

Aus dem Department für Kleintiere und Pferde
der Veterinärmedizinischen Universität Wien
Klinische Abteilung für Bildgebende Diagnostik
Leiter: Univ.Prof. Dr. med. vet. habil. Eberhard Ludewig

**Korrelation zwischen Ultraschallbefund und Zytologie bei
abdominalen Lymphadenopathien der Katze**

Diplomarbeit
Veterinärmedizinische Universität Wien
vorgelegt von

Katharina Greßl
Wien, im September 2021

Betreuer:

Ass. Prof. Dr. med. vet Katharina Hittmair

Klinische Abteilung für Bildgebende Diagnostik

Department für Kleintiere und Pferde

Veterinärmedizinische Universität Wien

Gutachter:

Priv.- Doz. Dr. med. vet Birgitt Wolfesberger

Klinische Abteilung für Interne Medizin Kleintiere

Department für Kleintiere und Pferde

Veterinärmedizinische Universität Wien

Danksagung

Ein großer Dank gilt meiner Betreuerin Prof. Dr. Katharina Hittmair, die mich in die Welt des wissenschaftlichen Arbeitens und des Ultraschalls einführte und immer ein offenes Ohr für mich hatte. Ebenfalls möchte ich mich bei Dr. Tichy bedanken, der mir bei der statistischen Auswertung der Daten eine sehr große Hilfe war.

Darüber hinaus möchte ich mich bei meinen Cousins Laura und Anna bedanken. Gemeinsam sind wir durch alle Prüfungen und klinischen Übungen gegangen. Auch wenn uns das Studium noch so gefordert hat, zu dritt haben wir uns gegenseitig Mut gemacht und jede Hürde bewältigt.

Zusätzlich möchte ich mich bei meiner lieben Schwester Eva bedanken, die zu jeder Tages- und Nachtzeit für mich da ist. Keiner kennt und versteht mich so gut wie sie.

Der größte Dank geht an meine Eltern, die mir dieses Studium ermöglicht haben und mir jederzeit mit Rat und Tat zur Seite stehen. Sie stellen für mich ein großes berufliches Vorbild dar.

Katharina Greßl

1	Einleitung und Fragestellung	1
2	Literaturübersicht	2
2.1	Anatomie und Physiologie der Lymphknoten	2
2.2	Physiologisches Ultraschallbild eines Lymphknotens	3
2.3	Sonographie von abdominalen Lymphadenopathien	5
2.3.1	Lymphadenitis	6
2.3.1.1	Neutrophile Lymphadenitis	6
2.3.1.2	Eosinophile Lymphadenitis	6
2.3.1.3	Histiozytäre und pyogranulomatöse Lymphadenitis	8
2.3.1.4	Zystisch veränderte Lymphknoten	8
2.3.2	Reaktive Hyperplasie	9
2.3.3	Neoplasien	9
2.3.2.1	Sonographische Charakteristiken zur Unterscheidung zwischen einer benignen und malignen Lymphknotenveränderung	10
2.3.2.2	Malignes Lymphom	11
2.3.2.3	Adenokarzinom	11
2.3.2.4	Mastzelltumor	12
2.4	Ultraschallgezielte Feinnadelaspiration	12
3	Material und Methode	14
3.1	Studienpopulation	14
3.2	Datenerhebung	14
3.2.1	Evaluierung der sonographischen Befunde	15
3.2.2	Zytologische Untersuchung	15
3.3	Statistische Methoden	16
4	Ergebnisse	17
4.1	Deskriptiver Überblick	17
4.2	Ergebnisse der zytologischen Untersuchung	17
4.3	Ergebnisse der sonographischen Untersuchung	18

4.3.1	Reaktive Hyperplasie	19
4.3.2	Lymphadenitis	20
4.3.3	Malignes Lymphom	23
4.3.4	Metastatische Infiltration	23
4.3.5	Beteiligung von sonographischen Darmveränderungen und anderen abdominalen Organen.....	24
4.4	Vergleich der Untersuchungsverfahren untereinander	26
4.4.1	Entscheidungsbaumanalyse	26
5	Diskussion.....	31
6	Zusammenfassung	35
7	Summary	36
8	Literaturverzeichnis	37
9	Abbildungsverzeichnis	42
10	Tabellenverzeichnis	43

Abkürzungsverzeichnis:

A.	<i>Arteria</i>
Abb.	Abbildung
CART	Classification and Regression Trees
CD	Cluster of differentiation
EKH	Europäisch Kurzhaar
FIP	Feline Infektiöse Peritonitis
FNA	Feinnadelaspiration
IBD	Inflammatory Bowel Disease
KIT	Tyrosinkinase- Rezeptor
Lnn.	<i>Lymphonodi</i>
mk	männlich kastriert
S/L Ratio	Short/Long Ratio (Verhältnis aus dem längsten und breitesten Durchmesser des Lymphknotens)
Tab.	Tabelle
TIS	Tierinformationssystem
wk	weiblich kastriert

1 Einleitung und Fragestellung

Mit Hilfe der sonographischen Untersuchung ist es möglich abdominale Lymphknoten darzustellen und Pathologien zu erkennen. Der Ultraschall ist sehr geeignet zur Untersuchung der Lymphknoten, da es eine nicht-invasive, schonende Untersuchungsmethode darstellt, welche ohne Narkose durchgeführt werden kann. Sie ist insbesondere für eine exakte Erkennung, Dokumentation, präzise Messung und Verlaufskontrolle intraabdominaler Lymphknoten unverzichtbar. Zur weiteren Abklärung von Lymphknotenveränderungen sollte eine ultraschallgestützte Feinnadelaspiration (FNA) oder Biopsie durchgeführt werden um die sonographische Verdachtsdiagnose zu bestätigen.

Ziel dieser retrospektiven Arbeit war es, das sonographische Bild einer abdominalen Lymphadenopathie zu beschreiben und herauszufinden, ob das Ultraschallbild mit den Ergebnissen des zytologischen Befundes nach einer FNA korreliert. Außerdem wurde überprüft, ob gleichzeitig auftretende Pathologien der abdominalen Organe die Verdachtsdiagnose unterstützen.

Als Hypothese galt, dass das Ultraschallbild von unterschiedlichen abdominalen Lymphadenopathien so charakteristisch ist, dass eine FNA nicht durchgeführt werden muss.

2 Literaturübersicht

2.1 Anatomie und Physiologie der Lymphknoten

Lymphknoten sind sekundäre, in die Lymphbahnen zwischengeschaltete lymphatische Organe (Mischke 2019). Zuführende Lymphgefäße (*Vas afferens*) treten in den Lymphknoten ein, dabei durchbohren sie dessen Kapsel, von dieser ziehen Bindegewebssepten in Form von Trabekeln ins Innere und formen das Interstitialgerüst. Das lymphoretikuläre Gewebe lässt sich in drei Schichten einteilen: 1. die Rinde, in welcher die Lymphozyten zu Follikeln organisiert sind; ihre Aufgabe besteht in der Vermehrung und Differenzierung der B Zellen. 2. das Mark, welches das lymphoretikuläre Gewebe zu Strängen zusammenfasst. 3. zwischen Rinde und Mark befindet sich die Übergangszone (Paracortex), welche die T-Zell Region darstellt. In enger Nachbarschaft befinden sich Makrophagen und dendritische Zellen, deren Hauptaufgabe Phagozytose sowie Antigenpräsentation für Lymphozyten darstellt. Weiters bilden die Retikulumzellen ein Netzwerk welches als *Sinus lymphaticus* bezeichnet wird (Gille 2020).

Die eintretende Lymphe durchströmt primär das Sinussystem, ein kleiner Teil der Primärlymphe fließt in das lymphatische Gewebe ein. Im Paracortex werden die T-Zellen aktiviert, welche wiederum die B-Zellen aktivieren. Dadurch entstehen ausdifferenzierte T-Plasma- und Gedächtniszellen, die ins Mark wandern. Die vom Lymphknoten produzierten Antikörper und Lymphozyten gelangen in die Lymphe im Sinusabschnitt des Marks, hier wird die Primärlymphe zur Sekundärlymphe. Die Sekundärlymphe wird über ein abführendes Lymphgefäß (*Vas efferens*) abgeleitet. Über den Hilus gelangen auch Gefäße und Nerven. Die Lymphozyten gelangen also über den Blutweg in die Lymphknoten und über die Lymphe aus diesem heraus (Gille 2020).

Die Lymphknoten repräsentieren in ihrer Aufgabe einen Teil des lymphatischen und mononukleären Phagozytensystems und damit des Immunsystems. In ihnen kommt es durch in der Lymphe enthaltene Antigene zur Aktivierung und Proliferation, aber auch zur Speicherung von B- und T-Lymphozyten. Die produzierten Antikörper, T-Killerzellen und T-Helferzellen werden in die Lymphbahn abgegeben (Mischke 2019).

Eine wichtige Funktion ist zudem die Filterung der Lymphflüssigkeit sowie die Elimination von Mikroorganismen, Fremdkörpern, Zelltrümmern und Tumorzellen durch die Lymphozyten und Makrophagen (Phagozytose). Eine Gruppe von Lymphknoten ist jeweils für die Filterung der

unidirektional fließenden Lymphe aus einer spezifischen Körperregion, das sogenannte tributäre Gebiet, verantwortlich (Mischke 2019).

2.2 Physiologisches Ultraschallbild eines Lymphknotens

Abdominale Lymphknoten stellen sich physiologisch homogen und verglichen mit dem mesenterialen Fett gleichmäßig isoechogen bis hypoechogen dar. Ihre Form wird spindelförmig bis oval beschrieben mit einer dünnen hypoechogenen Kapsel, sowie dazugehörigem Fett und Gefäßen am Hilus (Labrés-Díaz 2004, Nyman und O'Brien 2007). Die physiologische Größe der Lymphknoten kann bei der Katze von mehreren Millimetern bis Zentimeter variieren (Mattoon und Berry 2021). Unveränderte abdominale Lymphknoten sind oft nur schwer darstellbar, da sie aufgrund des geringen Impedanzunterschiedes zur Umgebung nur schwer von umliegendem Fettgewebe abgegrenzt werden können (Labrés-Díaz 2004). In solchen Fällen sollte eine Doppler Untersuchung durchgeführt werden, um die Lymphknoten von Blutgefäßen unterscheiden zu können (Mattoon und Berry 2021). Bei jungen oder sehr mageren Tieren sind physiologische Lymphknoten deutlicher darstellbar, da diese nur wenig mesenteriales Fett haben (Krol und O'Brien 2012, Mattoon und Berry 2021). Messwerte für die physiologische Größe der abdominalen Lymphknoten sind für die Katze beschrieben (Tab.1). Gemessen wird die Breite - kleinster axialer Durchmesser und die Länge - größter axialer Durchmesser (Schreurs et al. 2008). Bei jungen gesunden Tieren stellen sich die jejunalen Lymphknoten größer (6–7 mm), als beim adulten Tier dar (ca. 5 mm). Zusätzlich sind diese in ihrer Struktur heterogen und echoarm (Schreus et al. 2008, Krol und O'Brien 2012). Die Vergrößerung der Lymphknoten sowie die verminderte Echogenität lassen sich dadurch erklären, dass der Gastrointestinaltrakt von jungen Tieren kontinuierlich neuen Antigenen ausgesetzt ist (Agthe et al. 2009).

Aufgrund der großen Vielfalt der Lymphknoten ist die Form der Lymphknoten repräsentativer als die absoluten Messungen. Ein Verhältnis (Short/Long Ratio), berechnet aus der im Bild gemessenen Länge und Breite des Lymphknotens, wird als normal bewertet, wenn dieser Wert unter 0,5 liegt (Labrés-Díaz 2004, Nyman et al. 2004). Dieser Wert ist anerkannt für die *Lnn. iliaci mediales* sowie die *Lnn. inguinales superficiales* (Mayer et al. 2010), nicht aber für Lymphknoten, die tendenziell länger sind, das Sichtfeld überschreiten oder eine gekrümmte Form aufweisen (Agthe et al. 2009).

Spezifische topographische Marker helfen bei der Identifizierung von speziellen Lymphknotenzentren (Mattoon und Berry 2021).

Die abdominalen Lymphknoten werden in eine viszerale und eine parietale Gruppe entsprechend ihrem tributären Gebiet eingeteilt. Zu den viszeralen Lymphknoten zählen die *Lymphonodi (Lnn.) jejunales, hepatici, splenici, colici* und die kaudalen Mesenteriallymphknoten, sowie die *Lnn. gastrici und pancreaticoduodenaes*. Die parietalen Lymphknoten inkludieren die *Lnn. aortici, iliaci mediales, hypogastrici, sacrales* und *ileofemorales* (Nyman und O'Brien 2007).

Die jejunalen Lymphknoten sind die größten im Abdomen. Sie sind variabel in der Länge, spindelförmig in einer Linie aufzufinden, und verlaufen mit der *Arteria (A.) mesenterica cranialis* und ihren Zweigen (Nyman und O'Brien 2007). Die *Lnn. hepatici* liegen bei der Einmündung der Milz- und Gastroduodenalvenen in die Pfortader und am Hilus der Leber. Die *Lnn. splenici* befinden sich neben den Milzgefäßen am Hilus der Milz (Schreurs et al. 2008). Die *Lnn. colici* sind am Übergang zwischen *Ileum* und *Colon* zu finden (Nyman und O'Brien 2007). Die kaudalen Mesenteriallymphknoten liegen in der Nähe des *Colon descendens*. Die *Lnn. gastrici* sind eingebettet im *Omentum minor* entlang der kleinen Krümmung des Magens, neben der Kardie oder auch dem Pylorus. Die pancreatico-duodenalen Lymphknoten sind an der kaudalen Seite des Pylorus orientiert, wo die kranialen pancreatico-duodenalen und die rechten gastro-epiploischen Venen zusammentreffen. Einzelne pancreatico-duodenale Lymphknoten können in der Nähe des rechten Pankreasschenkels vorhanden sein (Nyman und O'Brien 2007).

Die zur parietalen dazugehörigen Gruppe *Lnn. iliaci mediales* werden aufgrund ihrer Größe und konstanten Lage am häufigsten während der Ultraschalluntersuchung gesehen (Mattoon und Berry 2021). Sie können in der Anzahl variieren und liegen am lateralen Rand der Aorta. Sie reichen nach kranial bis zur *A. circumflexa iliaca* und kaudal bis zur Aufzweigung der *A. iliaca externa* und *interna*. Im Vergleich zu den restlichen Lymphknoten können diese leichter von der lateralen Flanke erreicht werden als vom ventralen Abdomen. Die *Lnn. aortici* liegen entlang der Aorta (kranial der *Lnn. iliaci mediales*) während sich die *Lnn. hypogastrici* im Winkel zwischen der *A. iliaca interna* und der *A. sacralis mediana* befinden. Sie sind klein, rund, unterschiedlich in ihrer Anzahl und nicht immer mittels Ultraschalles erkennbar, außer sie sind vergrößert (Nyman und O'Brien 2007). Die *Lnn. sacrales* befinden sich kaudal des Ursprungs der *A. iliaca interna* und am Ursprung der *A. sacralis mediana* und verlaufen entlang dieser Gefäße (Schreurs et al. 2008).

In einer Studie, bei welcher abdominale Lymphknoten von gesunden Katzen untersucht wurden, waren die *Lnn. iliaci mediales* bei 100 % der Katzen sichtbar, die jejunalen Lymphknoten in 90 %, die hepatischen Lymphknoten in 70 %, die aorto-lumbalen, die Milz- und die pancreatico-duodenalen Lymphknoten in jeweils 60 %, die ileocaekalen und die kolischen Lymphknoten in jeweils 50 %. Die renalen, gastrischen, sakralen sowie die kaudalen mesenterialen Lymphknoten wurden in jeweils 40 %, 30 %, 20 % und 10 % der Katzen identifiziert (Schreurs et al. 2008). Die inkonstante Darstellung von Lymphknoten lässt sich durch das dazwischenliegende Gas des Gastrointestinaltraktes erklären (Schreurs et al. 2008).

Tab. 1: Lymphknoten Messwerte bei gesunden Katzen modifiziert nach Schreurs et al. 2008

Lymphknoten	Länge (mm)	Breite (mm)
<i>Lnn. iliaci mediales</i>	13.5 (5.0–23.3)	4.5 (1.4–14.0)
<i>Lnn. jejunales</i>	20.2 (11.4–39.0)	5.0 (2.8–7.2)
<i>Lnn. hepatici</i>	7.6 (5.9–9.5)	2.9 (2.5–3.6)
<i>Lnn. ileocaecales</i>	11.8 (6.7–23.3)	4,1 (2.7–4.8)
<i>Lnn. pancreatoduodenaes</i>	8.4 (5.0–1.2)	4.6 (3.6–6.2)

2.3 Sonographie von abdominalen Lymphadenopathien

Der Begriff Lymphadenopathie umfasst alle Lymphknotenreaktionen und -veränderungen, sowohl in ihrer Größe, Form als auch Gewebedichte. Abdominale Lymphadenopathien oder Lymphadenomegalien werden routinemäßig mittels Ultraschalls untersucht und stellen bei kranken Katzen einen häufigen Befund dar (August 2008).

Entzündliche, infektiöse und neoplastische Erkrankungen können mit einer Vergrößerung der Lymphknoten einhergehen (August 2008). Abhängig von Ursache, Lokalisation und Stadium ist die Veränderung solitär, regional oder generalisiert. Dabei kann es sich um eine reaktive Hyperplasie, eine Lymphadenitis oder eine neoplastische Infiltration handeln (Mischke 2019). Benigne (reaktive Hyperplasie, Lymphadenitis) oder neoplastische Veränderungen der Lymphknoten zeigen spezifische sonographische Charakteristiken (Davé et al. 2017). Diese beinhalten Größe und Form des Lymphknotens, Echogenität und Homogenität des Lymphknotenparenchyms, Durchblutung des Organs und die Darstellung des Lymphknotenhilus (Eberhardt et al. 2015). Pathologisch veränderte Lymphknoten sind meist deutlich vergrößert und daher gut im Abdomen zu finden (D'Anjou 2015).

2.3.1 Lymphadenitis

Eine Lymphadenitis ist eine Entzündung des Lymphknotens. Häufig entsteht diese sekundär durch einen entzündlichen oder infektiösen Prozess in dem Organ, welches von dem jeweiligen Lymphknoten versorgt wird (Day 2004). Zytologisch unterteilt man eine Lymphadenitis nach dem dominierenden Zelltyp. Man unterscheidet ein neutrophiles, eosinophiles, histiozytäres oder pyogranulomatöses Zellbild (Ishida 2017).

2.3.1.1 Neutrophile Lymphadenitis

Die neutrophile Entzündung ist charakterisiert durch eine vermehrte Anzahl von neutrophilen Granulozyten über 5 % (Ishida 2017). Sonographisch stellen sich die Lymphknoten bei einer Lymphadenitis vergrößert und homogen echoarm da. Weiters können sie im Vergleich zu nicht entzündeten Lymphknoten eine schlecht abgrenzbare Kontur aufweisen, welche vermutlich durch Cellulitis und Ödembildung verursacht wird (Llabrés-Díaz 2004, Neelis et al. 2021). Es können auch kleine Abszesshöhlen erkennbar sein, welche das Lymphknotenparenchym inhomogen erscheinen lassen. Abszedierte Lymphknoten können eine zentrale Kavitation aufweisen, die aber von einer metastatisch bedingten Nekrose oder Blutung unterschieden werden muss (Neelis et al. 2021).

2.3.1.2 Eosinophile Lymphadenitis

Eine eosinophile Lymphadenitis kennzeichnet sich zytologisch durch das Vorkommen von mehr als 3 % eosinophilen Granulozyten (Ishida 2017). Eine seltene Erkrankung der Katze, bei welcher es zu einer Infiltration der Lymphknoten mit eosinophilen Granulozyten kommt, stellt die eosinophile Enteritis dar (Klopfleisch und Gruber 2015). Die eosinophile Enteritis der Katze wurde im Zusammenhang mit infektiösen Krankheiten, Futtermittelunverträglichkeiten, dem Hypereosinophilen Syndrom und Neoplasien (Mastzelltumor und T-Zell Lymphom) berichtet. Die eosinophile Enteritis kann auch in Kombination mit der Inflammatory bowel disease (IBD) auftreten. Häufig sind diese nur schwer voneinander zu unterscheiden, da sie zu ähnlichen klinischen Symptomen führen können. Wenn histopathologisch die eosinophilen Granulozyten dominieren, wird die IBD Variante zur eosinophilen Enteritis gezählt (Tucker et al. 2014). Um eine sonographische Unterscheidung zu finden, wurden in einer Studie die sonographischen Befunde der eosinophilen Enteritis mit denen der IBD verglichen. Bei Katzen

mit einer eosinophilen Enteritis war die mittlere Verdickung der jejunalen Darmwand signifikant höher als die bei der IBD, außerdem zeigte sich eine Verdickung der *Muscularis propria*. Bei fünf Katzen mit einer eosinophilen Enteritis wurde zusätzlich eine abdominale Lymphadenopathie gefunden, vier von diesen wiesen auch eine verdickte *Muscularis propria* auf (Tucker et al. 2014). Die Konstellation einer abdominalen Lymphadenopathie und einer Verdickung der *Muscularis propria* wurde auch in einer früheren Studie beim T-Zell Lymphom der Katze gefunden. Die Studie zeigt, dass sich auch die eosinophile Enteritis im Ultraschall so darstellen könnte und daher nur schwer vom maligne Lymphom abzugrenzen ist (Zwingenberger et al. 2010). Eine sonographische Darstellung der dabei veränderten Lymphknoten ist nicht beschrieben. Jedoch konnte Tucker et al. (2014) zusammenfassend herausfinden, dass eine sonographisch prominente *Muscularis propria*, in Kombination mit einem palpatorisch verdickten Darm und einer peripheren Eosinophilie im Blut, die Diagnose einer eosinophilen Enteritis bei chronischen Darmsymptomen sehr wahrscheinlich macht.

Eine Form der eosinophilen Enteritis ist das Hypereosinophile Syndrom. Es ist gekennzeichnet durch eine über lange Zeit persistierende Eosinophilie unbekannter Genese, welche zu Infiltrationen mit reifen Eosinophilen in der Milz, Leber und den Lymphknoten führen kann. Die Ätiologie ist unbekannt (Kohn et al. 2019). In einer Studie bei welcher Katzen mit einer eosinophilen Enteritis im Zuge des Hypereosinophilen Syndroms untersucht wurden, konnten Lymphknotenveränderungen in Form einer reaktiven Hyperplasie oder einer Lymphadenitis mit Fibrose gefunden werden (Hendrick 1981).

Eine weitere Erkrankung, die zu einer Infiltration der Lymphknoten mit eosinophilen Granulozyten führt, stellt die feline gastrointestinale eosinophile sklerosierende Fibroplasie (FGESF) dar. Es handelt sich dabei um eine entzündliche Erkrankung unbekannter Ursache, definiert durch das Vorhandensein einer eosinophilen Masse, die vor allem den Magen, den Darm (Ileocaecalklappe) und den betroffenen Lymphknoten betrifft. In einer Studie mit Katzen, bei welcher sich die FGESF in Form einer intestinalen Masse histopathologisch bestätigte, zeigte sich eine zusätzliche mesenteriale eosinophile Lymphadenitis. Die Pathogenese der Krankheit ist nicht geklärt (Craig et al. 2009, Tucker et al. 2014). Eine Hypothese ist, dass sich eine genetische Prädisposition für eine eosinophile Entzündung als Antwort auf Antigene, (Bakterien oder Parasiten), welche die intestinale Mukosa durchbrechen können, entwickelt hat. Es ist aber unklar ob die Bakterien eine primäre oder sekundäre Rolle spielen. Es betrifft vor allem Katzen im mittleren Alter, weiters scheint es eine Rassenprädisposition für Ragdolls zu geben. Da das Vorkommen der Krankheit noch nicht ganz geklärt ist, wird es oft nicht bei den Differentialdiagnosen von intra-abdominalen Massen bedacht. Histologisch können sie

sich ähnlich darstellen wie sklerosierende Mastzelltumore oder Fibrosarkome (Linton et al. 2015)

Sonographisch stellt sich die FGESF als eine intramurale, ulzerierende Masse, mit Verlust der Wandschichten vor allem im Magen und am ileocaecalen Übergang dar. Hyperechogene Läsionen sind beschrieben, welche die fibrotisch veränderten Regionen darstellen sollen (Linton et al. 2015). Der Verlust der Darmwandschichtung in der betroffenen Region in Kombination mit einer Lymphknotenvergrößerung erklärt warum diese auch im Ultraschall sehr schwer von Neoplasien unterschieden werden können (Griffin 2019).

2.3.1.3 Histozytäre und pyogranulomatöse Lymphadenitis

Wenn histiozytäre Zellen mehr als 3–5 % des zytologischen Gesamtzellbildes ausmachen, handelt es sich um eine histiozytäre Entzündung. Bei einer pyogranulomatösen Entzündung dominiert eine Kombination aus Histozyten und neutrophilen Granulozyten das Zellbild. Häufig sind diese bei der Katze mit feliner infektiöser Peritonitis (FIP) aber auch mit Pilzinfektionen assoziiert (Ishida 2017). Eine abdominale Lymphadenopathie stellt bei der felinen infektiösen Peritonitis, vor allem der trockenen Form, einen häufigen Befund dar. Bei dieser kommt es vor allem in Kombination mit intramuralen Massen zu einer lokalen Lymphadenopathie. Die nodulären pyogranulomatösen Massen können vor allem im Colon, am ileocaecalen Übergang und im Dünndarm gefunden werden (August 2008). In einer Studie wurde bei Katzen mit FIP die sonographischen Darmveränderungen in Form einer Verdickung der jejunalen Darmwand, sowie der Verlust der Darmschichten beschrieben (Ernandes et al. 2019).

2.3.1.4 Zystisch veränderte Lymphknoten

Lymphknoten können auch zystisch verändert sein, in diesen Fällen zeigen sich Teile des Lymphknotens anechogen. In einer Studie wurde untersucht, ob eine Korrelation zwischen zystischen Lymphknotenläsionen und einer spezifischen neoplastischen und nicht-neoplastischen Krankheit besteht und ob sich diese auf spezielle Lymphknotenzentren beziehen. Es ergab sich jedoch nur eine geringe Prävalenz in Hinblick auf ausgewählte Lymphknotenzentren. Es wurden zystisch veränderte Lymphknoten sowohl bei Krankheiten neoplastischer als auch nicht- neoplastischer Ätiologie gefunden (Liotta et al. 2017).

2.3.2 Reaktive Hyperplasie

Die reaktive Hyperplasie ist die häufigste Ursache einer benignen Lymphadenopathie und reflektiert die Lymphknotenaktivität als Teil einer lokalen oder generalisierten Immunantwort. Sie spiegelt somit die immunologische Leistung des Immunsystems wider. Die Antigenstimulation kann einen infektiösen oder nichtinfektiösen Hintergrund haben. Unter einer Hyperplasie versteht man eine reversible, reaktive Proliferation von Zellen, welche vor allem die kortikalen und parakortikalen B- und T-Lymphozyten sowie die Plasmazellen im Mark des Lymphknotens betrifft. Durch die Proliferation von Zellen kommt es zu einer Vergrößerung des betroffenen Lymphknotens (Day 2004, Mischke 2019).

Reaktiv veränderte Lymphknoten können sich sonographisch längsoval und echoarm darstellen. Zusätzlich können diese eine heterogene Echogenität ausweisen (Kinns und Mai 2007, Swarte et al. 2011). Sie lassen sich aufgrund ihres Erscheinungsbildes nur schwer von metastatisch veränderten Lymphknoten unterscheiden. Daher ist für eine endgültige Diagnosestellung eine Feinnadelaspiration (FNA) fast immer obligatorisch (Neelis et al. 2021).

2.3.3. Neoplasien

Lymphknoten können primär oder sekundär neoplastisch verändert sein. Zu den primären hämolymphtischen Neoplasien zählen das maligne Lymphom, die lymphatische Leukämie und das histiozytäre Sarkom. Sekundäre Neoplasien sind auf metastatische Infiltrationen der Lymphknoten durch Tumorzellen (besonders Karzinome und Mastzelltumoren) zurückzuführen (Kandel Tschiederer 2020). Die häufigsten intestinalen Tumore der Katze mit einer abdominalen Lymphadenopathie sind das maligne Lymphom, Adenokarzinome und Mastzelltumore (Rivers et al. 1997). Das viszerale Hämangiosarkom, welches den Dünndarm und Dickdarm betreffen kann, wurde bei der Katze beschrieben, jedoch wurden bisher keine sonographischen Charakteristika veröffentlicht (Gaschen 2011). Fibrosarkome und Leiomyosarkome des felines Gastrointestinaltrakt wurden beschrieben, jedoch wurden diese selten gefunden (Turk et al. 1981).

2.3.2.1 Sonographische Charakteristiken zur Unterscheidung zwischen einer benignen und malignen Lymphknotenveränderung

Sonographisch können metastatisch veränderte Lymphknoten sehr ähnlich wie hyperplastisch veränderte Lymphknoten aussehen. Die Ultraschalluntersuchung kann aber wichtige Hinweise geben, ob es sich um eine benigne oder maligne Veränderung handelt (Eberhardt et al. 2015). Sowohl reaktive als auch metastatische Lymphknoten sind echoarm und können eine heterogene Echogenität aufweisen (Kinns und Mai 2007, Swarte et al. 2011). Verglichen mit reaktiven Lymphknoten, welche sich in ihrer Form längsoval darstellen, kann bei malignen Lymphknoten ein Formwechsel von oval zu rund beobachtet werden. Zusätzlich kann bei malignen Veränderungen ein reduziertes hiläres Gewebe vorliegen (Eberhardt et al. 2015, Nyman et al. 2006, Swarte et al. 2011). Doppler Sonographie, Power Doppler oder Kontrastultraschall erlauben eine bessere Identifikation der Vaskularisation des Lymphknotens und können so die Differenzierung zwischen malignen und benignen Knoten erleichtern (Nyman und O'Brien 2007). Metastatisch veränderte Lymphknoten weisen eine periphere oder gemischt dargestellte Vaskularisation mit einer insgesamt größeren Anzahl von Gefäßen auf. Es kann zu einer Verlagerung der zentralen Hilusgefäße kommen, zusätzlich können perikapsuläre und periphere Gefäße, die aber nicht mit dem zentralen Hilusgefäß in Verbindung gebracht werden können, zu erkennen sein (Salwei et al. 2005). Bei einer benignen Veränderung ist die Anzahl an Gefäßen insgesamt niedriger und sie verlaufen vor allem zentral entlang des Hilus (Kinns und Mai 2007, Nyman et al. 2006). Die Heterogenität kann auch ein sonographisches Merkmal sein, welches mit Malignität assoziiert wird. In einer Studie zeigten 91 % der heterogenen Lymphknoten von Hunden und 63 % der heterogenen Lymphknoten von Katzen eine Malignität (Kinns und Mai 2007). Benigne Lymphknoten können eine reguläre Kontur und ein normales perinodales Fett aufweisen, wohingegen neoplastische Lymphknoten sich irregulär in ihrer Kontur darstellen mit oder ohne hyperechogenen perinodalen Fett (Swarte et al. 2011). Eine S/L Ratio $> 0,7$ kann ebenfalls eine neoplastische Infiltration andeuten. Eine Ratio $< 0,5$ spricht für einen normalen oder reaktiven Lymphknoten (Nyman und O'Brien 2007).

2.3.2.2 Malignes Lymphom

Das Lymphom (malignes Lymphom oder Lymphosarkom) umfasst eine Gruppe von Neoplasien, denen eine Entartung von Lymphozyten zugrunde liegt. Es wird in drei große Gruppen unterteilt: das periphere, das extranodale (inklusive Haut, Niere, ZNS) und das gastrointestinale Lymphom (Teske 2013). Das gastrointestinale Lymphom stellt den am häufigsten gefundenen intestinalen Tumor und gleichzeitig die häufigste Lymphom-Form der Katze dar (Krebitz-Gressl 1996, Vail et al. 2020). Es ist vor allem im Magen, Dünndarm, Dickdarm und/oder in den mesenterialen Lymphknoten lokalisiert (Grooters et al. 1994).

Der sonographische Nachweis einer Lymphadenopathie ist häufig und erklärt oft den Masseneffekt bei der abdominalen Palpation (Grooters et al. 1994, Lingard et al. 2009). Die dabei veränderten Lymphknoten sind bei der Katze meist stark vergrößert, abgerundet und echoarm (Widmer et al. 2021). Neben der Lymphknotenveränderung können hypoechogene runde Massen des Gastrointestinaltrakts gefunden werden. Diese Massen können solitär, multiple oder diffus sein und zeigen sich im Ultraschall als transmurale, echoarm zirkuläre Verdickungen der Gastrointestinalwand mit Verlust der normalen Wandschichtung sowie einer reduzierten Motilität des betroffenen Darmsegments (Griffin 2019, Grooters et al. 1994).

Zwingenberger et al. (2010) stellten fest, dass die Kombination aus einer verdickten *Muscularis propria* und einer Lymphadenopathie charakteristisch für das T- Zell Lymphom der Katze ist.

2.3.2.3 Adenokarzinom

Das Adenokarzinom ist der häufigste nicht-lymphoide intestinale Tumor der Katze (Griffin 2019) und zählt zu den sekundären Neoplasien der Lymphknoten, da es zu einer metastatischen Infiltration durch Tumorzellen kommt (Laurenson et al. 2011).

Das Adenokarzinom des Darmes lässt sich in drei Subtypen unterteilen: das solide bzw. niedrig differenzierte, das papilläre oder tubuläre und das muzinöse Karzinom. Sie können in jedem Abschnitt des Dünndarmes auftreten (Kessler 2013). Das Adenokarzinom erscheint sonographisch als solitäre Masse, die zu einer zirkulären Verdickung der Wand mit Verlust der Darmschichten, sowie zu einer regionalen Lymphadenopathie führen kann (Griffin 2019). Sie metastasieren bevorzugt in die mesenterialen Lymphknoten, aber auch in das Peritoneum, die Leber und die Lunge (Kessler 2013). Die sonographische Darstellung ähnelt stark dem des Lymphoms, jedoch sind Karzinome vor allem solitär (Gaschen 2011). Eine weitere

Unterscheidung zum Lymphom stellt die gemischte Echogenität der veränderten Darmwand dar (Rivers et al. 1997).

2.3.2.4 Mastzelltumor

Mastzellen sind Zellen des hämatopoetischen Systems und entstammen den pluripotenten CD34+ Stammzellen des Knochenmarks. Bei einer tumorösen Entartung der Mastzellen kommt es zu einer Differenzierung und Mutation der Mastzelle durch das Onkogen c-kit. Diese Mutation ist für eine dauerhafte Aktivierung der Rezeptor-Tyrosinkinase KIT (c-kit, CD117, Stammzellfaktor-Rezeptor)) verantwortlich, welche zu einer autonomen Wachstumsstimulation der Mastzelltumore führt. Bei der Katze können drei Formen des Mastzelltumors unterschieden werden: der kutane, viszerale/splenische und der intestinale Mastzelltumor. Es kann zu einer Überschneidung der unterschiedlichen Formen kommen. Die Ätiologie der felines Mastzelltumore ist unbekannt, es scheint aber nicht mit einer viralen Infektion zusammenzuhängen (London und Thamm 2020).

Sonographisch präsentieren sich intestinale Mastzelltumore als fokale Massen, die vor allem in Duodenum, Jejunum und der Ileocaecalklappe vorkommen. Andere Regionen wie das Colon sind beschrieben, jedoch seltener (Laurenson et al. 2011). Die häufigsten sonographischen Befunde sind fokale, echoarme Verdickungen der Darmwand, welche nicht-zirkulär und exzentrisch verlaufen. Meist kommt es zu einer Veränderung der Darmwand, jedoch nicht zu einem völligen Verlust der Darmwandschichten. Die am meist betroffene Darmschicht ist die *Muscularis propria* (Laurenson et al. 2011). Die beteiligten Lymphknoten stellen sich vergrößert (2–5 cm), echoarm und abgerundet dar (Sato und Solano 2004).

2.4 Ultraschallgezielte Feinnadelaspiration

Die ultraschallgezielte Feinnadelaspiration (FNA) wird zur Untersuchung von Lymphknotenvergrößerungen und zum Tumor Staging eingesetzt (Amores-Fuster et al. 2015). In den letzten Jahren ist die Lymphknoten-Zytologie in der Kleintiermedizin zur Routineuntersuchung geworden. Sie stellt eine schnelle, leicht durchzuführende und kostengünstige Methode dar, welche nur ein minimales Equipment benötigt und manchmal ohne eine Sedierung des Tieres durchgeführt werden kann (Cora et al. 2015).

Die Entscheidung, ob man eine FNA oder eine Core-Biopsie durchführt, ist abhängig von der Größe der Masse. Aspirationen werden generell bei kleinen soliden Massen (>1 cm),

zystischen oder stark vaskularisierten Läsionen, aber auch bei Verdacht einer diffusen zellulären Infiltration wie beim Lymphom oder Mastzelltumor, bevorzugt angewandt (Mattoon et al. 2021). Es muss aber beachtet werden, dass die Ergebnisse der zytologischen Untersuchung möglicherweise nicht mit den endgültigen histologischen Ergebnissen übereinstimmen.

Die Beurteilung und Interpretation des gewonnenen Aspirats ist in einem hohen Maß von der Qualität der Probenentnahme und -verarbeitung abhängig. Eine Schulung von Tierärzten zur Verbesserung der Probenentnahme und des Ausstriches kann die diagnostische Ausbeute erhöhen (Amores-Fuster et al. 2015).

Im Vergleich zum Gold Standard, der Histopathologie, zeigt die zytologische Untersuchung dennoch eine gute Sensitivität und Spezifität (Cohen et al. 2003). Darüber hinaus ermöglicht die FNA die Entnahme von Proben an Stellen, die für eine chirurgische Biopsie nicht leicht zugänglich sind (Cohen et al. 2003). Sie macht eine präzise Nadelplatzierung mit kontinuierlicher Echtzeitüberwachung auch bei tiefsitzenden Läsionen möglich. Im Vergleich zu anderen Biopsieverfahren hat sich der Anteil an diagnostischen Proben, sowie die Geschwindigkeit und die Sicherheit bei der Probenentnahme erhöht (Mattoon et al. 2021).

Mit Hilfe der FNA wird versucht die drei großen Gruppen der Lymphadenopathie zu diagnostizieren: Entzündung, reaktive Hyperplasie und neoplastische Veränderungen (Cora et al. 2015). Wenn mehrere Lymphknoten vergrößert sind, wird empfohlen mehr als einen zu punktieren (Cowell et al. 2003).

3 Material und Methode

3.1 Studienpopulation

Die vorliegende Studie umfasst eine retrospektive Analyse von 101 Katzen aus dem Zeitraum von 24.02.2014 bis 13.02.2019. Die Tiere stammen aus dem Patientengut der klinischen Abteilung der Bildgebenden Diagnostik der Veterinärmedizinischen Universität, Wien. Die bereits dokumentierten Daten wurden aus dem Tierinformationssystem (TIS) erhoben. Voraussetzungen für die Aufnahme in die Studie waren Katzen, welche veränderte abdominale Lymphknoten bei der Ultraschalluntersuchung auswiesen. Diese Lymphknoten mussten vollständig abgebildet und in ihrer Ausdehnung gut messbar sein. Zusätzlich musste eine ultraschallgezielte Feinnadelaspiration der veränderten Lymphknoten vorliegen, sowie ein zytologisches Ergebnis.

Tab. 2: Rassenverteilung der Katzen

Rasse	Anzahl
Europäisch Kurzhaar	87
Siam Katze	3
Britisch Kurzhaar	3
Maine Coon	2
Perser Katze	2
Angora Katze	1
Selkir Rex	1
Bengale	1
Exotic Kurzhaar	1

3.2 Datenerhebung

Für die Datenerhebung wurden Merkmale aus dem Nationale und der Anamnese, der Lokalisation und dem Erscheinungsbild des Lymphknotens, die Beteiligung anderer Organe und das Ergebnis der zytologischen Untersuchung evaluiert und in einer Tabelle festgehalten.

3.2.1 Evaluierung der sonographischen Befunde

Aus dem Ultraschallbefund wurde jeweils die Lage des Lymphknotens, die Echogenität, die Homogenität sowie die Breite des Lymphknotens in mm entnommen. Wenn mehr als ein Lymphknoten verändert war, wurde der breiteste Lymphknoten gemessen. Die Messung wurde aufgrund der Empfehlung der Veterinary Cooperative Oncology Group (VCOG) ausgewählt. Diese verwenden wie beim Menschen folgende Bewertung: „Response evaluation criteria in solid tumors“ (RECIST) (Nguyen et al. 2015). Es soll ein Modell darstellen mit dem Ziel den Prozess der Tumorbeurteilung zu erleichtern und gleichzeitig die Messschwankungen zu reduzieren.

Zusätzlich wurden begleitende Darmwandveränderungen dokumentiert, sowie die Veränderungen anderer Bauchorgane.

3.2.2 Zytologische Untersuchung

Die Proben wurden mittels ultraschallgezielter Feinnadelaspiration entnommen und im Labor der Veterinärmedizinischen Universität, Wien untersucht.

Die Ergebnisse wurden in C-Kategorien (C1 bis C5) eingeteilt. Diese Kategorien dienen zur Klassifikation der zytologischen Untersuchungen und wurden vom Zentrallabor der Veterinärmedizinischen Universität, Wien erstellt, um Untersuchungsergebnisse zu standardisieren.

Tab. 3: C-Kategorien

C-Kategorie	Bedeutung
C1	nicht diagnostisch
C2	benigne, nicht-tumoröse Veränderungen
C3	fraglich maligne Veränderungen
C4	mit hoher Wahrscheinlichkeit maligne Veränderung, mit Empfehlung für zusätzliche Abklärung
C5	maligner Tumor und benigner Tumor wie Basalzell Tumor oder Adenom

3.3 Statistische Methoden

Die gesammelten Daten wurden mit dem Microsoft Excel Programm in einer Tabelle erfasst. Zur statistischen Auswertung der Daten diente das Programm IBM SPSS Statistics (Version 24; SPSS Inc., Chicago, USA). Neben einer deskriptiven Statistik wurden Häufigkeitsunterschiede hinsichtlich verschiedener Faktoren (Form, Echogenität, Homogenität, Größe, Darmveränderungen, Beteiligung anderer Organe) zwischen den verschiedenen Diagnosen mittels einem Chi-Quadrat-Test (χ^2 – Test) überprüft.

Außerdem wurde versucht ein sonographisches Muster zu finden, aufgrund dessen man eine Diagnose vorhersagen bzw. eine Klassifikation erstellen kann. Hierfür wurde eine Entscheidungsbaumanalyse (Classification and Regression Trees Analysis) aus dem bereits bestehendem Datensatz erstellt.

Um die statistischen Methoden und die Auswertung der Tabelle zu vereinfachen wurde ein Excel Muster angefertigt, welches wie folgt bewertet wurde: die Anamnese wurde in die Untergruppen Gewichtsverlust, Inappetenz, Erbrechen und Durchfall unterteilt. Bei diesen wurde jeweils zwischen „ja, vorhanden“ (1) und „nicht vorhanden“ (2) unterschieden. Beim Ultraschallbild wurde die Form zwischen „länglich“ (1), „rund“ (2) und „oval“ (3) differenziert. Die Kontur wurde als „gut abgrenzbar“ (1) und „schlecht abgrenzbar“ (2) eingestuft. Bei der Echogenität wurde zwischen „echoarm“ (1), „mittlere Echogenität“ (2) und „echoreich“ (3) unterschieden, sowie die Homogenität zwischen „homogen“ (1) oder „inhomogen“ (2). Wenn der Lymphknoten zystisch verändert war, wurde er mit „ja“ (1) oder „nein“ (2) bewertet.

Die Darmwandveränderungen wurden unterteilt in: Wand fokal verbreitert (D1), Wand generalisiert verbreitert (D2), Wandschichtverlust (D3), Wand verwaschen (D4) und Sonstiges (D5). Bewertet wurde hier ebenfalls mit „ja, vorhanden“ (1) oder „nicht vorhanden“ (2). Zu den zusätzlich veränderten Organen und Zusatzbefunden zählten außerdem Leber, Pankreas, Milz, Nieren, Thorax und freie Flüssigkeit. Hier wurde zwischen „ja, Mitbeteiligung“ (1), oder „nein, keine Mitbeteiligung“ (2) unterschieden. Zuletzt wurden die zytologischen Ergebnisse in Untergruppen geteilt: „reaktive Hyperplasie“ (1), „Lymphadenitis“ (2), „neutrophile Entzündung“ (3), „eosinophile Entzündung“ (4), „pyogranulomatöse Entzündung“ (5), „Lymphom“ (6), „metastatische Infiltration“ (7) und „Ergebnis nicht diagnostisch“ (0).

4 Ergebnisse

4.1 Deskriptiver Überblick

In dieser retrospektiven Studie wurden 101 Katzen mit einer abdominalen Lymphadenopathie untersucht. Davon waren 64 (63,4 %) männlich und 37 (26,6 %) weiblich. Das Durchschnittsalter der Tiere zum Zeitpunkt der Untersuchung betrug 10,1 Jahre. Das jüngste Tier war fünf Monate, das älteste Tier 16 Jahre alt.

In der Anamnese wurde das Vorhandensein von vier verschiedenen Symptomen berücksichtigt. Am häufigsten kam Inappetenz mit 34,7 % (35/101 Tiere) vor. Erbrechen zeigte sich in 27,7 % (28/101 Tiere) der Fälle, gefolgt von Durchfall mit 26,7 % (27/101 Tiere). Bei 6,9 % (7/101 Tiere) der Katzen wurde eine Gewichtsabnahme festgestellt. Bei den restlichen 28,7 % (29/101 Tiere) handelte es sich um sonstige Symptome wie Fieber, Lethargie oder Apathie.

4.2 Ergebnisse der zytologischen Untersuchung

Zur weiteren Abklärung der abdominalen Lymphadenopathie wurde die Diagnose mittels einer zytologischen Untersuchung bestätigt. Im Rahmen der zytologischen Untersuchung wurden folgende Befunde erstellt: reaktive Hyperplasie, Lymphadenitis (gemischtzelliges Entzündungsbild), neutrophile Lymphadenitis, eosinophile Lymphadenitis oder Infiltration von eosinophilen Granulozyten, pyogranulomatöse Lymphadenitis, Lymphom und metastatische Infiltrationen (Adenokarzinom, Mastzelltumor, Fibrosarkom) (Tab. 4). Von 101 untersuchten Proben waren 22 nicht diagnostisch.

Tab. 4: Zytologische Lymphknotenergebnisse

Pathologie	Anzahl (n)
Reaktive Hyperplasie	36
Lymphadenitis	8
Neutrophile Lymphadenitis	3
Eosinophile Lymphadenitis	7
Pyogranulomatöse Lymphadenitis	4
Lymphom	18
Metastatische Infiltrationen	3

4.3 Ergebnisse der sonographischen Untersuchung

Bei den untersuchten Tieren waren die im Ultraschall darstellbaren Lymphknotenveränderungen sowohl in den parietalen als auch den viszeralen Lymphknoten lokalisiert: mesenterial (n = 86), ileocaecal (n = 12) und sublumbal (n = 3). Die Ergebnisse sind in Tabelle 5 und 6 zusammengefasst.

Tab. 5: Ergebnisse der sonographischen Darstellung von Lymphadenopathien

Lymphknotenpathologie	homogen	hetero- gen	echoarm	mittlere Echogenität	echoreich	länglich	rund	oval
Reaktive Hyperplasie	23 (63,9 %)	13 (36,1 %)	24 (66,7 %)	10 (27,8 %)	2 (5,6 %)	11 (31,4 %)	11 (31,4 %)	13 (37,1 %)
Lymphadenitis	5 (71,4 %)	2 (28,5 %)	3 (42,8 %)	3 (42,8 %)	1 (14,4 %)	2 (25,0 %)	3 (37,5 %)	3 (37,5 %)
Neutrophile Lymphadenitis	1 (33,3 %)	2 (66,7 %)	2 (66,7 %)	1 (33,3 %)	0	0	2 (66,7 %)	1 (33,3 %)
Eosinophile Lymphadenitis	4 (57,1 %)	3 (42,9 %)	2 (28,6 %)	5 (71,4 %)	0	0	0	7 (100 %)
Pyogranulomatöse Lymphadenitis	3 (75 %)	1 (25 %)	4 (100 %)	0	0	0	3 (75 %)	1 (25 %)
Lymphom	10 (55,6 %)	8 (44,4 %)	16 (88,9 %)	2 (11,1 %)	0	1 (5,9 %)	7 (41,2 %)	9 (52,9 %)
Metastatische Infiltration	2 (66,7 %)	1 (33,3 %)	3 (100 %)	0	0	1 (33,3 %)	2 (66,7 %)	0

Tab. 6: Größe in mm der Lymphadenopathien

Lymphknotenpathologie	Minimum (mm)	Maximum (mm)	Mittelwert (mm)
Reaktive Hyperplasie	1,3	31,0	11,9
Lymphadenitis	3,5	40,0	17,1
Neutrophile Lymphadenitis	7,0	24,0	16,0
Eosinophile Lymphadenitis	11,4	25,6	18,4
Pyogranulomatöse Lymphadenitis	8,8	16,5	13,9
Lymphom	15,4	11,4	25,6
Metastatische Infiltration	8,2	48	21,4

4.3.1 Reaktive Hyperplasie

Bei 36/101 (35,6 %) Katzen handelte es sich um eine reaktive Hyperplasie und kam daher am häufigsten vor. Sonographisch stellten sich 13/36 (37,1 %) oval, 11/36 (31,4 %) in ihrer Form rund und 11/36 (31,4 %) länglich dar. 32/36 (91,4 %) waren gut abgrenzbar und 3/36 (8,6 %) schlecht abgrenzbar. Die Echogenität war bei 24/36 (66,7 %) echoarm, 10/36 (27,8 %) wiesen eine mittlere Echogenität auf, 2/36 (5,6 %) wiesen ein echoreiches Parenchym auf. Bei 23/36 (63,9 %) stellten sich die Lymphknoten homogen dar, 13/36 (36,1 %) waren inhomogen. 6/36 (16,7 %) der veränderten Lymphknoten wiesen zystische Läsionen auf.



Abb. 1: Reaktive Hyperplasie. Katze, EKH, wk, 6 Jahre. Mehrere vergrößerte längsovale Mesenteriallymphknoten mit einem echoarmen homogenem Parenchym.

4.3.2 Lymphadenitis

Bei 8/101 (7,9 %) Katzen konnte eine Lymphadenitis mit einem gemischt entzündlichen Bild diagnostiziert werden. Sonographisch waren von diesen 3/8 (37,5 %) oval, 3/8 (37,5 %) rund, sowie 2/8 (25 %) länglich. 8/8 waren gut abgrenzbar. 3/8 (42,8 %) waren echoarm, 3/8 (42,8 %) wiesen eine mittlere Echogenität auf und 1/8 (14,3 %) stellte sich echoreich dar. 5/8 (71,4 %) waren homogen, 2/8 (28,5 %) stellten sich inhomogen dar. 2/8 (25 %) der Lymphknoten waren zystisch verändert.

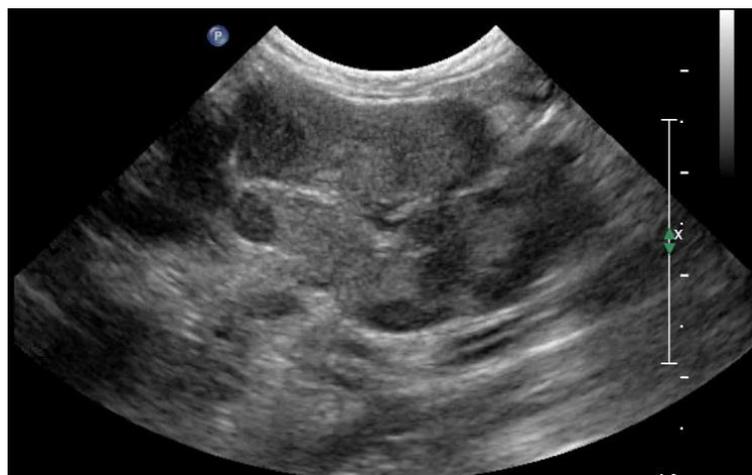


Abb. 2: Lymphadenitis. Katze, EKH, wk, 6 Jahre. Mehrere paketartig vergrößerte Mesenteriallymphknoten mit mittlerer inhomogener Echogenität.

Bei 3/101 (2,8 %) Katzen dominierte das neutrophile Entzündungsbild. Von den Lymphknoten dieser drei Katzen stellten sich 2/3 (66,7 %) in ihrer Form rund, sowie 1/3 (33,3 %) oval dar. Alle 3/3 (100 %) waren in Ihrer Kontur gut abgrenzbar. 2/3 (66,7 %) waren echoarm, 1/3 (33,3 %) wies eine mittlere Echogenität auf. 1/3 (33,3 %) der veränderten Lymphknoten stellte sich homogen dar, 2/3 (66,7 %) wiesen ein inhomogenes Parenchym auf.



Abb. 3: Neutrophile Lymphadenitis. Katze, EKH, mk, 11 Jahre. Zwei vergrößerte Mesenteriallymphknoten, einer rund und einer oval mit mittlerer Echogenität und inhomogenem Parenchym.

Bei 7/101 (6,9 %) Katzen dominierte das eosinophile Entzündungsbild. In vier Fällen handelte es sich dabei um eine eosinophile Lymphadenitis, in den restlichen drei um eine eosinophile Infiltration im Zuge einer peripheren Eosinophilie im Blut. 7/7 (100 %) wiesen eine ovale Form auf und waren in ihrer Kontur gut abgrenzbar. 2/7 (28,6 %) stellten sich echoarm dar, 5/7 (71,5 %) wiesen eine mittlere Echogenität auf. 4/7 (57,1 %) waren homogen, 3/7 (42,9 %) stellten sich mit einem inhomogenen Parenchym dar. Bei 3/7 (42,8 %) konnten zystische Läsionen dokumentiert werden. Bei einem der zystisch veränderten Lymphknoten wurde aufgrund des Zellbildes der Verdacht auf ein Lymphom ausgesprochen.



Abb. 4: Eosinophile Infiltration. Katze, EKH, mk, 11 Jahre. Zwei stark vergrößerte ovale Lymphknoten, mit mittlerer Echogenität und homogenem Parenchym.

Bei 4/101 (3,9 %) veränderten Lymphknoten handelte es sich um eine pyogranulomatöse Lymphadenitis. 1/4 (25 %) stellte sich oval, inhomogen echoarm mit echoreichem Saum dar. Die restlichen 3/4 (57 %) stellten sich rund, gut abgrenzbar, homogen und echoarm dar.



Abb. 5: Pyogranulomatöse Lymphadenitis. Katze, EKH, mk, 7 Jahre. Vergrößerte ovale Mesenteriallymphknoten, echoarm inhomogen mit echoreichem Saum.

4.3.3 Malignes Lymphom

Bei 18/101 (17,8 %) Katzen konnte ein malignes Lymphom diagnostiziert werden. Von den veränderten Lymphknoten zeigten 9/18 (52,9 %) eine ovale Form, 7/18 (41,1 %) wiesen eine runde Form auf, nur 1/18 (5,9 %) stellte sich länglich dar. 16/18 (94,1 %) waren gut abgrenzbar, 1/18 (5,9 %) stellte sich in seiner Kontur undeutlich dar. Bei 16/18 (88,9 %) stellten sich die Lymphknoten sonographisch echoarm dar, nur 2/18 (11,1 %) wiesen eine mittlere Echogenität auf. 10/18 (55,6 %) der Lymphknoten waren homogen, 8/18 (44,4 %) inhomogen. 1/18 der Lymphknoten war zystisch verändert. Bei 4/18 (22,2 %) Lymphknoten konnte zusätzlich eine begleitende Infiltration von eosinophilen Granulozyten festgestellt werden.

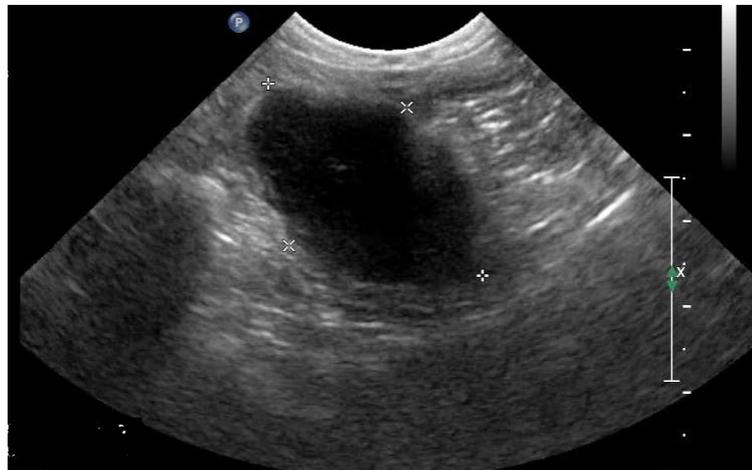


Abb. 6: Malignes Lymphom. Siamkatze, wk, 6 Jahre. Stark vergrößerter ovaler Mesenteriallymphknoten, mit einem sehr echoarmen homogenem Parenchym.

4.3.4 Metastatische Infiltration

Bei 3/101 (2,8 %) Katzen konnten metastatische Infiltrationen gefunden werden. Bei einer Katze konnte ein Adenokarzinom diagnostiziert werden. Sonographisch stellte sich dieser Lymphknoten rund, gut abgrenzbar, homogen und echoarm dar. Die Breite des Lymphknotens betrug 8 mm.

Bei einem veränderten Lymphknoten wurde histopathologisch ein Mastzelltumor festgestellt. Dieser stellte sich länglich, gut abgrenzbar, homogen und echoarm mit einer Breite von 8,2 mm dar.

Bei einem anderen Lymphknoten wurde ein Spindezellsarkom mit Verdacht auf ein Fibromyosarkom diagnostiziert. Der infiltrierte Lymphknoten stellte sich sonographisch rund, gut abgrenzbar und echoarm mit echoreichem Saum dar. Das Parenchym war heterogen und die Breite des veränderten Lymphknotens betrug 48 mm.

4.3.5 Beteiligung von sonographischen Darmveränderungen und anderen abdominalen Organen

In den Tabellen 7 und 8 sind die Ultraschallbefunde im Vergleich zu den zytologischen Befunden aufgelistet. In Tabelle 7 befinden sich die Darmwandveränderungen der verschiedenen Lymphknotenpathologien im Zusammenhang mit der zytologischen Untersuchung. Bei der reaktiven Hyperplasie wurde in 26/36 (72,7 %) der Fälle eine Darmwandveränderung dokumentiert. Die am häufigsten gefundene Darmwandveränderung mit 47,2 % stellte eine generalisierte Verbreiterung der Darmwand dar. Bei der Lymphadenitis zeigte sich in 3/8 (37,5 %) Fällen eine veränderte Wandschichtung. In 3/3 (100 %) Fällen war die Wand generalisiert verbreitert. Bei der neutrophilen Lymphadenitis zeigte sich in 3/3 Fällen (100 %) eine Darmwandveränderung. Diese stellte sich in Form einer fokal verbreiterten, einer generalisiert verbreiterten Darmwand, als auch einer verwaschenen Wandschichtung dar. Bei der eosinophilen Lymphadenitis konnte in 7/7 (100 %) Fällen eine generalisiert verbreiterte Darmwand dokumentiert werden. Auch beim Lymphom konnte in 18/18 (100 %) Fällen eine Darmwandveränderung festgestellt werden. 9/18 (50 %) zeigten eine generalisiert verbreiterte Wand, 3/18 (16,6 %) eine fokal verbreiterte Wand, 3/18 (16,6 %) wiesen verwaschene Wandschichten auf und 3/18 (16,6 %) einen völligen Verlust der Wandschichtung. Bei der pyogranulomatösen Lymphadenitis zeigte sich in 4/4 (100 %) Fällen eine begleitende Darmwandveränderung. 1/4 (25 %) zeigte sich eine echoreiche Zubildung an der ileocaecalklappe, sowie eine verwaschene Wandschichtung. Bei 3/4 konnte eine fokale Verbreiterung am ileocaecalen Übergang, sowie eine verwaschene Darmwandschichtung festgestellt werden. Bei den metastatischen Infiltrationen wurden keine Darmwandveränderungen dokumentiert.

Tabelle 8 dokumentiert den Vergleich einer sonographischen Beteiligung anderer Organe zu den zytologischen Befunden. Neben den Darmveränderungen wurde auf die Beteiligung anderer Organe geachtet. Es konnte kein relevanter Zusammenhang zwischen der Häufigkeit des Auftretens von Veränderungen in anderen Bauchorganen und den Lymphknotenpathologien gefunden werden.

Tab. 7: Begleitende sonographische Darmwandveränderungen der verschiedenen Lymphadenopathien

Lymphknotenpathologie	Fokal verbreitert	Generalisiert verbreitert	Verlust der Wandschichtung	Verwaschene Wandschichtung
Reaktive Hyperplasie	1 (2,8 %)	17 (47,2 %)	2 (5,5 %)	6 (16,7 %)
Lymphadenitis	0	3 (37,5 %)	0	0
Neutrophile Lymphadenitis	1 (33 %)	2 (66,7 %)	0	1 (33,3 %)
Eosinophile Lymphadenitis	0	7 (100 %)	0	0
Pyogranulomatöse Lymphadenitis	4 (100 %)	0	0	4 (100 %)
Lymphom	3 (18,8 %)	9 (56,3 %)	3 (18,3 %)	3 (30 %)
Metastatische Infiltration	0	0	0	0

Tab. 8: Sonographische Beteiligung anderer Organe

Lymphknoten-pathologie	Darm	Leber	Niere	Pankreas	Milz	Freie Flüssigkeit	Thorax
Reaktive Hyperplasie	26 (72,7%)	16 (42,1%)	12 (31,6%)	12 (31,6%)	4 (10,5%)	2 (5,3%)	2
Lymphadenitis	3 (37,5%)	0	2 (25%)	2 (25,0%)	0	1 (12,5%)	0
Neutrophile Lymphadenitis	3 (100%)	0	1 (33,3%)	0	2 (66,7%)	2 (66,7%)	0
Pyogranulomatöse Lymphadenitis	4 (100%)	3	2 (50%)	1 (25%)	0	1 (25%)	2 (50%)
Eosinophile Lymphadenitis	7 (100%)	0	2 (28,6%)	1 (14,3%)	0	0	0
Lymphom	18 (100%)	11 (61,1%)	5 (27,8%)	3 (16,7%)	2 (11,1%)	3 (16,7%)	2 (11,1%)
Metastatische Infiltration	0	1 (33,3%)	1 (33,3%)	1 (33,3%)	1 (33,3%)	0	1 (33,3%)

4.4 Vergleich der Untersuchungsverfahren untereinander

Um die beiden Untersuchungsverfahren zu vergleichen, wurde eine Entscheidungsbaumanalyse durchgeführt. Durch diese soll ein Muster aus dem bestehenden Datensatz gefunden werden, mit welchem man eine Diagnose vorhersagen bzw. eine Klassifikation erstellen kann. Mit Hilfe von unterschiedlichen sonographischen Charakteristiken wie Größe, Echogenität, Form, Homogenität sowie begleitende Darmwandveränderungen, sollten wichtige Informationen gefunden werden, aus denen eine Diagnose abgeleitet werden kann. Dabei wurden die zytologisch bestätigten Diagnosen der Lymphknotenveränderungen mit den vorhergesagten Diagnosen basierend auf den sonographischen Charakteristiken im Datensatz verglichen und ein Algorithmus erstellt. Aufgrund der niedrigen Fallzahlen wurde die statistische Analyse nur für die reaktive Hyperplasie, die Lymphadenitis, die eosinophile Lymphadenitis und das Lymphom durchgeführt. In Tabelle 6 finden sich die bestätigten Diagnosen verglichen mit den vorhergesagten Diagnosen in % aufgelistet. Zusätzlich wurde die Independent Variable Importance berechnet. Dabei wird die Variable, die am besten zwischen den einzelnen Diagnosen differenziert hat, auf 100 % gesetzt, alle anderen Faktoren werden an diesem wichtigsten Faktor normiert.

4.4.1 Entscheidungsbaumanalyse

Es wurden zwei Varianten basierend auf unterschiedlichen sonographischen Charakteristiken erstellt. Bei Variante 1 wurde die Größe, Form, Echogenität, Kontur, zystische Veränderungen der Lymphknoten und die beteiligten Darmwandveränderungen mit Hilfe des Entscheidungsbaumes analysiert. In Tabelle 9 wird aufgezeigt wie viel Prozent der jeweiligen vorhergesagten Diagnosen richtig klassifiziert wurden. Die reaktive Hyperplasie wurde in 73,3 % der Fälle richtig vorhergesagt, gefolgt von der eosinophilen Infiltration mit 71,4 %. Alle anderen Diagnosen lagen unter 70 %. Der Gesamtprozentsatz aller richtig vorhergesagten Kategorien lag bei 66,6 %. Das Risiko einer Fehlklassifikation lag hier bei 33,4 %. In Tabelle 10 wurde die Größe als die Variable, die am besten differenziert hat, mit 100 % eingestuft, gefolgt von der Form (25,8 %) und der Echogenität (23,1 %). Die Darmwandveränderungen lagen bei rund 18 % und scheinen daher für die Klassifikation weitgehend irrelevant zu sein. Die Variablen, welche zu einer niedrigen Prozentzahl führten, scheinen aber den Algorithmus des Entscheidungsbaumes zu irritieren und neigen dadurch zu Fehlklassifikationen. Aufgrund dessen wurde in Variante 2 nur mehr die Größe, Form, Echogenität und die Homogenität mit Hilfe des Entscheidungsbaumes analysiert. Durch das Weglassen der

Darmwandveränderungen hat sich die Trefferquote dementsprechend erhöht: In Tabelle 9 kann man erkennen, dass das Lymphom zu fast 80 % richtig vorhergesagt wurde, gefolgt von der reaktiven Hyperplasie und der eosinophilen Lymphadenitis mit etwa 71 %. In nur 25 % der Fälle wurde die Lymphadenitis richtig vorhergesagt. Der Gesamtprozentsatz aller richtig vorhergesagten Kategorien lag bei 64,9 %. Das Risiko einer Fehlklassifikation lag bei 35,1 %. In Tabelle 11 kann man erkennen, dass die Größe mit 100 % am wichtigsten ist, relativ dazu kommt mit 39,3 % die Form, gefolgt von der Echogenität mit 25,7 %. Die Homogenität mit nur 6,9 % dürfte für die Klassifikation weitgehend irrelevant sein.

Tab. 9: Zytologisch bestätigte Diagnosen verglichen mit den vorhergesagten Diagnosen in Prozent

Bestätigte Diagnose:	Vorhergesagte Diagnose:	
	Variante 1: Basierend auf: Größe, Form, Echogenität, Homogenität, Kontur, zystische Veränderungen und begleitende Darmveränderungen	Variante 2: Basierend auf: Größe, Form, Echogenität und Homogenität
Reaktive Hyperplasie	73,7 %	71,0 %
Lymphadenitis	50,0 %	25,0 %
Eosinophile Lymphadenitis	71,4 %	71,4 %
Lymphom	66,7 %	77,8 %

Tab. 10: Independent Variable Importance Variante 1

Independent Variable	Normalized importance
Größe (mm)	100 %
Form	25,8 %
Echogenität	23,1 %
Wand generalisiert verbreitert	18,2 %
Verlust der Wandschichten	13,7 %
Zystisch verändert	13,0 %
Homogenität	10,9 %
Wand fokal verbreitert	8,9 %
Kontur	7,9 %

Tab. 11: Independent Variable Importance Variante 2

Independent Variable	Normalized importance
Größe (mm)	100 %
Form	39.3 %
Echogenität	25,7 %
Homogenität	6,9 %

Um das Muster und die einzelnen sonographischen Charakteristiken der vorhergesagten Diagnosen nachvollziehen zu können, sind diese hinsichtlich ihrer Häufigkeit in Prozent in Tabelle 12 aufgelistet. In Tabelle 13 ist die Größe in Millimeter der vorhergesagten Diagnosen angegeben. Zusätzlich ist der Entscheidungsbaum angefügt um den Klassifizierungsprozess sowie den Algorithmus nachvollziehen zu können (Abb. 7). In der Abbildung wurden die Diagnosen von 1—5 aufgelistet. Dabei handelt es sich in von 1 beginnend um die reaktive Hyperplasie, 2 die Lymphadenitis, 3 die neutrophile Lymphadenitis, 4 die eosinophile Lymphadenitis und 5 das Lymphom.

Sonographische Charakteristiken, welche im Entscheidungsbaum nachverfolgt werden können, sind die Größe, Form und Echogenität. Bei der Echogenität und der Form wurde zwischen 1, 2 und 3 klassifiziert. Dies steht bei der Echogenität für „echoarm“ (1), „mittlere Echogenität“ (2) und „echoreich“ (3), sowie bei der Form für „länglich“ (1), „rund“ (2) und „oval“ (3).

Folgt man dem Algorithmus der Entscheidungsbaumanalyse kann die reaktive Hyperplasie sowie die eosinophile Lymphadenitis mit knapp über 70 % richtig vorhergesagt werden, das Lymphom wird mit 77,8 % richtig vorhergesagt. Bei der Lymphadenitis mit 25 % kann keine aussagekräftige Vorhersage gemacht werden. Zusätzlich zeigt die Analyse, dass die Größe, Form und Echogenität zu den wichtigsten sonographischen Charakteristiken zählen, um das sonographische Erscheinungsbild eines Lymphknotens zu charakterisieren. Die Kontur, die Homogenität sowie die begleitenden Darmveränderungen scheinen für die Klassifikation mit Hilfe des Entscheidungsbaumes weitgehend irrelevant zu sein. Zusammenfassend konnte aber keine eindeutige Zuordnung der sonographischen Befunde gemacht werden.

Tab. 12: Sonographische Charakteristiken der vorhergesagten Diagnosen im Detail

Lymphknoten-pathologie	homogen	heterogen	echoarm	mittlere Echogenität	echoreich	länglich	rund	oval
Reaktive Hyperplasie	37 (78,7 %)	10 (21,3 %)	29 (61,7 %)	17 (36,2 %)	1 (2,1 %)	16 (33 %)	17 (35,4 %)	15 (31,3 %)
Lymphadenitis	3 (42,9 %)	4 (57,1 %)	7 (100 %)	0	0	0	0	7 (100 %)
Eosinophile Lymphadenitis	8 (66,7 %)	4 (33,3 %)	0	10 (83,3 %)	0	1 (11,1 %)	1 (11,1 %)	7 (77,8 %)
Lymphom	12 (40 %)	18 (60 %)	30 (100 %)	0	0	2 (6,7 %)	16 (53,3 %)	12 (40,0 %)

Tab. 13: Größe in mm der vorhergesagten Diagnosen

Lymphknotenpathologie	Minimum (mm)	Maximum (mm)	Mittelwert (mm)
Reaktive Hyperplasie	1,3	48,0	10,0
Lymphadenitis	21,1	31,0	25,0
Eosinophile Lymphadenitis	11,4	30,0	19,3
Lymphom	8,7	20,0	12,5

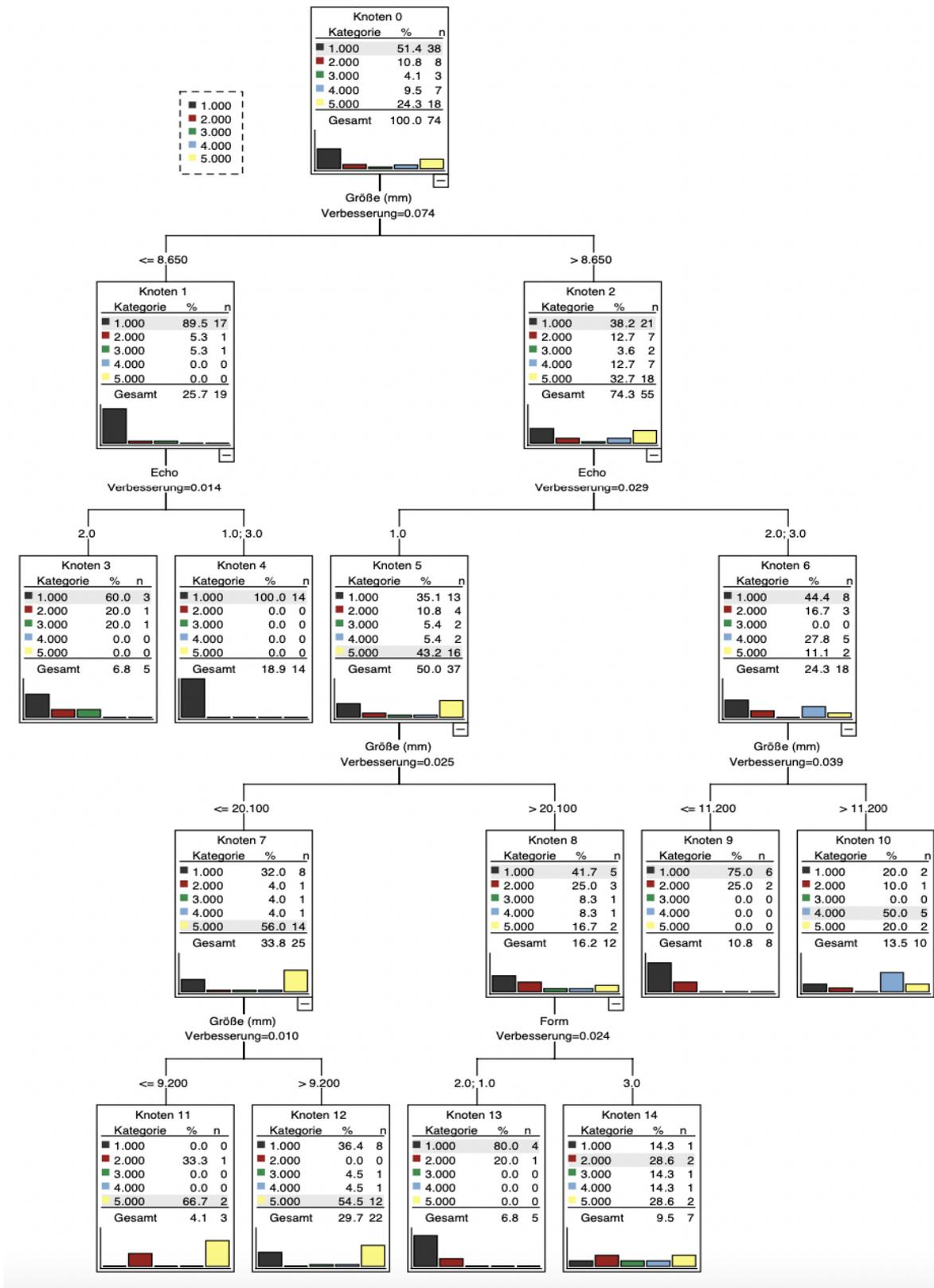


Abb. 7: Entscheidungsbaum Variante 2

5 Diskussion

Diese Arbeit untersucht die Korrelation zwischen dem Ultraschallbefund und den Ergebnissen der zytologischen Untersuchung bei abdominalen Lymphadenopathien der Katze. Außerdem wurde überprüft, ob gleichzeitig auftretende Pathologien der abdominalen Organe die Verdachtsdiagnose unterstützen.

Mittels einer Entscheidungsbaumanalyse wurde versucht aus dem bestehendem Datensatz ein sonographisches Muster zu ermitteln, um eine Diagnose ableiten zu können. Dies wurde für die reaktive Hyperplasie, die Lymphadenitis, die eosinophile Lymphadenitis und das Lymphom durchgeführt. Bei den restlichen Lymphknotenpathologien lagen zu wenige Fallzahlen vor. Mit Hilfe des Algorithmus, welcher durch die Entscheidungsbaumanalyse berechnet wurde, kann die reaktive Hyperplasie, sowie die eosinophile Lymphadenitis mit knapp über 70 % richtig vorhergesagt werden. Das Lymphom wird mit 77,8 % richtig vorhergesagt. Zusätzlich zeigt die Analyse, dass die Größe, Form und Echogenität zu den wichtigsten Charakteristiken zählen, um das sonographische Erscheinungsbild eines veränderten Lymphknotens zu charakterisieren. Andere Eigenschaften wie die Kontur, Homogenität oder begleitende Darmwandveränderungen scheinen in dieser Arbeit weitgehend irrelevant für die Klassifikation zu sein. Neben den Darmveränderungen wurde auch auf die Beteiligung anderer abdominaler Organe geachtet. Es konnte kein relevanter Zusammenhang zwischen der Häufigkeit des Auftretens von Veränderungen in anderen Bauchorganen und den Lymphknotenpathologien gefunden werden.

Wie in der Literatur bereits beschrieben, lässt sich die reaktive Hyperplasie nur schwer von malignen Lymphknotenveränderungen unterscheiden. Hinweise, die auf eine benigne Veränderung von Lymphknoten hindeuten, sind vor allem der Verlauf der Gefäße, die Darstellung des perinodalen Fettes in Kombination mit einer regulären Kontur, sowie die Darstellung des Hilusbereiches (Nyman et al. 2006, Kinns und Mai 2007, Swarte et al. 2011). Bei benignen Veränderungen zeigt sich ein zentraler echoreicher Hilusbereich, wohingegen bei malignen Veränderungen dieser meist nicht mehr sichtbar ist (Eberhardt 2015). Sowohl die Darstellung der Gefäße mittels Doppler Untersuchung als auch die Darstellung des Hilus wurden in dieser Studie nicht untersucht, da es sich um eine retrospektive Analyse handelt. Außerdem wurde in der Literatur eine S/L Ratio von über 0,7 für eine maligne Veränderung genannt (Nyman und O'Brien 2007). Die S/L Ratio wurde aber in dieser Studie nicht ermittelt, da der Empfehlung der Veterinary Cooperative Oncology Group folgend nur die Breite der Lymphknoten vermessen wurde (Nguyen et al. 2015).

Eine weitere Studie beschrieb, dass die Heterogenität ebenfalls mit einer Malignität assoziiert werden kann. Sie beschreibt, dass bei 65 % der Katzen heterogen veränderte Lymphknoten maligne waren (Kinns und Mai 2007). In dieser Arbeit stellten sich bei nur 30% (30/101) der untersuchten Katzen die Lymphknoten heterogen dar. Bei 21 Tieren handelte sich um eine benigne Veränderung des Lymphknotens, bei nur acht handelte es sich dabei um ein Lymphom, daher kann die hier durchgeführte Studie den Zusammenhang zwischen Heterogenität und einer Dignität der Lymphknoten nicht bestätigen.

Außerdem beschreibt die Literatur, dass keine Korrelation zwischen zystischen Lymphknotenläsionen und einer spezifischen neoplastischen und nicht-neoplastischen Krankheit besteht (Liotta et al. 2017). Insgesamt waren zwölf Lymphknoten zystisch verändert, dabei handelte es sich bei sechs um eine reaktive Hyperplasie, bei fünf um eine Lymphadenitis und bei einem um ein Lymphom. In dieser Studie kamen zystische Läsionen zwar sowohl in benignen als auch malignen Veränderungen vor, jedoch zeigte sich von insgesamt 21 neoplastisch veränderten Lymphknoten nur einer zystisch verändert, dies zeigt, dass in dieser Studie zystisch veränderte Lymphknoten tendenziell häufiger bei benignen Veränderungen vorkamen.

Lymphknoten, bei welchen eine Lymphadenitis vom gemischtzelligen oder neutrophilen Typ zytologisch festgestellt werden konnten, stellten sich in dieser Arbeit vor allem mit einer mittleren Echogenität oder echoarm dar. Ihre Form war oval bis rund. Das Lymphknotenparenchym stellte sich sowohl heterogen als auch homogen dar. Die Heterogenität kann für eventuelle Abszesshöhlen sprechen, welche das Lymphknotenparenchym inhomogen erscheinen lassen (Neelis et al. 2021). Aufgrund der niedrigen Fallzahlen lässt sich aber hier kein eindeutiges sonographisches Erscheinungsbild erkennen.

Die pyogranulomatöse Lymphadenitis ist bei der Katze vor allem mit der FIP oder auch Pilzinfektionen assoziiert. Vor allem bei der trockenen Form der felines infektiösen Peritonitis stellt die Lymphadenopathie einen häufigen Befund dar (August 2008). In der Literatur werden meist die Darmveränderungen sonographisch beschrieben, jedoch wird das Erscheinungsbild der begleitenden Lymphadenopathie meist nicht spezifisch charakterisiert. In dieser Arbeit stellte sich diese echoarm, gut abgrenzbar, homogen und rund bis oval dar. Bei den sonographisch veränderten Darmveränderungen zeigte sich in allen Fällen eine fokal verbreiterte Darmwand im Bereich des ileocaecalen Überganges, in einem Fall auch eine echoreiche Zubildung an der Ileocaecalklappe, sowie verwaschene Wandschichtungen. Dies

unterstützt die bereits beschriebene Literatur, bei welcher die Darmveränderungen ebenfalls vor allem im Bereich des ileocaecalen Übergangs lagen (August 2008, Ernandes et al. 2019).

Bei insgesamt sieben Lymphknotenveränderungen dominierte das eosinophile Zellbild. Zwingenberger et al (2010) konnte in einer Studie herausfinden, dass die Kombination aus einer Verdickung der *Muscularis propria* und einer Lymphadenopathie charakteristisch für das maligne T-Zell Lymphom sei. In einer anderen Studie wurde die Kombination dieser sonographischen Befunde auch bei der eosinophilen Enteritis festgestellt (Tucker et al. 2014). Die dabei veränderten Lymphknoten werden in der Literatur nur selten näher beschrieben, vor allem im Zusammenhang mit der eosinophilen Lymphadenitis bzw. einer Infiltration von eosinophilen Granulozyten.

Bei der eosinophilen Enteritis stellten sich die veränderten Lymphknoten vor allem oval, mit einer mittleren Echogenität dar. Beim Lymphom stellten sich die Lymphknoten sowohl oval als auch rund dar, jedoch zeigten sie sich im Vergleich zur eosinophilen Lymphadenitis hauptsächlich echoarm. Wie stark es zu einer Formveränderung der Lymphknoten durch ein malignes Lymphom kommt, ist vermutlich auch vom Zeitpunkt der Diagnosestellung abhängig. Das Lymphom und die eosinophile Lymphadenitis stellten sich im Vergleich zu den anderen Lymphknotenpathologien am größten dar, wobei das Lymphom sich mit einem Mittelwert von 25,5 mm am größten präsentierte.

Eine weitere Option, um eine eosinophile Lymphadenitis von einem Lymphom zu unterscheiden, sind die begleitenden Darmveränderungen. Bei der eosinophilen Lymphadenitis zeigte sich in allen Fällen eine generalisiert verbreiterte Darmwand. Beim Lymphom hingegen sind die Darmveränderungen wie in der Literatur bereits beschrieben sowohl solitär, multiple oder diffus. Außerdem kam es zu einem Verlust der normalen Wandschichtungen (Griffin 2019, Grooters et al. 1994). Daraus lässt sich schließen, dass die Kombination aus dem sonographischen Erscheinungsbild der Lymphadenopathie und den begleitenden Darmveränderungen wichtige Hinweise geben kann, um welche Lymphknotenpathologie es sich handelt.

Eine weitere Möglichkeit diese beiden voneinander zu unterscheiden, wäre die Durchführung einer Doppler Sonographie, um den genauen Blutgefäßverlauf der Lymphknoten beurteilen zu können und so Hinweise auf eine benigne oder maligne Lymphknotenveränderung zu bekommen.

Aufgrund der retrospektiven Auswertung ergaben sich in dieser Studie Limitationen. In einigen Fällen lagen bei den verschiedenen Lymphknotenpathologien zu wenige Fallzahlen vor, um ein einheitliches sonographisches Muster zu finden. Die in dieser Studie bewerteten Ultraschallbilder wurden von unterschiedlichen Radiologen erstellt. Die Bilder unterscheiden sich basierend auf den individuellen Präferenzen der untersuchenden Person in Helligkeit, Kontrast und Körnigkeit. Dies verursacht eine gewisse Inhomogenität im Datensatz. Auch die FNA Proben wurden von unterschiedlichen Untersuchern durchgeführt. Die Beurteilung und Interpretationen des gewonnenen Aspirats hängt in hohem Maß von der Qualität der Probenentnahme und -verarbeitung ab.

Als Hypothese dieser Arbeit galt, dass das Ultraschallbild von unterschiedlichen abdominalen Lymphadenopathien so charakteristisch ist, dass eine FNA nicht durchgeführt werden muss. Die Hypothese konnte zum Teil erfüllt werden, da sich mit Hilfe der Entscheidungsbaumanalyse die reaktive Hyperplasie, die eosinophile Lymphadenitis und das Lymphom mit über 70% richtig vorhergesagt werden kann. Dies kann wichtige Anhaltspunkte geben, um welche Diagnose es sich handelt. Jedoch ist die Trefferquote insgesamt zu niedrig, um sich auf die ermittelte Diagnose stützen zu können. Daher bleibt die zytologische oder histopathologische Untersuchung zur Absicherung der sonographischen Verdachtsdiagnose unverzichtbar.

6 Zusammenfassung

Abdominale Lymphadenopathien oder Lymphadenomegalien werden routinemäßig mittels Ultraschalls untersucht und stellen bei kranken Katzen einen häufigen Befund dar. Ziel dieser retrospektiven Arbeit war es, das sonographische Bild einer abdominalen Lymphadenopathie zu beschreiben und herauszufinden, ob das Ultraschallbild mit den Ergebnissen des zytologischen Befundes nach einer FNA korreliert. Außerdem wurde überprüft, ob gleichzeitig auftretende Pathologien der abdominalen Organe die Verdachtsdiagnose unterstützen.

In der vorliegenden Studie wurden die sonographischen Befunde sowie die zytologischen Ergebnisse der ultraschallgezielten FNA von 101 Katzen mit einer abdominalen Lymphadenopathie analysiert. Mittels einer Entscheidungsbaumanalyse wurde aus dem bestehenden Datensatz ein sonographisches Muster bezugnehmend auf Größe, Form, Echogenität und Homogenität der Lymphknoten erstellt, um eine Diagnose ableiten zu können. Dies wurde für die reaktive Hyperplasie, die Lymphadenitis, die eosinophile Lymphadenitis und das Lymphom durchgeführt. Mit Hilfe der Entscheidungsbaumanalyse kann die reaktive Hyperplasie, sowie die eosinophile Lymphadenitis mit knapp über 70 % richtig vorhergesagt werden, das Lymphom wird mit 77,8 % richtig vorhergesagt. Bei der Lymphadenitis mit 25 % kann keine verlässliche Vorhersage gemacht werden. Zusätzlich konnte herausgefunden werden, dass begleitende Darmwandveränderungen bei der eosinophilen Lymphadenitis verglichen mit dem Lymphom sich vor allem generalisiert darstellten und daher die Kombination aus dem Erscheinungsbild der Lymphadenopathien und der begleitenden Darmveränderungen wichtige Hinweise geben kann, ob es sich um ein Lymphom oder eine eosinophile Lymphadenitis handelt.

Zusammenfassend liefert eine Ultraschalluntersuchung in Kombination mit einer Entscheidungsbaumanalyse gute Anhaltspunkte für die Erstellung der Verdachtsdiagnosen reaktive Hyperplasie, eosinophile Lymphadenitis und dem Lymphom. Die Trefferquoten sind jedoch zu tief, um eine eindeutige Diagnose stellen zu können, weshalb die zytologische oder histopathologische Untersuchung zur Diagnosestellung unverzichtbar bleibt. Die Arbeit bietet mit ihrer vergleichenden Beschreibung sonographischer Merkmale von Lymphadenopathien eine Grundlage für weitere Datenanalysen.

7 Summary

The correlation between ultrasonographic findings and cytology in abdominal lymphadenopathies in cats

Abdominal lymphadenopathies or lymphadenomegalies are regularly evaluated during routine examinations using ultrasound and are common clinical findings in sick cats. The aim of this retrospective study was to describe the ultrasound image of abdominal lymphadenopathy and to determine whether the characteristic image is in accordance with results from cytology following fine needle aspiration, and whether concurrent abdominal organ pathologies support a tentative diagnosis.

For this retrospective study, the sonographic findings and cytology results of 101 cats with abdominal lymphadenopathy and ultrasound-guided fine needle aspiration were evaluated. A classification and regression tree (CART) analysis rendered it possible to create a sonographic pattern out of the existing dataset, taking size, form, echogenicity, and homogeneity of the lymph nodes into account, and hence allowing for an appropriate diagnosis. Lymphadenopathies included reactive hyperplasia, lymphadenitis, eosinophilic lymphadenitis, and lymphoma. By means of the CART analysis, reactive hyperplasia as well as eosinophilic lymphadenitis can be predicted correctly with just above 70 %, while the correct predictability for lymphoma was at 77,8 %. A reliable prediction for lymphadenitis at only 25 % was not possible. Concurrent generalized thickening of the intestinal wall with eosinophilic lymphadenitis was not seen with lymphoma. Therefore, the combination of the sonographic images of lymphadenopathies and concurrent intestinal wall pathology can provide important information on whether lymphoma or eosinophilic lymphadenitis is diagnosed.

In summary, ultrasonography combined with CART analysis provides helpful guidance for suspected diagnoses of reactive hyperplasia, lymphadenitis, eosinophilic lymphadenitis, and lymphoma. However, the success rate of this method is too low for it to make a definite diagnosis, leaving cytology or histopathology indispensable for diagnosis. With its comparative description of ultrasonographic characteristics of lymphadenopathies, the present study offers a basis for further data analyses.

8 Literaturverzeichnis

- Agthe P, Caine AR, Posch B, Herrtage ME. 2009. Ultrasonographic appearance of jejunal lymph nodes in dogs without clinical signs of gastrointestinal disease. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 50 (2):195–200.
- Amores-Fuster I, Cripps P, Graham P, Marrington AM, Blackwood L. 2015. The diagnostic utility of lymph node cytology samples in dogs and cats. *Journal of Small Animal Practice*, 56 (2):125–129.
- August J. 2008. Abdominal Lymphadenopathy in Cats: A diagnostic challenge. In: American College of Veterinary Internal Medicine Conference 2008 Proceedings. Texas: College Station.
- Cora R, Gal AF, Taulescu M, Tabaran F, Vidrighinescu R, Catoi C. 2015. The utility of fine needle aspiration cytology in canine lymphadenopathies. *Annals of the Romanian Society for Cell Biology*, 19 (2):47–54.
- Cohen M, Bohling MW, Wright JC, Welles EA, Spano JS. 2003. Evaluation of sensitivity and specificity of cytologic examination: 269 cases. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 222 (7):964–967.
- Cowell R, Dorsey KE, Meinkoth J. 2003. Lymphnode Cytology. *The Veterinary Clinics of North America. Small animal practice*, 33 (1):47–67.
- Craig LE, Hardam E, Hertzke D, Flatland, Rohrbach, B. W, Moore R. 2009. Feline gastrointestinal eosinophilic sclerosing fibroplasia. *Veterinary Pathology*, 46 (63–70).
- D'Anjou M-A. 2015. Abdominal cavity, lymphnodes, and great vessels. In: Penninck D, D'Anjou M-A, Hrsg. *Atlas of Small Animal Ultrasonography*. Zweite Aufl. Iowa: Wiley-Blackwell-Verlag, 456–474.
- Daniaux LA, Laurenson MP, Marks SL, Moore PF, Taylor SL, Chen RX, Zwingenberger AL. 2014. Ultrasonographic thickening of the muscularis propria in feline small intestinal small cell T-cell lymphoma and inflammatory bowel disease. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 16 (2):89–98.
- Day MJ. 2004. Differential diagnosis of lymphadenopathy. In: *Veterinary Association World Congress Proceedings*. Bristol: School of Clinical Veterinary Science, University of Bristol.
- Eberhardt F, Köhler C, Winter K, Alef M, Kiefer I. 2015. Sonographische Veränderungen abdominaler Lymphknoten bei Hunden mit einem malignen Lymphom. Auswertung unter besonderer Berücksichtigung des Solbiati-Index. *Tierärztliche Praxis*, 43 (K):309–316.

- Ernandes MA, Cantoni AM, Armando F, Corradi A, Ressel L, Tamborini A. 2019. Feline coronavirus-associated myocarditis in a domestic longhair cat. *Journal of Feline Medicine and Surgery Open Reports*, 5 (2).
- Fournier Q, Cazzini P, Bavcar S, Pecceu E, Ballber C, Elders R. 2018. Investigation of the utility of lymph node fine-needle aspiration cytology for the staging of malignant solid tumors in dogs. *Veterinary Clinical Pathology*, 47 (3):489–500.
- Gaschen L. 2011. Ultrasonography of small intestinal inflammatory and neoplastic diseases in dogs and cats. *The Veterinary Clinics of North America. Small animal practice*, 41 (2):329–344.
- Gille U. 2020. Herz- Kreislauf- und Abwehrsystem. In: Salomon F-V, Geyer H, Gille, Hrsg. *Anatomie für die Tiermedizin*. Vierte Aufl. Stuttgart: Georg-Thieme-Verlag, 449–441.
- Griffin S. 2019. Feline abdominal ultrasonography: What's normal? What's abnormal? The diseased gastrointestinal tract. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 21 (11):1047–1060.
- Grooters AM, Biller DS, Ward Heidi. 1994. Ultrasonographic appearance of feline alimentary lymphoma. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 35 (6):468–472.
- Hendrick M. 1981. A spectrum of hypereosinophilic syndromes exemplified by six cats with eosinophilic enteritis. *Veterinary Pathology*, 18 (2):188–200.
- Ishida T. 2017. Lymphnode Aspiration and Biopsy. In: Ettinger SJ, Feldman EC, Côté E, Hrsg. *Textbook of Veterinary Internal Medicine*. Achte Aufl. Philadelphia: Elsevier-Saunders-Verlag, 1070.
- Kandel Tschiederer B. 2020. Lymphadenomegalie. In: Neiger R, Hrsg. *Differenzialdiagnosen Innere Medizin bei Hund und Katze*. Dritte Aufl. Stuttgart: Georg-Thieme-Verlag, 292.
- Kessler M. 2013. Tumoren des Dünndarms. Tumore des Dünndarms bei der Katze. In: Kessler M, Ammer H, Hrsg. *Kleintieronkologie. Diagnose und Therapie von Tumorerkrankungen bei Hund und Katze*. Dritte Aufl. Stuttgart: Enke-Verlag, 291–294.
- Kinns J, Mai W. 2007. Association between malignancy and sonographic heterogeneity in canine and feline abdominal lymph nodes. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 48 (6):565–569.
- Kohn B, Weingart C, Mischke R. 2019. Krankheiten des Blutes. Hypereosinophilie-Syndrom. In: Lutz H, Kohn B, Forterre F, Hrsg. *Krankheiten der Katze*. Sechste Aufl. Stuttgart: Georg-Thieme-Verlag, 503.

- Klopfleisch R, Gruber AD. 2015. Enteritiden bei der Katze. In: Baumgärtner P, Gruber AD, Hrsg. Spezielle Pathologie für die Tiermedizin. Erste Aufl. Stuttgart: Georg-Thieme-Verlag, 58.
- Krebitz-Gressl E. 1996. Röntgenologische, sonographische und virologische Untersuchungen bei der Darmleukose der Katze. [Dissertation]. Wien: Veterinärmedizinische Universität Wien.
- Krol L, O'Brien R. 2012. Ultrasonographic assessment of abdominal lymph nodes in puppies. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 53 (4):455–458.
- Laurenson MP, Skorupski KA, Moore PF, Zwingenberger AL. 2011. Ultrasonography of intestinal mast cell tumors in the cat. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 52 (3):330–334.
- Lingard AE, Briscoe K, Beatty JA, Moore AS, Crowley AM, Krockenberger M, Churcher RK, Canfield PJ, Barrs VR. 2009. Low-grade alimentary lymphoma: clinicopathological findings and response to treatment in 17 cases. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 11 (8):692–700.
- Linton M, Nimmo JS, Norris JM, Churcher R, Haynes S, Zoltowska A, Hughes S, Lessels NS, Wright M, Malik R. 2015. Feline gastrointestinal eosinophilic sclerosing fibroplasia: 13 cases and review of an emerging clinical entity. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 17 (5):392–404.
- Liotta A, Billen F, Heimann M, Hamaide A, Rizza M, Etienne AL, Bolen G. 2017. Prevalence, location and concurrent diseases of ultrasonographic cyst-like lesions of abdominal lymph nodes in dogs. *The Veterinary Record*, 180 (13):326.
- Llabrés-Díaz FJ. 2004. Ultrasonography of the medial iliac lymph nodes in the dog. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 45 (2):156–165.
- London CA, Thamm DH. 2020. Mast Cell Tumors. Feline mast cell tumors. In: Vail DM, Thamm DH, Liptak JM Hrsg. *Withrow & MacEwen's small animal clinical oncology*. Sechste Aufl. Missouri: Elsevier-Saunders-Verlag, 393.
- Mattoon JS, Berry CR. 2021. Abdominal ultrasound scanning techniques. Abdominal lymphnodes. In: Mattoon JS, Sellon RK, Berry CR, Hrsg. *Small animal diagnostic ultrasound*. Vierte Aufl. St. Louis, Missouri: Elsevier-Saunders-Verlag, 131–135.
- Mattoon JS, Pollard R, Willis T, Berry CR. 2021. Ultrasound- Guided Aspiration and Biopsy Procedures. In: Mattoon JS, Sellon RK, Berry CR Hrsg. *Small animal diagnostic ultrasound*. Vierte Aufl. St. Louis, Missouri: Elsevier-Saunders-Verlag, 49–57.

- Mayer MN, Lawson JA, Silver TI. 2010. Sonographic characteristics of presumptively normal canine medial iliac and superficial inguinal lymph nodes. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 51 (6):638–641.
- Mischke R. 2019. Reaktive Veränderungen des lymphatischen Systems. In: Lutz H, Kohn B, Forterre F, Hrsg. *Krankheiten der Katze*. Sechste Aufl. Stuttgart: Georg-Thieme-Verlag. 477–479.
- Neelis DA, Mattoon JS, Sellon RK. 2021. Neck. Lymphnodes. In: Mattoon JS, Sellon RK, Berry CR, Hrsg. *Small animal diagnostic ultrasound*. Vierte Aufl. St. Louis, Missouri: Elsevier-Saunders-Verlag, 182–184.
- Nguyen SM, Thamm DH, Vail DM, London CA. 2015. Response evaluation criteria for solid tumours in dogs: a Veterinary Cooperative Oncology Group (VCOG) consensus document. *Veterinary and Comparative Oncology*, 13 (3):176–183.
- Nyman HT, Kristensen AT, Flagstad A, McEvoy FJ. 2004. A review of the sonographic assessment of tumor metastases in liver and superficial lymph nodes. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 45 (5):438–448.
- Nyman HT, Kristensen AT, Lee MH, Martinussen T, McEvoy FJ. 2006. Characterization of canine superficial tumors using gray-scale B mode, color flow mapping, and spectral Doppler ultrasonography - a multivariate study. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 47(2):192–198.
- Nyman HT, O'Brien RT. 2007. The sonographic evaluation of lymph nodes. *Clinical Techniques in Small Animal practice*, 22 (3):128–137.
- Pugh CR. 1994. Ultrasonographic examination of abdominal lymphnodes in the dog. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 35 (2):110–115.
- Rivers B, Walter P, Feemey Daniel. A, Johnston GR. 1997. Ultrasonographic features of intestinal adenocarcinoma in five cats. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 38(4):300–306.
- Salwei RM, O'Brien RT, Matheson JS. 2005. Characterization of lymphomatous lymph nodes in dogs using contrast harmonic and Power Doppler ultrasound. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 46 (5):411–416.
- Sato AF, Solano M. 2004. Ultrasonographic findings in abdominal mast cell disease: a retrospective study of 19 patients. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 45 (1):51–57.
- Schreurs E, Vermote K, Barberet V, Daminet S, Rudolf H, Saunders JH. 2008. Ultrasonographic anatomy of abdominal lymph nodes in the normal cat. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 49 (1):68–72.

- Swarte M, Alexander K, Rannou B, D'Anjou M-A, Blond L, Beauchamp G. 2011. Comparison of sonographic features of benign and neoplastic deep lymph nodes in dogs. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 52 (4):451–456.
- Teske E. 2013. Hämatopoetische Tumoren. In: Kessler M, Ammer H, Hrsg. *Kleintieronkologie. Diagnose und Therapie von Tumorerkrankungen bei Hund und Katze*. Dritte Aufl. Stuttgart: Enke-Verlag, 502–508.
- Tucker S, Penninck DG, Keating JH, Webster CRL. 2014. Clinicopathological and ultrasonographic features of cats with eosinophilic enteritis. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 16 (12):950–956.
- Turk MA, Gallina AM, Russell TS. 1981. Nonhematopoietic gastrointestinal neoplasia in cats: a retrospective study of 44 cases. *Veterinary Pathology*, 18 (5):614–620.
- Vail DM, Pinkerton M, Young K-M. 2020. Hematopoetic Tumors. In: Vail DM, Thamm DH, Liptak JM, Hrsg. *Withrow & MacEwen's small animal clinical oncology*. Sechste Aufl. Missouri: Elsevier-Saunders-Verlag, 715–723.
- Wang KY, Panciera DL, Al-Rukibat RK, Radi ZA. 2004. Accuracy of ultrasound-guided fine-needle aspiration of the liver and cytologic findings in dogs and cats: 97 cases (1990-2000). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 224 (1):75–78.
- Widmer WR, Mattoon JS, Sellon RC. 2021. Peritoneal Fluid, Lymph Nodes, Masses, Peritoneal Cavity, and Great Vessel Thrombosis. In: Mattoon JS, Sellon RK, Berry CR, Hrsg. *Small animal diagnostic ultrasound*. Vierte Aufl. St. Louis, Missouri: Elsevier-Saunders-Verlag, 533–538.
- Zwingenberger AL, Marks SL, Baker TW, Moore PF. 2010. Ultrasonographic evaluation of the muscularis propria in cats with diffuse small intestinal lymphoma or inflammatory bowel disease. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 24 (2):289–292.

9 Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1.** Reaktive Hyperplasie. Katze, EKH, wk, 6 Jahre. Mehrere vergrößerte längsovale Mesenteriallymphknoten mit einem echoarmen homogenem Parenchym.....20
- Abb. 2.** Lymphadenitis. Katze, EKH, wk, 6 Jahre. Mehrere paketartig vergrößerte Mesenteriallymphknoten mit mittlerer inhomogener Echogenität20
- Abb. 3.** Neutrophile Lymphadenitis. Katze, EKH, mk, 11 Jahre. Zwei vergrößerte Mesenteriallymphknoten, einer rund und einer oval mit mittlerer Echogenität und inhomogenem Parenchym.....21
- Abb. 4.** Eosinophile Infiltration. Katze, EKH, mk, 11 Jahre. Zwei stark vergrößerte ovale Lymphknoten, mit mittlerer Echogenität und homogenem Parenchym22
- Abb. 5.** Pyogranulomatöse Lymphadenitis. Katze, EKH, mk, 7 Jahre. Vergrößerte ovale Mesenteriallymphknoten, echoarm inhomogen mit echoreichem Saum.....22
- Abb. 6.** Malignes Lymphom. Siamkatze, wk, 6 Jahre. Stark vergrößerter ovaler Mesenteriallymphknoten, mit einem sehr echoarmen homogenem Parenchym.....23
- Abb. 7.** Entscheidungsbaumanalyse Variante 2.....30

10 Tabellenverzeichnis

Tab. 1. Lymphknoten Messwerte bei normalen Katzen modifiziert nach Schreus et al.2008.....	5
Tab. 2. Rassenverteilung der Katzen.....	14
Tab. 3. C- Kategorien.....	15
Tab. 4. Zytologische Lymphknotenergebnisse.....	17
Tab. 5. Ergebnisse der sonographischen Darstellung von Lymphadenopathien	18
Tab. 6. Größe in mm der Lymphadenopathien.....	19
Tab. 7. Begleitende sonographische Darmwandveränderung der verschiedenen Lymphadenopathien	25
Tab. 8. Sonographische Beteiligung anderer Organe	25
Tab. 9. Zytologisch bestätigte Diagnosen verglichen mit den vorhergesagten Diagnosen in Prozent.....	27
Tab. 10. Independent Variable Importance Variante 1.....	27
Tab. 11. Independent Variable Importance Variante 2.....	28
Tab. 12. Sonographische Charakteristiken der vorhergesagten Diagnosen im Detail.....	29
Tab. 13. Größe in mm der vorhergesagten Diagnosen	29