrunde liegende hochgradige Degeneration der Leber hat einen hoch signifikanten Einfluss auf die Erhöhung der geschätzten Gesamtleukozytenzahl gegenüber Lebern ohne Degeneration bzw. Lebern mit minimaler, gering- oder mittelgradiger Degeneration (jeweils $p < 0,001$). Es konnte allerdings keine Korrelation der Degeneration und ihren Schweregraden mit der Anzahl der Leukozyten festgestellt werden.

Eine zugrunde liegende hochgradige Amyloidose der Leber führt zu einer hoch signifikanten Zunahme der geschätzten Gesamtleukozytenzahl gegenüber Lebern ohne Amyloidose bzw. Lebern mit mittelgradiger Amyloidose (jeweils $p < 0,001$). Bei mittel- und hochgradiger Amyloidose kommt es zu einer Zunahme der heterophilen Granulozyten (p zwischen den Gruppen = 0,076) sowie zu einer Abnahme der Lymphozyten (p zwischen den Gruppen = 0,085).

4.11 Klinische Amyloidosedagnostik

Mit Hilfe einfacher und in der Routinediagnostik erhältlicher Parameter wurde ein Amyloidose-Score zur Früherkennung der Leberamyloidose bei Falken erstellt. Dazu wurden verschiedene Parameter aus der Röntgen- sowie der Blutuntersuchung miteinander multipliziert, für die jeweils eine Veränderung bei zugrunde liegender Amyloidose nachgewiesen werden konnte. Aus Abbildung 25 wird ersichtlich, dass man durch die Berechnung von $[\text{Rö-Leber-max/Sternum-Ratio} * (100 - \text{Hämatokrit}) * \text{ALT-Konzentration} * \text{Gesamtleukozytenzahl}]/100000$ einen deutlich erhöhten Amyloidose-Score ($= 176,1 \pm 68,9$) für die hochgradigen Amyloidosefälle ($n = 3$; 4,7 %) erhält. Diese lassen sich dadurch von Fällen ohne Amyloidose (Score = $22,4 \pm 14,0$) abheben.

Bei der Analyse anderer Parameterkonstellationen konnte keine deutliche Abgrenzung der mittelgradigen Amyloidosefälle (Score = $27,3 \pm 18,8$) ($n = 2$; 3,1 %) gegenüber Falken ohne Leberamyloidose bzw. gegenüber Falken mit hochgradiger Leberamyloidose erreicht werden. Auch durch Einbeziehung spezieller Untersuchungsverfahren, wie z. B. Leberdichtemessung im CT, ließ sich die Abgrenzung der Amyloidosefälle untereinander bzw. von Lebern ohne Amyloidose nicht verbessern.



* $p < 0,001$ im Vergleich zu Falken mit mittelgradigen Leberamyloidose sowie ohne Leberamyloidose

Abbildung 25.: Darstellung eines Amyloidose-Scores zur Diagnose einer Leberamyloidose, berechnet aus $[\text{Rö-Leber-max/Sternum-Ratio} * (100\text{-Hämatokrit}) * \text{ALT} * \text{Gesamtleukozytenzahl}]/10^6$