

5 DISKUSSION

5.1 Gegenstand und Zielsetzung der Studie

Lebererkrankungen sind bei in Gefangenschaft gehaltenen Vögeln sehr weit verbreitet. Speziell bei Falken und auch anderen Greifvögeln bereitet die Diagnostik und eine daraus folgende Behandlung von Lebererkrankungen einige Schwierigkeiten, da sich bisher nur wenige Autoren mit dieser Problematik beschäftigt haben (Dean *et al.*, 2006; Dutton *et al.*, 2000; Heidenreich, 1995; Kinne *et al.*, 2007; Oaks *et al.*, 2005; Ramis *et al.*, 1994; Schrenzel *et al.*, 2005; Szabo *et al.*, 2004; Thomas *et al.*, 2002; Wernery *et al.*, 1998).

Um die im Spätstadium oft schwerwiegenden Erkrankungsfälle (Hochleithner *et al.*, 2006) bereits frühzeitig erkennen und somit gegebenenfalls erfolgreich behandeln zu können, wurden für diese Arbeit 64 Falken (32 männliche und 32 weibliche) aus einem Bestand eines Falkenzüchters mit verschiedenen bildgebenden Verfahren auf Lebererkrankungen untersucht. Dazu gehörten die Röntgendiagnostik, die Computertomographie inklusive Kontrastmitteluntersuchung, die Ultraschalluntersuchung sowie die Endoskopie. Blutchemische und hämatologische Untersuchungen komplettierten die Diagnostik. Tatsächlich vorliegende Lebererkrankungen wurden mittels histopathologischer Untersuchungen von entnommenen Lebergewebeproben bestimmt.

Ziel dieser Arbeit war es, die bildgebenden Verfahren im Hinblick auf ihre Aussagekraft zur Diagnostik von Lebererkrankungen zu überprüfen. Es sollten Richtwerte und Beurteilungskriterien für einzelne bildgebende Verfahren und ihre Anwendung bei Falken erstellt werden. Zusätzlich sollten sowohl in den bildgebenden Verfahren als auch in den Blutuntersuchungen Parameter festgelegt werden, die beim Auftreten bestimmter Lebererkrankungen verändert sind und die in der Praxis wichtige Hinweise auf die zugrunde liegende Erkrankung liefern können.

5.2 Anamnese, allgemeine Untersuchung

Alle für diese Arbeit untersuchten Tiere wurden unter gleichen Bedingungen gehalten und gefüttert, so dass eine bestmögliche Vergleichbarkeit der Ergebnisse und Daten gewährleistet wurde. Zur Untersuchung kamen sowohl Alt- als auch Jungtiere, die alle körperlich ausgewachsen waren.

Von 64 vorgestellten Tieren zeigten 31 Falken nach eingehender Anamnese unterschiedliche Vorerkrankungen. Nur bei drei Tieren ließen die vorberichtlich angegebenen Symptome im Vergleich mit der entsprechenden Literatur (Battison *et al.*, 1996; Clyde *et al.*, 1996; Pees, 2004 b) einen Verdacht auf eine Lebererkrankung zu: eine deutliche abdominale Schwellung bei Falke Nr. 67 sowie grünliche Kotverfärbungen bei Falken Nr. 13 und 32. Hierdurch wird deutlich, dass Lebererkrankungen nur mit Hilfe weiterer spezieller Untersuchungen diagnostiziert werden können.

Im Rahmen der allgemeinen Untersuchung wurde das Gewicht jedes Falken ermittelt. Das Gewicht eines Greifvogels ist aufgrund von eventuellen Abmagerungsprozessen infolge bestimmter Grunderkrankungen sowie aufgrund unterschiedlicher Füllungszustände des Magen-Darm-Traktes ein relativ ungenauer Einzelparameter. Das Körpergewicht kann also nur eine sinnvolle Aussage über den Gesundheitszustand des Vogels geben, wenn eine Verlaufsentwicklung des Gewichtes über einen längeren Zeitraum zur Verfügung steht.

5.3 Röntgen

In der Vogelmedizin ist die Röntgendiagnostik ein routinemäßig eingesetztes bildgebendes Verfahren (Krautwald *et al.*, 1987) und wurde deshalb auch in dieser Arbeit verwendet. Entscheidend für eine gute Röntgenaufnahme des Abdominalbereichs beim Greifvogel ist ein möglichst leerer Magen-Darm-Trakt ohne Gewölle (Pees, 2008). Zum Zeitpunkt der für diese Studie durchgeführten Röntgenuntersuchungen hungerten die jeweiligen Tiere für mindestens 16 Stunden. Dies war für die meisten untersuchten Falken ausreichend und ermöglichte eine kontrastreiche und exakte Darstellung der Leber und der angrenzenden Abdominalorgane. Bei 19 Falken allerdings waren noch geringe Mengen an Gewölle im Magen vorhanden. Bei stärkerer Füllung des Magens zum Untersuchungszeitpunkt könnte das die Untersuchung der Leber und Messungen der Leberausdehnung beeinträchtigen und müsste entsprechend bei der Auswertung berücksichtigt werden.

Bisher existieren in der Literatur nur wenige Veröffentlichungen, die sich mit der radiologischen Untersuchung der Leber des Greifvogels bzw. speziell des Falken beschäftigen. An Psittaciden und nur vereinzelt an Wild- und Greifvögeln sind vor allem Messungen knöcherner Strukturen und Messungen der Herzsilhouette im Röntgenbild erfolgt (Hanley *et al.*, 1997; McMillan, 1994; Straub *et al.*, 2002).

Die Messung der Herzbreite erweist sich als sinnvoll, um die im ventrodorsalen Röntgenbild aus Herz- und Lebersilhouette gebildete Sanduhrform richtig beurteilen zu können. Anhand der Herzgröße lassen sich gewisse Rückschlüsse auf die relative Lebergröße ziehen. Außerdem können Vergrößerungen des Herzschattens im Röntgenbild Hinweise auf stauungsbedingte Leberschwellungen infolge schwerer Herzerkrankungen geben (Karsai, 1994).

In der vorliegenden Studie wurden zum Vergleich der relativen Herzgröße bei Falken verschiedener Körpergrößen die jeweiligen Verhältnisse aus Herzbreite zu Thoraxbreite gebildet. Die in dieser Arbeit ermittelten Herzbreite-zu-Thoraxbreite-Quotienten liegen im Mittel bei $0,605 \pm 0,046$ ($\approx 60,5 \% \pm 4,6 \%$). Damit liegen die Durchschnittswerte der untersuchten Falken über den in der Literatur angegebenen Herzbreite-zu-Thoraxbreite-Verhältnissen von allgemein 50 % (McMillan, 1994) bzw. 55 % für Psittaciden (Straub *et al.*, 2002). Mögliche pathologische kardiale Prozesse als Ursache für die größeren Verhältnisse konnten in den echokardiographischen Untersuchungen im Rahmen des Leberultraschalls ausgeschlossen werden.

Als weiteren Vergleichspunkt für die Messung der relativen Herzgröße wurde die Sternumlänge herangezogen. Die in der vorliegenden Studie untersuchten Falkenarten lagen mit $0,418 \pm 0,030$ ($\approx 41,8 \% \pm 3,0 \%$) im Mittel jedoch über dem von Straub *et al.* (2002) für Psittaciden angegebenen Herzbreite-zu-Sternumlängen-Verhältnis von 39 %.

Die unterschiedlichen Größenverhältnisse bei den untersuchten Falkenarten im Vergleich zu den von Straub *et al.* (2002) untersuchten Psittaciden verdeutlichen die Wichtigkeit der Etablierung solcher Richtwerte für die verschiedenen Vogelarten. Die Übertragung der Werte auf eine andere Vogelart könnte hier zu Fehldiagnosen führen.

Über die Form und Größe der Leber im Röntgenbild existieren bisher nur ungenaue und relative Angaben, die sich in der ventrodorsalen Aufnahme auf das subjektiv empfundene Größenverhältnis der Leber zum Herzen (Beregi *et al.*, 1999; Krautwald

et al., 1987; Pees, 2004 a) bzw. in der laterolateralen Aufnahme auf die Lage des Muskelmagens stützen (Pees, 2004 a). Ausgehend von Messungen, die Straub (2002) am Herzschatten von Psittaciden durchführte, sind in der vorliegenden Arbeit exakte Messungen der Lebern von Falken erstellt und Verhältnisse der Lebermaße zu verschiedenen anatomischen Strukturen des Vogelkörpers gebildet worden. Als Bezugsparameter für die Lebermaße wurde in dieser Studie die Sternumlänge herangezogen. Hierbei konnte für die untersuchten Falken eine deutliche Korrelation der Sternumlänge mit der Herzbreite ($r = 0,771$, $p < 0,001$) sowie mit der Thoraxbreite ($r = 0,721$, $p < 0,001$) nachgewiesen werden. Darauf aufbauend wurde die Sternumlänge als geeigneter Vergleichsparameter auch für die Bestimmung der relativen Lebergröße der untersuchten Falken herangezogen. Das Sternum lässt sich sehr einfach und exakt in der laterolateralen Röntgenaufnahme jeden Vogels messen und wurde bereits für andere Vogelarten als Bezugspunkt für die vergleichende Messung innerer Organe verwendet (Hanley *et al.*, 1997; Straub *et al.*, 2002).

In den Ergebnissen der für diese Arbeit untersuchten Falken korreliert die Sternumlänge mit der im Röntgenbild gemessenen maximalen Leberbreite ($r = 0,299$, $p = 0,017$), jedoch nicht mit der Leberbreite auf Höhe des 8. Brustwirbelkörpers (BWK) ($r = 0,088$, $p = 0,495$). Allerdings besteht eine deutliche Korrelation zwischen der Leberbreite auf Höhe des 8. BWK und der maximalen Leberbreite ($r = 0,840$, $p < 0,001$), weshalb die Bildung eines Verhältnisses zum Sternum bei beiden Lebermaßen gerechtfertigt ist. So zeigen auch die Rö-Leber-max/Sternum-Ratio und die Rö-Leber-BWK/Sternum-Ratio eine deutliche Korrelation ($r = 0,860$, $p < 0,001$). An diesen starken Zusammenhängen der röntgenologischen Lebermaße bzw. ihrer Ratios untereinander, lässt sich zumindest erkennen, dass die Leberform jeden Tieres eine gewisse Konstanz aufweist.

Die Messung der maximalen Leberbreite eignet sich besser für vergleichende Größenangaben bei den untersuchten Falkenarten, abgeleitet aus den nachgewiesenen Korrelationen der maximalen Leberbreite mit dem Sternum ($r = 0,299$, $p = 0,017$). Obwohl die einheitliche Messung auf Höhe des 8. BWK sinnvoll und besser vergleichbar erscheint, ist die Leber kein starres Organ. Vielmehr wird die Leber des Vogels in ihrer Lage als Ganzes sowie in der Lage ihrer Leberlappen von verschiedenen Faktoren beeinflusst: z. B. Lage und Füllungszustand des Magen-Darm-Traktes (Pees, 2008), eventuelle Größenveränderungen des Herzens,

raumfordernde Prozesse im Bereich von Herz, Leber, Magen oder Luftsäcken (Beregi *et al.*, 1999; Krautwald *et al.*, 1987; Pees, 2004 a; Randell *et al.*, 1981) sowie Legetätigkeit bei weiblichen Vögeln. Zusätzlich fehlt den Vögeln das Zwerchfell, welches beim Säugetier die deutlich stabilere Position der Leber im Bauchraum unterstützt. Daraus lässt sich ableiten, dass beim Vogel selbst eine gesunde Leber in ihrer Lage verändert sein kann und somit die Leberbreite auf Höhe des 8. Brustwirbelkörpers zum Teil stark variieren kann. Für die Falkenarten in dieser Studie erwies es sich somit als sinnvoll die maximale Leberbreite zu messen und diese mit der Sternumlänge des jeweiligen Vogels ins Verhältnis zu setzen. Möglicherweise ist bei anderen Vogelarten mit mehrmals täglicher Fütterung bzw. einer konstanteren und gleichmäßigeren Füllung des Magen-Darm-Traktes die Messung der Leberbreite auf Höhe des 8. BWK besser geeignet als bei Greifvögeln und würde in diesen Fällen auch eine Korrelation mit der Sternumlänge zeigen.

Die für die untersuchten Falken gebildeten Ratios aus Leberbreite und Sternumlänge bergen den Vorteil, dass die dafür errechneten Richtwertbereiche speziesunabhängig für unterschiedlich große Falken angewendet werden können. Da für viele Falkenarten nicht ausreichend viele Individuen zur Bildung aussagekräftiger speziesspezifischer Richtwertbereiche zur Verfügung standen, ließen sich mit Hilfe der Ratios die angegebenen Perzentile für die Leberbreiten auf andere Falkenarten übertragen und somit vergleichen. Bei der Berechnung der Richtwertbereiche wurden nicht nur die einfache sondern auch die doppelte Standardabweichung als Perzentile angegeben. Falken mit Röntgen-Leber/Sternum-Ratios innerhalb der einfachen Standardabweichung ($BWK/Sternum\text{-}Ratio = 0,244 - 0,471$, $max/Sternum\text{-}Ratio = 0,286 - 0,532$) können als unauffällig bezüglich ihrer röntgenologisch ermittelten Lebergröße eingestuft werden. Tiere außerhalb der einfachen aber innerhalb der zweifachen Standardabweichung ($BWK/Sternum\text{-}Ratio = 0,203 - 0,527$, $max/Sternum\text{-}Ratio = 0,229 - 0,597$) bedürfen einer weiteren Abklärung und genaueren Untersuchung der Leber. Falken mit Röntgen-Leber/Sternum-Ratios außerhalb der zweifachen Standardabweichung lassen einen Verdacht auf eine unphysiologische Lebergröße zu, wobei dieser Verdacht durch andere Untersuchungsverfahren verifiziert werden muss.

Neben der in dieser Studie erhobenen histologischen Diagnose „hochgradige Leberamyloidose“ zeigte sich auch bei der „hochgradigen Lebernekrose“ ein hoch signifikanter Einfluss auf die röntgenologisch erfassten Lebermaße ($p < 0,05$). Eine

Amyloidose ist ein raumfordernder Prozess, bei dem das eigentliche organeigene Gewebe untergeht und größere Mengen des Amyloids an dessen Stelle treten. Organe mit hochgradiger Amyloidose sind stets deutlich vergrößert (Zöllner, 1997). Obwohl die Anzahl an Falken mit hochgradiger Amyloidose in dieser Studie sehr gering war ($n = 3$), war der Größenunterschied so deutlich, dass er statistisch nachzuweisen war ($p < 0,05$). Trotz des signifikanten Zusammenhangs zwischen röntgenologisch erfasster Lebergröße und der hochgradigen Amyloidose, reicht die Anzahl der untersuchten Falken sowie die Anzahl anderer nachgewiesener Lebererkrankungen (z. B. Leberstauung $n = 1$) nicht aus, um bei einer röntgenologischen Lebervergrößerung grundsätzlich nur auf eine Amyloidose schließen zu können. Es ist denkbar, dass auch andere Lebererkrankungen, z. B. kardial bedingte Leberstauungen, zu signifikanten Lebervergrößerungen führen könnten. Aufgrund der geringen Fallzahl solcher Erkrankungen konnte dies jedoch in dieser Arbeit nicht sicher nachgewiesen werden.

Der signifikante Einfluss der hochgradigen Nekrose auf die röntgenologisch erfassten Lebermaße lässt sich allein dadurch erklären, dass die hochgradige Nekrose stets in Verbindung mit einer hochgradigen Amyloidose diagnostiziert wurde. Die Nekrose ist ein unweigerlich auftretender Prozess bei der Entstehung einer Amyloidose aufgrund der massiven Verdrängung des organeigenen Gewebes durch das Amyloid (Zöllner, 1997). Nach den pathologischen Prinzipien einer Nekrose ist es aber unwahrscheinlich, dass eine hochgradige Nekrose allein zu einer messbaren Vergrößerung des Leberdurchmessers führen würde. Selbst die Reparationsprozesse, die auf Massennekrosen folgen und mit Organisationsprozessen und Vernarbungen im betroffenen Gewebe einhergehen, können vermutlich nicht allein zu einer statistisch signifikanten Vergrößerung der Leber führen.

5.4 Computertomographie

Die Computertomographie (CT) kommt immer häufiger in der Tiermedizin zur Anwendung und findet hier ihre Berechtigung. Grundsätzlich wurde bereits in der Humanmedizin (Stanley *et al.*, 1976) als auch in der Veterinärmedizin (Mayrhofer und Henninger, 1995) die Leber mittels Computertomographie untersucht. Für Vögel, insbesondere für Greifvögel und speziell für Falken, gibt es allerdings bisher nur

wenige Publikationen (Tipold und Tipold, 1991), wobei hier die Leber nicht gezielt untersucht worden ist. Reihenuntersuchungen, insbesondere zur Erstellung von Normwerten, fehlen gänzlich.

Ein großer Nachteil der CT in der Tiermedizin ist die unumgängliche Vollnarkose für die zu untersuchenden Tiere (Fike *et al.*, 1981 a; Mayrhofer und Henninger, 1995; Tipold und Tipold, 1991). Eine Vollnarkose birgt immer ein gewisses Risiko für das Versagen von Herz, Kreislauf und/oder Atmung. Da in der vorliegenden Arbeit die CT in einer humanmedizinischen Klinik durchgeführt wurde, fehlten die für Vögel geeigneten Apparate zur Inhalationsnarkose. Deshalb wurde für alle Falken eine Injektionsnarkose verwendet. Ein Vorteil einer Vollnarkose für die Durchführung der CT ist die Senkung der Herz- und Atemfrequenz, was die Entstehung von Bewegungsartefakten durch Herz- oder Brustkorbbewegungen minimiert. Diese Bewegungsartefakte wurden durch die Verwendung eines leistungsfähigen CT-Gerätes mit Spiralfunktion weiter reduziert, welches auch eine sehr kurze Scandauer pro Falke ermöglichte. Bei keinem der hier untersuchten Falken waren CT-Bilder durch Bewegungsartefakte in ihrer Qualität herabgesetzt. Die hohe Bildauflösung des verwendeten CT-Gerätes ermöglicht selbst bei kleineren Falken ein sehr detailliertes Bild für eine genaue Diagnose bzw. für exakte Messungen der dargestellten Strukturen.

Bei der in dieser Studie erfolgten Messung der ventrodorsalen Leberausdehnung im axialen CT-Bild fiel auf, dass bei den untersuchten Falken stets der rechte Leberlappen signifikant größer war als der linke ($p < 0,001$), was bereits für viele andere Vogelarten nachgewiesen worden ist (Al-Dabagh und Abdulla, 1963; Feder, 1969; Heidbrink, 2003; Kern, 1963; Metz, 1988; Wildfeuer, 1963).

Neben den Messungen der Leber im axialen CT-Bild wurden im Rahmen dieser Arbeit zur Bestimmung der bestmöglichen Messparameter auch jeweils sagittale CT-Bilder erstellt. Dies war allerdings nur mittels Umrechnung der Bilder durch die verwendete Software möglich. Dadurch waren die Abstände der einzelnen sagittalen Schnittbilder größer. Eine für alle Tiere einheitliche Stelle zum Messen der ventrodorsalen und craniocaudalen Lebermaße war daher schwierig darstellbar. Deshalb wurde auf Höhe des rechten Leberlappens an dessen jeweils größter ventrodorsaler bzw. craniocaudaler Ausdehnung gemessen. Da in der vorliegenden Arbeit allerdings eine deutliche Korrelation zwischen den ventrodorsalen

Lebermaßen aus den axialen und sagittalen CT-Bildern nachgewiesen werden konnte ($r_{\text{rechter Leberlappen}} = 0,770$, $r_{\text{linker Leberlappen}} = 0,630$, $p_{\text{jeweils}} < 0,001$), kann die Messung im axialen CT-Bild als ausreichend sowie als einheitlicher und exakter durchführbar gewertet werden.

Ähnlich verhielt es sich mit den Messungen der craniocaudalen Leberausdehnung im sagittalen Schnittbild. Aufgrund der hoch signifikanten Korrelation der beiden craniocaudalen Messwerte mit den ventrodorsalen Messwerten des axialen CT-Bildes ($p < 0,001$) zeigte sich auch hier, dass eine Messung der Leberausdehnung im axialen Bild ausreichend ist und eine sehr gute Aussagekraft für die Größe der gesamten Leber hat.

Die für die untersuchten Falken gebildeten Ratios aus computertomographisch erfasster Leberbreite und röntgenologisch erfasster Sternumlänge bergen analog zu den Röntgen-Ratios den Vorteil, dass die dafür errechneten Richtwertbereiche speziesspezifisch für unterschiedlich große Falken angewendet werden können. Bei der Berechnung der Richtwertbereiche wurden die einfache und die doppelte Standardabweichung als Perzentile angegeben. Falken mit CT-Leber-axial-II/Sternum-Ratios innerhalb der einfachen Standardabweichung (0,282 – 0,532) können als unauffällig bezüglich ihrer computertomographisch ermittelten Lebergröße eingestuft werden. Tiere außerhalb der einfachen aber innerhalb der zweifachen Standardabweichung (0,273 – 0,590) bedürfen einer weiteren Abklärung und genaueren Untersuchung der Leber. Falken mit CT-Leber-axial-II/Sternum-Ratios außerhalb der zweifachen Standardabweichung lassen einen Verdacht auf eine unphysiologische Lebergröße zu, wobei dieser Verdacht durch andere Untersuchungsverfahren verifiziert werden muss.

Im Rahmen der CT-Untersuchungen in dieser Arbeit wurden auch Dichtemessungen der Leber durchgeführt, im nativen CT-Bild als auch 50 Sekunden und 5 Minuten nach Kontrastmittelapplikation.

Die gemessenen Dichtewerte der Lebern der untersuchten Falken wiesen keine speziesspezifischen Unterschiede auf. Im Mittel lagen die Leberdichten des nativen CT-Bildes im rechten Leberlappen bei $63,66 \pm 8,23$ HU und im linken Leberlappen bei $65,69 \pm 8,44$ HU. Im Vergleich dazu wird in der Literatur für den Hund eine mittlere native Leberdichte von bis zu 58 HU als Richtwert angegeben (Zhang *et al.*,

1998). In der Humanmedizin gelten native Leberdichten von 65 ± 5 HU als Referenzwerte (Schlenker, 2003) und entsprechen damit grob den Werten der untersuchten Falken.

Mit Hilfe statistischer Berechnungen (ANOVA) konnte in dieser Arbeit jeweils ein signifikantes Absinken der nativen Leberdichte durch zugrunde liegende hochgradige Amyloidose ($p < 0,05$) und hochgradige Nekrose ($p < 0,005$) nachgewiesen werden. Dies lässt sich möglicherweise durch die lockere Struktur des abgelagerten pathologischen Proteins (Amyloids) erklären und die mit der Amyloidose und Nekrose verbundene Verringerung der Anzahl und Dichte der lebereigenen Zellen. Aufgrund des Einflusses von hochgradiger Amyloidose und Nekrose und des Ausschlusses der davon betroffenen Tiere ergaben sich Richtwerte (einfache Standardabweichung) für die native Leberdichte von $52,14 - 75,98$ HU im rechten Leberlappen sowie $54,75 - 80,08$ HU im linken Leberlappen. Diese Bereiche sind relativ weit gefasst im Vergleich zu den Angaben aus der Humanmedizin (Schlenker, 2003). Es müssten weit mehr nachweislich lebergesunde Falken computertomographisch untersucht werden, um eine sichere Aussage über allgemein gültige Referenzbereiche der Leberdichten bei Falken machen zu können. Deshalb müssen die vorliegenden Dichtewerte vorerst nur als bestandsspezifische Richtwerte angesehen werden.

Das den Falken während der CT-Untersuchung intravenös verabreichte Kontrastmittel (KM) führte zunächst (Messung 50 Sekunden nach KM) zu einer deutlichen Erhöhung der mittleren Dichte der Leber (rechter Leberlappen = $177,51 \pm 37,86$ HU, linker Leberlappen = $183,98 \pm 41,89$ HU). Es liegt nahe, dass raumfordernde Prozesse, Stauungserscheinungen oder massive Entzündungen den Blutfluss in der Leber und damit die Geschwindigkeit der An- und Abflutung des Kontrastmittels beeinflussen können. Trotzdem konnte in dieser Arbeit kein statistisch signifikanter Einfluss histopathologischer Leberdiagnosen auf das Kontrastmittelverhalten nachgewiesen werden. Durch die individuellen Schwankungen des Blutflusses und die vermutlich individuell unterschiedliche Beeinträchtigung des Kreislaufes der Falken durch die Narkose ist möglicherweise die Anzahl der untersuchten Falken zu gering, um eine statistisch signifikante Aussage über den Kontrastmittelverlauf machen zu können. Möglicherweise liegt durch die hier diagnostizierten Lebererkrankungen aber auch kein Einfluss auf das Kontrastmittelverhalten vor.

Obwohl die Dichtewerte des rechten und des linken Leberlappens über alle Messzeitpunkte hinweg gut miteinander korrelieren, weist der linke Leberlappen sowohl in den nativen als auch in den Kontrastmittelaufnahmen jeweils statistisch signifikant höhere Dichtewerte auf als der rechte Leberlappen ($p < 0,001$). In der Humanmedizin ist bekannt, dass die Leberversorgung (arteriell und venös) einige lokale Besonderheiten aufweist. Besonders im Bereich des *Ligamentum falciforme* und im Gallenblasenbett gibt es Varianten, die einer Versorgung durch kleine gastrale Äste entsprechen und fokale Mehr- oder Minderverfettungen bedingen. Möglicherweise ist dies bei den Falken regelhafter und kompletter für den linken Leberlappen (Hohmann, 2008).

Die Aussagekraft der CT-Bilder zu einer speziellen Fragestellung ist abhängig vom jeweiligen Untersuchungsprotokoll der nativen und mit Kontrastmittel angereicherten Organe. Die Menge des verwendeten Kontrastmittels ist beispielsweise nicht einfach vom Menschen auf jede Tierart oder von einer Tierart auf die nächste zu übertragen. Für das in dieser Studie verwendete Kontrastmittel Ultravist[®]-300 werden für die Anwendung beim Menschen 1 – 3 ml pro kg Körpergewicht für die Durchführung verschiedener Organ-Scans empfohlen. Damit liegt die Menge der für die Falken verwendeten 3 ml pro kg Körpergewicht an der oberen Grenze der empfohlenen Menge. Vergleichbar ist das mit der für Neugeborene und Säuglinge verwendeten höheren Dosis (3 – 4 ml pro kg Körpergewicht) und hängt mit dem deutlich höheren Stoffwechsel der Falken zusammen. Exaktere und spezifischere Dosisempfehlungen bestimmter Kontrastmittel für verschiedene Falken- bzw. Vogelarten bedürfen allerdings weiterer Untersuchungen.

5.5 Sonographie

Die sonographische Untersuchung der Leber war bei fast allen zur Verfügung stehenden Falken möglich ($n = 63$) und zeigte bei 57 Tieren die physiologische homogen-feingranulierte Echotextur, wie sie von Krautwald-Junghanns (Krautwald-Junghanns, 2003 b) angegeben wird. Insgesamt wiesen nur sechs Falken sonographisch erfassbare Veränderungen der Lebern auf. Diese Veränderungen waren zudem rein qualitativ und nicht quantitativ zu unterscheiden. Laut einiger Autoren (Barr, 1992; Fritsch und Gerwing, 1993; Lamb, 1991) sind diffuse Parenchymveränderungen im Ultraschallbild schwer zu erfassen. So konnten auch in

dieser Arbeit zum Teil selbst bei hochgradigen Lebererkrankungen keine sonographischen Veränderungen nachgewiesen werden. Falke Nr. 68 beispielsweise zeigte eine homogene Leberstruktur im Ultraschall, war aber nachweislich hochgradig an Leberamyloidose erkrankt. Ähnliches gilt für Falke Nr. 13, der an hochgradiger Leberzirrhose litt, jedoch lediglich eine echoreichere Leber im Ultraschall aufwies. Drei Falken zeigten eine inhomogene, aber echoreichere Lebertextur. Darunter Falke Nr. 35 mit hochgradiger Leberamyloidose und Aszites, aber auch Falke Nr. 48 mit minimaler Leberstauung und geringgradiger Gefäßfibrose sowie Falke Nr. 34 mit jeweils mittelgradiger Hepatitis, Nekrose und Degeneration. Es konnten zudem von den sonographisch festgestellten Veränderungen der Leberstruktur keine Rückschlüsse auf die zugrunde liegende Erkrankung gezogen werden. Hierbei muss aber die geringe Fallzahl sonographischer Veränderungen berücksichtigt werden.

Diesen Ergebnissen aus der vorliegenden Arbeit stehen Aussagen aus der Literatur gegenüber. Die Arbeitsgruppe um Pees *et al.* (2006 a) beispielsweise untersuchte Tauben (*Columba livia f. dom.*) mit gastrointestinalen Erkrankungen. Die Autoren konnten Strukturveränderungen der Lebern dieser Tauben sonographisch nachweisen und gaben einen Zusammenhang mit den gastrointestinalen Erkrankungen an. Allerdings sind nur sechs erkrankte Tauben untersucht worden. Außerdem beschränkten sich die sonographischen Untersuchungen und die damit verbundenen Messungen hauptsächlich auf den Magen-Darm-Trakt, dabei vor allem auf das Duodenum. Die erwähnten sonographisch erfassten Leberveränderungen bei den erkrankten Tauben wurden als weniger homogen mit zusätzlichen fokalen echoärmeren Bereichen im Vergleich zu den Lebern der gesunden Tauben beschrieben. Obwohl auch an den erkrankten Tauben keine Messungen der Lebergröße im Ultraschallbild vorgenommen werden konnten, wurde herausgehoben, dass die Lebern der kranken Tiere deutlich größer waren als die der gesunden Tauben. Außerdem konnten nach Aussage der Autoren nur bei den erkrankten Tauben die Blutgefäße in der Leber dargestellt werden, weshalb die Autoren eine Dilatation dieser Gefäße vermuteten (Pees *et al.*, 2006 a). Eine definitive Aussage über Stauungszustände der sonographisch darstellbaren Lebergefäße war in den Untersuchungen der vorliegenden Studie nicht möglich. Zu diesem Zweck wären dopplersonographische Untersuchungen zur Blutflussgeschwindigkeit nötig gewesen. Reine Messungen der Durchmesser der

Blutgefäße unterliegen zu großen individuellen Schwankungen und sind deshalb statistisch nicht auswertbar. Allerdings waren in dieser Arbeit sowohl bei gesunden, röntgenologisch nicht vergrößerten Lebern, als auch bei erkrankten Lebern stets die Blutgefäße sonographisch darstellbar.

Zusammenfassend scheint die Sonographie für die spezielle Leberuntersuchung wenig geeignet zu sein. Sie ist wenig spezifisch und wenig sensitiv. Es konnten zwar einige Lebererkrankungen dargestellt werden, andere und zum Teil hochgradige Veränderungen allerdings nicht. Hinzu kommen Schwierigkeiten beim Ansetzen des Schallkopfes bei sehr kleinen Vögeln. Die Sicht wird durch das extrem kleine Schallfenster und die umliegenden Luftsäcke, die für Ultraschallwellen nicht zu durchdringen sind, stark beeinträchtigt. Allerdings ist der Aufwand der Untersuchung beim Vogel relativ gering. Wenn nicht die Entnahme einer sonographisch gestützten Biopsie vorgesehen ist, kann der Ultraschall der Leber auch ohne Narkose und damit innerhalb relativ kurzer Zeit erfolgen, falls eine geeignete Hilfsperson zur Fixation des zu untersuchenden Falken zur Verfügung steht. Somit kommt der Sonographie eine unterstützende Funktion zu. Auch ist der Einsatz der Sonographie bei der Diagnostik großer Veränderungen, z. B. bei Verdacht auf Lebertumoren, durchaus gerechtfertigt. Dennoch scheint der routinemäßige Einsatz des Ultraschalls zur Leberdiagnostik nach den Ergebnissen dieser Arbeit verzichtbar zu sein.

5.6 Endoskopie

Die Endoskopie ist eine in der Vogelmedizin seit vielen Jahren routinemäßig eingesetzte Untersuchungsmöglichkeit (Lierz, 1999). Allerdings bleibt die Endoskopie trotz der Möglichkeit der Video- und Fotodokumentation eine subjektive Untersuchungsmethode ohne die Möglichkeiten von exakten und vergleichbaren Messungen.

In der vorliegenden Arbeit konnte mit Hilfe der Endoskopie bei 18 (28,1 %) von 64 Tieren unterschiedliche Grade der Leberschwellung subjektiv bestimmt werden. Diese Schwellungsgrade korrelieren deutlich mit den tatsächlichen gemessenen Lebergrößen aus Röntgen und CT.

Mittels eines Chi-Quadrat-Testes konnte zudem gezeigt werden, dass zwischen dem Leberschwellungsgrad und jeweils der Amyloidose, der Nekrose sowie der

Degeneration eine statistisch signifikante Abhängigkeit besteht, also die Leberschwellung mit steigenden Schweregraden der genannten Erkrankungen zunimmt. In Bezug auf die hochgradige Amyloidose und die mit dieser einhergehenden hochgradigen Nekrose stimmen diese Ergebnisse aus der Endoskopie mit denen aus dem Röntgen und der Computertomographie überein.

Von 64 untersuchten Falken in dieser Arbeit zeigten 14 Tiere (21,9 %) qualitative Farbveränderungen, die sich nicht quantitativ unterscheiden lassen oder im Schweregrad aufeinander aufbauen. Es konnte dabei durch keine der nachgewiesenen histopathologischen Lebererkrankungen ein Einfluss auf die Farbveränderungen der Leber nachgewiesen werden. Ein Grund ist auch hier höchstwahrscheinlich die zu geringe Fallzahl einzelner Lebererkrankungen, z. B. hochgradige Amyloidose ($n = 3$), bei der laut Literatur eine lehmfarbene bis gelbliche Leber zu erwarten ist (Zöllner, 1997).

Im Rahmen dieser Arbeit wurde stets der endoskopische Zugang von der linken Körperseite aus gewählt (Lierz, 2006). Dieser Zugang ermöglichte einen großzügigen Überblick über die Leber in ihrer Ausdehnung vom Magen bis zum Herz. Es waren große Bereiche des Leberrandes zu beurteilen, was wesentlich zur Beurteilung des Schwellungsgrades der Leber beigetragen hat. Der eigentlich als so genannter „Leberzugang“ bezeichnete ventrale endoskopische Zugang (Hochleithner und Hochleithner, 1995; Lierz, 2006; Lumeij *et al.*, 1985) ermöglicht nur die Aufsicht auf die mittleren Anteile der Leber. Die Sicht wäre in diesem Fall bei einer mittel- bis hochgradig geschwollenen Leber stark eingeschränkt und die Ränder der Leber kaum bis gar nicht einzusehen. Zusätzlich würde der endoskopischen Untersuchungen der große Vorteil der gleichzeitigen Betrachtung und Untersuchung anderer innerer Organe genommen. Dies trägt normalerweise wesentlich zu einer Gesamteinschätzung des organischen Gesundheitszustandes eines Vogels bei.

Die Endoskopie wird daher als eine gute ergänzende bildgebende Methode eingestuft, vor allem da sie auch die Biopsie lokaler Veränderungen ermöglicht. Ihre Einschränkung findet sie durch das Narkoserisiko sowie bei Vorliegen eines Aszites (Lierz, 2008), welcher unter Umständen bei einigen Lebererkrankungen vorzufinden ist.

5.7 Biopsie und Histopathologie

Im Rahmen der sonographischen (Zebisch *et al.*, 2004) sowie der endoskopischen Untersuchung (Lierz, 2006; Taylor, 1995) wurde jeweils eine Lebergewebeprobe jedes Falken entnommen. Bei vier der 64 Falken konnte nur die unter sonographischer Kontrolle entnommene Probe histopathologisch ausgewertet werden. Bei acht der untersuchten Falken gelangte nur die endoskopische Leberprobe zu einem histopathologischen Ergebnis. Von 52 verbleibenden Falken (81,3 %) konnten beide Proben vergleichend untersucht werden. Davon stimmten nur bei 19 Tieren die Diagnosen in Art, Qualität, Lokalisation und Schweregrad überein. Bei 10 Tieren (19,2 %) war die Art der histopathologischen Diagnose in beiden Biopstaten unterschiedlich. So kann zwar bei beiden gewählten Methoden der Biopsienahme der Großteil der gewonnenen Proben histopathologisch ausgewertet werden und ist bezüglich Größe und Qualität des Biopstats ausreichend. Aber trotz einheitlicher histopathologischer Methoden, Geräte und der Auswertung durch dieselben Untersucher konnte bei 10 von 52 Tieren keine einheitliche Diagnose gestellt werden. Dies kann in der Praxis zu folgenreichen falschen Behandlungsstrategien führen.

Obwohl die Gewebeproben bezüglich Art, Qualität, Lokalisation und Schweregrad der histopathologischen Veränderung ausgewertet worden sind, ist letztendlich nur die Art der Veränderung und deren Schweregrad in die Auswertung dieser Arbeit eingegangen. Aufgrund der zu geringen Fallzahlen wären einzelne Gruppen mit gleichen, detailliert bestimmten histopathologischen Veränderungen zu klein, um sie in statistische Auswertungen und Gruppenvergleiche (z. B. ANOVA) einzubeziehen.

Bei der Bewertung der histopathologischen Befunde ist zu bedenken, dass bei vielen Tieren zwar mikroskopisch Gewebeveränderungen nachgewiesen werden konnten, diese Falken aber zum Großteil keinerlei klinische Symptome aufwiesen. Lediglich bei Falke 13 (hochgradige Leberzirrhose) sowie bei Falke 35 und 67 (jeweils hochgradige Amyloidose) werden die klinischen Symptome hinreichend durch die histopathologischen Befunde erklärt. Bei anderen hochgradigen Leberveränderungen schien die funktionelle Reserve der Leber noch auszureichen, so dass zum Untersuchungszeitpunkt noch keine klinischen Symptome auftraten.

Im Anschluss an die sonographische Untersuchung ist im Rahmen der endoskopischen Untersuchung auch eine Beurteilung des Blutungsgrades aufgrund

der sonographisch gestützten Leberbiopsie erfolgt. Bei immerhin 28 Falken konnten in unterschiedlichen Schweregraden Blutungen nach erfolgter sonographischer Leberbiopsie festgestellt werden. In sieben Fällen (10,9 %) waren diese Blutungen sogar als hochgradig einzustufen. Trotz erforderlicher und eingehaltener Vorsicht bei der Entnahme der Leberbiopsie unter bestmöglicher Sichtkontrolle auf dem Ultraschallbild war die Eindringtiefe der verwendeten Biopsienadel nicht immer exakt zu bestimmen. Das relativ kleine Ultraschallfenster caudal des Sternums bot vor allem bei kleineren Falken nicht genügend Platz, um den für eine gute Sicht vorgeschriebenen Winkel von 45° zwischen Ultraschallkopf und Biopsienadel einhalten zu können. So erfolgte die Entnahme zum Teil blind oder halbblind. Eine sichere Schonung auch größerer Blutgefäße war damit im Ultraschallbild also nur schwer möglich. Zwar bieten die für diese Arbeit hauptsächlich verwendeten 16G-trucut-Nadeln eine relativ große Gewebeprobe und damit eine sehr gute histopathologische Untersuchung und Aussagekraft, aber die Verletzung des Gewebes ist dadurch auch deutlich gesteigert. Zebisch (2004) hingegen beschreibt in ihrer Arbeit die Durchführung der sonographisch gestützten Leberbiopsie bei verschiedenen Vogelarten (Wachteln, Tauben) mit Hilfe einer 20G-Nadel. Die Autorin berichtet von einer einfachen Durchführung und einer sicheren Entnahme des gewünschten Gewebes. Dies konnte bei den fünf mittels 20G-Nadel bioptierten Falken (Falken Nr. 59 – 63) in dieser Arbeit nicht reproduziert werden. Die 20G-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. Zusätzlich war das entnommene Gewebestück zwar mit 1-2 cm relativ lang, aber sehr dünn. Dadurch kam es zum Zerreißen der empfindlichen Gewebeteile und auch zu Verlusten von Biopstaten in der Vorbereitung der histopathologischen Untersuchung. So konnte bei zwei der fünf 20G-bioptierten Falken kein Lebergewebe mehr in den histopathologischen Schnitten aufgefunden werden. Bei den übrigen drei 20G-bioptierten Leberproben war die Aussagekraft in der histopathologischen Untersuchung durch die vielen entnahmebedingten Artefakte der empfindlichen Gewebeproben beeinträchtigt. Zusätzlich wurden bei vier der fünf mit der 20G-Nadel bioptierten Falken geringgradige Blutungen in Folge der sonographisch gestützten Biopsie festgestellt, so dass auch durch das nicht deutlich geminderte Blutungsrisiko der Einsatz dieser kleineren Biopsienadeln nicht gerechtfertigt werden kann.

Schlussfolgernd aus den Ergebnissen dieser Arbeit empfiehlt sich die Verwendung mindestens einer 18G-Biopsienadel für die hier untersuchten Falkenarten. Man könnte mit dieser Nadel vermutlich das Verletzungsrisiko und die entstehenden Blutungen sowie den Grad der Blutungen gegenüber 16G-Nadeln minimieren, würde aber vermutlich trotzdem ein ausreichend großes und stabiles Biopat zur histopathologischen Auswertung erhalten.

5.8 Blutchemie

Von allen 64 untersuchten Falken zeigten 47 Falken (73,4 %) ein unauffälliges blutchemisches Bild bezüglich der untersuchten Parameter. Der geringe Anteil von Tieren mit auffälligen blutchemischen Werten trotz der relativ hohen Anzahl histopathologisch nachgewiesener Lebererkrankungen lässt sich vor allem dadurch erklären, dass die Leber aufgrund ihrer funktionellen Reserven einen bestimmten Grad der Schädigung und Zellerstörung überschreiten muss, bevor Veränderungen der blutchemischen Parameter nachweisbar und signifikant werden.

In der vorliegenden Arbeit konnte keine Veränderung der Alanin-Aminotransferase (ALT) über den Referenzbereich hinaus festgestellt werden. Trotzdem konnte mittels ANOVA-Untersuchungen gezeigt werden, dass die ALT-Konzentration im Blut bei histopathologisch diagnostizierter hochgradiger Leberamyloidose gegenüber Tieren ohne Leberamyloidose ($p = 0,002$) signifikant erhöht ist. Da nur zwei Fälle mittel- und nur drei Fälle hochgradiger Amyloidose im Rahmen dieser Studie diagnostiziert werden konnten, müsste der zumindest statistisch nachgewiesene Zusammenhang zwischen Amyloidose und einer Erhöhung der ALT an Hand einer größeren Fallzahl amyloidosepositiver Tiere bestätigt werden. Trotzdem ergibt sich der Verdacht, dass eine Erhöhung der ALT ein durchaus sensibler, aber wenig spezifischer Parameter für das Vorhandensein einer Amyloidose sein könnte. Viele Autoren bezweifeln jedoch den Nutzen der ALT zur Diagnostik von Lebererkrankungen aufgrund der nachgesagten fehlenden Organspezifität und der zu geringen Sensitivität (Bogin und Israeli, 1976; Bokori und Karsai, 1969; Hombach, 1967; Lumeij und Westerhof, 1987; Tillmann, 2004).

In 13 Fällen (20,3 %) dieser Studie war die Laktat-Dehydrogenase (LDH) in ihrer Blutkonzentration unterhalb des Referenzbereiches. Dies ist laut Christen (2004) nur bei so genannten „end-stage“-Lebererkrankungen der Fall. Bei keinem dieser 13

Fälle trifft das laut der Ergebnisse der histopathologischen Untersuchungen zu. Nach Woerpel und Roskopf (1984) sowie nach Galvin (1980) soll die LDH-Konzentration bei Lebererkrankungen schnell ansteigen. So zeigte die ANOVA-Untersuchung, dass bei hochgradiger Leberdegeneration die LDH-Konzentration signifikant größer ist als bei Tieren ohne Leberdegeneration ($p < 0,05$). Die Sensitivität und Spezifität bei der Bestimmung der LDH-Konzentration ist nach Ergebnissen dieser Arbeit als fraglich einzustufen.

Obwohl für die Aspartat-Aminotransferase (AST) allgemein gilt, dass dieses Enzym sich durch eine hohe Sensitivität bei bereits geringgradigen Schädigungen der zellulären Membran der Hepatozyten auszeichnet, zeigt nur Falke Nr. 32 erhöhte AST-Werte im Blut. Gleichzeitig konnte bei Falke Nr. 32 allerdings im histopathologischen Bild nur minimale Hepatitis sowie geringgradige Gefäßfibrose diagnostiziert werden. Eine wie von Kiesau und Kummerfeld (1997) beschriebene drastische Überschreitung des AST-Referenzbereiches um das 10-20fache konnte in der vorliegenden Arbeit selbst bei Falken mit histopathologisch nachgewiesenen hochgradigen Hepatopathien nicht diagnostiziert werden. Da die AST bei allen 64 vorgestellten Falken untersucht werden konnte und trotzdem nur bei einem Tier (= 1,6 %) erhöht war, scheint dieses Enzym nicht sehr sensitiv für Leberschädigungen bei Falken zu sein.

Erhöhte Werte der Glutamat-Dehydrogenase (GLDH) wurden in den vorliegenden Untersuchungen nur bei zwei Falken (Nr. 13 und 72) gefunden. Im Gegensatz zu Falke Nr. 13 mit der hochgradigen Leberzirrhose zeigte Falke Nr. 72 allerdings keine histopathologischen Leberbefunde. Andere Falken mit mehreren zum Teil schweren Leberzellschädigungen zeigten keinerlei erhöhte Tendenz der GLDH-Konzentration im Blut. Für die GLDH wird allerdings in der Literatur eine hohe Organspezifität (Tillmann, 2004) sowie eine hohe diagnostische Sensitivität bei hochgradigen Leberzellnekrosen (Lumeij, 1994) angegeben. Bei der Auswertung der GLDH-Werte ist aber auch zu beachten, dass dieses Enzym sehr starken jahreszeitlichen und individuellen Schwankungen unterlegen sein kann, wie Scope *et al.* (2005) für Wellensittiche nachgewiesen haben. Solche artspezifischen und zeitabhängigen Untersuchungen fehlen bisher für Falken, könnten aber auch hier einen Einfluss auf die GLDH oder andere blutchemische Parameter haben.

Obwohl das ausschließlich von der Leber synthetisierte Albumin nach Literaturangaben erst im Endstadium chronischer Lebererkrankungen erniedrigt ist

und ab diesem Stadium von einem Leberfunktionsverlust von über 80 % ausgegangen wird (Tillmann, 2004), zeigte in dieser Studie nur ein Tier (Falke Nr. 69) einen erniedrigten Albuminwert im Blut. Gerade dieses Tier wies allerdings nur wenige minimale Leberbefunde in der histopathologischen Untersuchung auf und zeigte sich sowohl in der klinischen Untersuchung als auch in anderen diagnostischen Verfahren unauffällig. Ein Laborfehler kann hierbei nicht ausgeschlossen werden.

Nach Ergebnissen dieser Arbeit und nach Angaben aus der Literatur (Harris, 1991) kann der Blutchemie in der Vogelmedizin zwar eine große Bedeutung zukommen, da Vögel oft nur geringe Krankheitssymptome zeigen, obwohl sie bereits ernsthaft erkrankt sind. Allerdings ist die Bedeutung der in dieser Arbeit bestimmten blutchemischen Parameter zur Diagnostik von Lebererkrankungen aufgrund der fehlenden Sensitivität und Spezifität als eher gering einzustufen.

5.9 Hämatologie

Bei der Beurteilung der Gesamtleukozytenzahl der in dieser Arbeit untersuchten Falken ergibt sich ein durchschnittlicher Wertebereich von 4933 – 21525 Leukozyten/ μ l Blut (einfache Standardabweichung). Im diesem Fall kann also erst ab ca. 21500 Leukozyten/ μ l Blut von einem Verdacht auf eine Leukozytose gesprochen werden. Unter Einbeziehung der zweifachen Standardabweichung kann eine Leukozytose sogar erst ab ca. 25000 Leukozyten/ μ l Blut als sicher angenommen werden. Da nicht normal verteilte Werte als Datengrundlage angenommen werden müssen, wurden zusätzlich der Median und die Perzentile 25 und 75 bestimmt. Daraus kann man ablesen, dass 50 % der untersuchten Falken Gesamtleukozytenzahlen zwischen 9542 und 16825 Leukozyten/ μ l Blut aufweisen. Diese Werte entsprechen eher den anderen in der Literatur erwähnten gemittelten Grenzwerten, wobei sowohl für Ziervögel (Christen *et al.*, 2004) als auch für Falken (Wernery *et al.*, 2004) bereits ab 15000 – 17000 Leukozyten/ μ l Blut von einer Leukozytose sicher ausgegangen wird. Bei den hier untersuchten Falken sind also eine zu große Streuung der Leukozytenwerte und vereinzelte sehr hohe Werte eine Ursache für den stark abweichenden durchschnittlichen Wertebereich im Vergleich zu anderen Literaturangaben.

Bei den untersuchten Falken konnte gezeigt werden, dass bei einer zugrunde liegenden mittelgradigen Hepatitis die prozentualen Anteile der heterophilen Granulozyten am Differenzialblutbild signifikant absinken ($p = 0,003$) sowie die der Lymphozyten signifikant ansteigen ($p = 0,003$) gegenüber Vögeln ohne Hepatitis. Als Ursache für Lymphozytosen werden in der Literatur Viruserkrankungen angegeben (Christen *et al.*, 2004). Allerdings vermuten diese Autoren bei einer Hepatitis eher eine Heterophilie als ein Absinken dieser Zellanteile.

Zum sicheren Nachweis des Einflusses der Hepatitis auf die Zellanteile des Differenzialblutbildes müssten mehr Falken mit einer nachgewiesenen Hepatitis diesbezüglich untersucht werden, wobei - im Gegensatz zu der vorliegenden Arbeit - auch Fälle von hochgradiger Hepatitis vorhanden sein sollten.

Die Falken Nr. 25, 38, 66 und 68 zeigten einen Anteil der toxischen Heterophilen von über 25 %. Von diesen Tieren wies lediglich Falke Nr. 68 eine hochgradige Lebererkrankung auf (Amyloidose), während die anderen drei dieser Falken keine bis wenige histopathologische Leberveränderungen zeigten. Diese Ergebnisse sind als fraglich einzustufen im Vergleich mit der Literatur, in der ein Anstieg der toxischen Heterophilen auf über 25 % an der Gesamtzahl der Heterophilen als Hinweis auf eine manifeste Störung angesehen wird (Campbell, 1995; Wernery *et al.*, 2004).

Die Widersprüche der Ergebnisse mit den diesbezüglich in der Literatur gemachten Aussagen legen eine deutlich größere Fallzahl zur Untersuchung nahe. Insgesamt betrachtet scheinen sich die hämatologischen Werte für die hier untersuchten Falken nicht zur Diagnostik oder zur Einschätzung einer Prognose von Lebererkrankungen zu eignen.

5.10 Gesamtbetrachtung der Arbeit und Vergleich der bildgebenden Verfahren

Das Hauptziel dieser Arbeit war der Vergleich verschiedener bildgebender Verfahren zur Diagnostik von Lebererkrankungen bei Falken.

Durch den Einsatz der Computertomographie und dank der entsprechenden Software konnten zwar im axialen CT-Bild die Lebern in ihrer laterolateralen maximalen Ausdehnung sehr exakt und von Falke zu Falke gut vergleichbar gemessen werden. Diese Werte korrelierten aber hoch signifikant mit den

röntgenologisch erfassten maximalen Lebermaßen ($r = 0,693$, $p < 0,001$) sowie denen auf Höhe des 8. Brustwirbelkörpers ($r = 0,711$, $p < 0,001$). Die erhobenen mittleren Messwerte aus CT und Röntgen lagen in dieser Arbeit zum Teil so eng zusammen, dass dies für die Vergleichbarkeit untereinander und die Exaktheit bei der Durchführung beider Messungen spricht (z. B. Ger-Saker-Falken, $n = 35$: maximale Leberbreite Röntgen = $32,5 \pm 7,2$ mm; maximale Leberbreite CT = $32,3 \pm 7,0$ mm). Erstaunlicherweise schien also die Nutzung der Computertomographie in dieser Hinsicht keine entscheidenden Vorteile gegenüber dem routinemäßig eingesetzten Röntgen zu haben.

Die Computertomographie eignet sich insgesamt gut für die bildgebende Darstellung der Leber des Falken. Immerhin konnten bei allen computertomographisch untersuchten Falken in dieser Arbeit Messungen der Lebergröße und der Leberdichte sehr exakt und ohne Einschränkungen aufgrund von Bewegungsartefakten, Unschärfen oder Überlagerungen durchgeführt werden. Aber aufgrund des hohen Aufwands und der Unterhalts- und Instandhaltungskosten für ein CT-Gerät ist diese Untersuchungsmethode kein Mittel für Routinekontrollen und Reihenuntersuchungen zur Leberdiagnostik in der Vogelmedizin. Zur genauen Diagnosestellung unklarer Veränderungen kann sich die CT als sehr gutes Hilfsmittel erweisen. So kann das in der vorliegenden Arbeit nachgewiesene starke Absinken des nativen Dichtewertes ein Hinweis auf eine hochgradige Amyloidose und Nekrose sein. Trotzdem bleibt die konventionelle Röntgenuntersuchung in der Vogelmedizin eine Basisuntersuchung und wird grundsätzlich vor einer eventuellen Computertomographie durchgeführt. So können viele Verdachtsdiagnosen einfacher, preiswerter und schneller bereits mit konventioneller Röntgendiagnostik bestätigt oder ausgeschlossen werden. Zudem ist das konventionelle Röntgen bei Vögeln im Schock oder in anderen lebensbedrohlichen akuten Zuständen nicht nur schneller sondern auch ohne risikoreiche Narkose durchführbar. Gerade für die Leberdiagnostik ist die konventionelle Röntgendiagnostik unumgänglich, da sie schnell einen Hinweis auf eine eventuell vergrößerte Leber liefern kann. Eine genaue Bestimmung lokaler Veränderungen ist damit allerdings nicht möglich. Bei Vorliegen eines Aszites oder starker Fettleibigkeit stößt die Röntgendiagnostik an ihre Grenzen. Dagegen weisen im CT-Bild Aszitesflüssigkeit bzw. Fettgewebe und Lebergewebe deutlich voneinander zu unterscheidende Dichtewerte auf, wodurch die

Leber als eigenständiges Organ trotzdem sehr gut beurteilt und vermessen werden kann.

Auch gegenüber der Endoskopie als routinemäßig eingesetztem Verfahren in der Vogelmedizin zeigte die Computertomographie zur Feststellung krankhafter Leberveränderungen keine deutlichen Vorteile, wie die signifikante Korrelation zwischen endoskopisch und computertomographisch bestimmter Lebergröße beweist ($p < 0,001$). Denn trotz der subjektiven Größenbestimmung der Leber im endoskopischen Bild, ließen sich damit die gleichen Krankheitsfälle mit statistischer Signifikanz ermitteln wie bei der Computertomographie oder dem Röntgen. In allen drei Verfahren zeigten die Tiere mit einer hochgradigen Leberamyloidose eine deutlich vergrößerte Leber ($p < 0,05$).

Die endoskopische Untersuchung zur Beurteilung der Lebergröße ist also für einen erfahrenen Praktiker gut geeignet. Allerdings ersetzt diese subjektive Bestimmungsmethode nicht die röntgenologischen und computertomographischen Messdaten und deren Berechnungen, aus denen sich feste Referenzbereiche für die Lebergröße ergeben und wodurch eine Übertragbarkeit auf andere Vogelarten ermöglicht werden könnte.

Ein entscheidender Vorteil der Endoskopie ist allerdings die Möglichkeit der Beurteilung von Farbe und eventuellen oberflächlichen Auflagerungen, die entscheidende Hinweise auf Leberveränderungen liefern können. Auch kann dies – im Gegensatz zu allen anderen diagnostischen Hilfsmitteln – zur Unterscheidung zwischen einer Erkrankung der gesamten Leber, Teilen der Leber oder nur der Leberkapsel (z. B. Perihepatitis) beitragen. Zusätzlich kann dadurch die gezieltere Probenentnahme von lokalen Veränderungen erfolgen – ein deutlicher Vorteil gegenüber den sonographisch geführten Biopsien.

Bei der sonographischen Untersuchung konnten in dieser Arbeit keinerlei statistisch gesicherte Zusammenhänge zwischen sonographisch erfassten Veränderungen und histopathologisch nachgewiesenen Lebererkrankungen nachgewiesen werden. Während ein Zusammenhang zwischen endoskopisch subjektiv erfasster Leberschwellung und Amyloidose gezeigt wurde sowie in der ANOVA-Statistik bei Röntgen und Computertomographie sich jeweils die drei hochgradigen Amyloidose- und Nekrosefälle sicher von Fällen ohne Amyloidose abgrenzen ließen, war dies in der Sonographie nicht der Fall. Lediglich bei Falke Nr. 35 konnte aufgrund des

massiven Aszites ein Verdacht auf eine hochgradige Lebererkrankung gestellt werden.

Ein besonderes Augenmerk dieser Arbeit lag auf der Diagnostik der Leberamyloidose am lebenden Vogel. Speziell im Hinblick auf die hochgradige Leberamyloidose kann ein Verdacht durch die Kombination verschiedener diagnostischer Parameter ermöglicht werden. Entscheidend waren in diesem Fall diejenigen Parameter, für die eine statistisch signifikante Veränderung bei zugrunde liegender Amyloidose nachgewiesen werden konnte. Zur Vereinfachung wurden nur Parameter verwendet, die bei routinemäßig eingesetzten und nicht-invasiven Untersuchungsmethoden gewonnen werden konnten. Durch deren Kombination konnten in dieser Studie sicher hochgradige Amyloidosefälle erkannt werden, obwohl das klinische Bild einer Leberamyloidose unspezifisch ist (Zöllner, 1997).

Die gewählte Kombination aus der R₀-Leber-max/Sternum-Ratio, dem inversen Hämatokrit, der ALT-Konzentration sowie der Gesamtleukozytenzahl ergab einen Amyloidose-Score, der zumindest die hochgradigen Amyloidosefälle (Amyloidose-Score = $176,1 \pm 68,9$) deutlich von den mittelgradigen (Amyloidose-Score = $27,3 \pm 18,8$) sowie den Fällen ohne Amyloidose (Amyloidose-Score = $22,4 \pm 14,0$) abhebt. Der Amyloidose-Score ist also bei den hochgradigen Amyloidosefällen etwa 6,5-fach gegenüber der mittelgradigen Amyloidose und etwa 8-fach gegenüber Fällen ohne Amyloidose erhöht. Allerdings konnten die Abgrenzungen der Amyloidose-Schweregrade untereinander und zu Lebern ohne Amyloidose nicht durch die Einbeziehung anderer Parameter aus speziellen Untersuchungen (z. B. Dichtemessung der Leber im CT) verbessert werden. Dazu war höchstwahrscheinlich die Anzahl der Tiere mit den unterschiedlichen Amyloidose-Schweregraden zu gering.

Obwohl in dieser Studie die Inzidenz für die Leberamyloidose bei 7,8 % liegt und damit den relativ hohen Inzidenzen aus der Literatur entspricht (Zöllner, 1997), sind es in der absoluten Anzahl nur fünf Tiere, bei denen eine mittel- bzw. hochgradige Amyloidose nachgewiesen werden konnte. Um die Aussagekraft des entwickelten Amyloidose-Scores zur sicheren Diagnose einer Leberamyloidose zu erhöhen bzw. zu bestätigen, wäre die Untersuchung weiterer gesicherter Amyloidosefälle nötig. Es konnten mit Hilfe des berechneten Amyloidose-Scores bisher nur Verdachtsfälle für eine hochgradige Leberamyloidose bei Falken aufgezeigt werden, in denen eine

Therapie bzw. die Beseitigung der Grundursache, wie z. B. Aspergillose (Zöllner, 1997), häufig schon zu spät ist, um das Leben des Vogels zu erhalten. Deshalb besteht weiterhin das klinische Problem der fehlenden Früherkennung einer Amyloidose. Denn entscheidend für den Erfolg experimenteller und klinischer Behandlungsversuche ist der Zeitpunkt des Therapiebeginns (Schönland, 2006; Zschiesche, 1969), egal ob mit der in der Humanmedizin angewendeten anti-inflammatorischen oder der Colchizinthherapie (Schönland, 2006). Die Hauptaufgabe der weiteren Diagnostik eventuell erkannter Amyloidosefälle im Frühstadium wäre das schnelle Auffinden des Grundleidens sowie dessen Therapie. Da sich selbst in der Humanmedizin die Substanzen, von denen eine Verhinderung der Bildung von Amyloidfibrillen zu erwarten ist, noch in klinischen Studien befinden (Schönland, 2006), besteht in der Tiermedizin momentan keinerlei Therapiemöglichkeit bei Organversagens aufgrund von amyloidotischen Ablagerungen.

Der Einsatz invasiver Untersuchungsmethoden, z. B. endoskopischer Leberbiopsie, bleibt momentan die einzige Möglichkeit zur Früherkennung. Dies unterstützt die Aussagen einiger Autoren (z. B. Taylor, 1995), dass die Indikation einer Leberbiopsie häufig zu spät gestellt wird. Nichts desto trotz sind die nicht invasiven Methoden häufig einfache und hinweisgebende Diagnostika für die alltägliche Praxis, was insbesondere auf das Röntgen zutrifft.