

Aus der Chirurgischen Veterinärklinik
- Kleintierchirurgie -
der Justus-Liebig-Universität Gießen

**Die sonographische Untersuchung
(B-Mode, Farbdoppler und Power Doppler)
von Hauttumoren und deren Differentialdiagnosen
bei Hund und Katze**

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades beim
Fachbereich Veterinärmedizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Eingereicht von

CETINA THIEL

Gießen 2003

VVB LAUFERSWEILER VERLAG

ISBN 3-89687-626-0

Aus der Chirurgischen Veterinärklinik
- Kleintierchirurgie -
der Justus-Liebig-Universität Gießen
Betreuer: Prof. Dr. M. Kramer

Die sonographische Untersuchung
(B-Mode, Farbdoppler und Power Doppler)
von Hauttumoren und deren Differentialdiagnosen
bei Hund und Katze

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
beim Fachbereich Veterinärmedizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Eingereicht von
CETINA THIEL
Tierärztin aus Stuttgart

Gießen 2003

Mit Genehmigung des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Dekan: Prof. Dr. Dr. h.c. B. Hoffmann

1. Berichterstatter: Prof. Dr. M. Kramer

2. Berichterstatter: Prof. Dr. M. Reinacher

Tag der mündlichen Prüfung: 14.02.2003

Meiner Mutter gewidmet

Gefördert durch die Konrad Adenauer Stiftung e. V.

Abkürzungsverzeichnis:

B-Mode	Brightness-Mode
BSH	Berner Sennenhund
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
cm	Zentimeter
dB	dezibel
d.h.	das heißt
dist. SV	distale Schallverstärkung
DNS	Desoxyribonukleinsäure
DSH	Deutscher Schäferhund
EKH	Europäisch Kurzhaar
etc.	et cetera
europ.	europäisch
evtl.	eventuell
FKDS	Farbkodierte Duplexsonographie
GFA	Gefäßflächenanteil
ggr.	geringgradig
Hannov.	Hannoveraner
hgr.	hochgradig
Hz.	Hertz
IFN beta	Interferon beta
J.	Jahre
lat. SS	lateral Schallschatten
m	männlich
mgr.	mittelgradig
MHz	MegaHertz
-Mix	-Mischling
mk	männlich kastriert
mm	Millimeter
m/s	Meter pro Sekunde
Norw.	Norwegische
sog.	sogenannt

TGC	Time Gain Compensation
unregelm.	unregelmäßig
v.a.	vor allem
VEGF	vascular endothelial growth factor
w	weiblich
wk	weiblich kastriert
z.B.	zum Beispiel
z.T.	zum Teil

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Einleitung	1
2 Grundlagen der Sonographie	2
2.1 Physikalische Grundlagen	2
2.1.1 Reflexion	3
2.1.2 Absorption	3
2.1.3 Streuung	3
2.1.4 Brechung	4
2.1.5 Beugung	4
2.1.6 Ultraschallfeld	4
2.1.7 Verstärkung	5
2.2 Artefakte	5
2.2.1 Wiederholungsechos (Reverberation)	5
2.2.2 Bogenartefakt, Nebenkeulenartefakt	6
2.2.3 Rauschen	6
2.2.4 Distale Schallauslöschung, Schallschatten	6
2.2.5 Tangentialphänomen (lateral shadowing)	6
2.2.6 Distale Schallverstärkung	6
2.3 Grundlagen der Bildinterpretation	7
2.4 Bildverfahren	7
2.4.1 Applikatorarten	7
2.4.2 Bildformen	8
3 Literaturübersicht	11
3.1 Einteilung von Hauttumoren	11
3.1.1 Epitheliale Tumoren	12
3.1.2 Tumoren der Pigmentzellen	14
3.1.3 Mesenchymale Tumoren	14
3.2 Neoplasien: Entstehung und Wachstum	17
3.3 Sonographie von Tumoren in der Humanmedizin	21
3.4 Sonographie von Lymphknoten in der Humanmedizin	27
3.5 Sonographische Untersuchungen von Neoplasien und Lymphknoten in der Veterinärmedizin	29

4 Eigene Untersuchungen	34
4.1 Material und Methoden	34
4.1.1 Gerätebeschreibung	34
4.1.1.1 Schallköpfe	34
4.1.1.2 Bildeinstellung	35
4.1.1.2.1 Dynamikbereich	35
4.1.1.2.2 Gesamtverstärkung	35
4.1.1.3 Bildwiedergabe	35
4.1.1.3.1 Fokuszone	35
4.1.1.3.2 Beschriftung	35
4.1.1.3.3 Distanzmessung	36
4.1.1.3.4 Monitor	36
4.1.1.4 Dokumentation	36
4.1.2 Patientenauswahl	36
4.1.3 Vorbereitung des Patienten	39
4.1.3.1 Anästhesie	39
4.1.3.2 Lagerung des Patienten	39
4.1.3.3 Scheren	39
4.1.3.4 Ankopplung und Ankopplungsmedien	39
4.1.4 Sonographischer Untersuchungsgang	40
4.1.4.1 B-Mode	40
4.1.4.2 Farbdopplerverfahren	40
4.1.4.3 Power Angio Mode (Power Doppler)	40
4.1.5 Chirurgische Exstirpation oder Biopsie/Zytologie	41
4.1.6 Makroskopischer Befund	41
4.1.7 Pathohistologische bzw. zytologische Untersuchung	41
4.2 Untersuchung maligner und benigner Neoplasien	41
4.2.1 Allgemeines	41
4.3 Merkmale benigner kutaner Neoplasien	42
4.3.1 Allgemeines	42
4.3.2 Leiomyom	43
4.3.3 Lipom	43

4.3.4 Infiltratives Lipom	48
4.3.5 Histiozytom	51
4.3.6 Zystisches Trichoepitheliom	52
4.3.7 Dermoidzyste	53
4.3.8 Epitheliom/Pilomatrixom	54
4.3.9 Calcinosis cutis circumscripta	55
4.3.10 Adenom	56
4.3.11 Benigner Misch tumor	58
4.3.12 Schweißdrüsenmisch tumor	59
4.4 Entzündliche Zubildungen	60
4.4.1 Abszeß	60
4.4.2 Pyogranulomatöse Entzündung	64
4.5 Meliceris	68
4.6 Maligne Zubildungen	69
4.6.1 Fibrosarkom	69
4.6.2 Mastzell tumor	75
4.6.3 Liposarkom	78
4.6.4 Adenokarzinom	79
4.6.5 Schilddrüsenkarzinom	82
4.6.6 Undifferenziertes Karzinom	86
4.6.7 Plattenepithelkarzinom	86
4.6.8 Malignes Blastom	88
4.6.9 Malignes Melanom	90
4.6.10 Hämangioperizytom	90
4.6.11 Maligne Histiozytose	91
4.6.12 Hämangiosarkom	92
4.6.13 Osteosarkom	95
4.7 Lymphknoten	95
4.7.1 Lymphknotenmetastasen	95
4.7.2 Benigne Lymphknotenvergrößerungen	102
5 Ergebnisse	106
5.1 Benigne Hauttumoren	106
5.2 Entzündliche Zubildungen	110
5.3 Zysten der Glandula mandibularis (Meliceris)	111
5.4 Maligne oberflächliche Tumoren	111
5.4.1 Vergleich maligne und benigne Tumoren	116
5.5 Lymphknotenmetastasen	122

5.6 Benigne Lymphknotenhyperplasien	123
6 Diskussion	124
6.1 Vergleich der Ergebnisse von oberflächlichen Tumoren mit Untersuchungen aus der Humanmedizin und Veterinärmedizin	124
6.2 Vergleich der Ergebnisse von Lymphknoten mit Untersuchungen aus der Humanmedizin und Veterinärmedizin	133
7 Zusammenfassung	138
8 Summary	141
9 Literaturverzeichnis	143

1 Einleitung

Tumorerkrankungen treten bei allen Wirbeltieren auf. Hinsichtlich der Erkrankungshäufigkeit nehmen Hunde und Katzen unter den Haussäugetieren eine führende Position ein, nicht zuletzt aufgrund der höheren Lebenserwartung, die sie gegenüber den sogenannten Nutztieren (z.B. Rind oder Schwein) haben. Als *Tumor* (Synonym: Geschwulst, Neoplasie, Neubildung etc.) bezeichnet man eine in der Regel mehr oder weniger umschriebene, strukturell abnorme Wucherung körpereigener Zellen, die oft weitgehend unbeeinflusst vom Gesamtorganismus verläuft (STÜNZI et al. 1990). Bei Hunden sind die Haut und ihre Anhangsorgane die häufigste, bei Katzen die zweithäufigste Lokalisation für Tumorbildung (STÜNZI et al. 1990). Das Durchschnittsalter für die Entstehung kutaner Neoplasien liegt bei ca. 10-12 Jahren. Während bei Hunden eine Geschlechtsdisposition für weibliche Tiere zu bestehen scheint, erkranken bei Katzen vornehmlich männliche Tiere.

Die exponierte Lage von kutanen Neoplasien hat den Vorteil der meist schnelleren Entdeckung sowie der oft besseren chirurgischen Zugänglichkeit. Mit den üblichen klinischen und bildgebenden Verfahren ist die Bestimmung der Dignität nicht möglich. Die exakte Diagnose bezüglich Art der Neoplasie und vor allem deren Dignitätseinschätzung und damit der Prognose für das betroffene Tier sind jedoch grundlegend für das weitere therapeutische Vorgehen.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Frage, inwieweit die sonographische Untersuchung eine exaktere Diagnose bei Hauttumoren treffen kann. Durch den systematischen Untersuchungsgang soll die Differenzierung der unterschiedlichen Ätiologien von Zubildungen (z.B. entzündlich, tumorös) ermöglicht werden. Desweiteren wird überprüft, inwieweit die Dignitätsbeurteilung von kutanen Neoplasien anhand des sonographischen Erscheinungsbildes erfolgen kann. Schließlich sollen die Untersuchungen die präoperative Einschätzung von Neoplasien hinsichtlich Ausbreitungsmodus und im Operationsgebiet liegende, wichtige Strukturen wie Gefäße oder andere Organe erlauben. Einbezogen in die Untersuchungen sind auch oberflächliche Lymphknoten, wenn der Verdacht auf tumoröse Entartung oder entzündliche Veränderung gegeben ist. Zur Klärung dieser Fragestellungen werden sonographisch der B-Mode, die Farbdopplersonographie und der Power Angio Mode verwendet.

2 Grundlagen der Sonographie

2.1 Physikalische Grundlagen

Der diagnostische Ultraschall gehört heute zu den weit verbreiteten und allgemein akzeptierten bildgebenden Verfahren. Als Schallwellen bezeichnet man sich ausbreitende, elastische Wellen in deformierbaren Medien. Die Einteilung der verschiedenen Schallfrequenzbereiche ergibt sich aus der unteren bzw. oberen Grenze des menschlichen Wahrnehmungsvermögens (16 Hz. bzw. 20 000 Hz.) (KORTING et al. 1999). Der Schallfrequenzbereich oberhalb 20 000 Hz., also oberhalb der menschlichen Hörgrenze, wird als Ultraschall bezeichnet (BARR 1990, BRAUN et al. 1991, FRITSCH und GERWING 1993, POULSON NAUTRUP 1996).

Zur Erzeugung der Ultraschallwellen bedient man sich des sogenannten *reziproken piezoelektrischen Effektes*. Hierbei bewirken an Quarzkristalle angelegte elektrische Energien deren Verformung und erzeugen damit mechanische Schwingungen. Diese regen ihre Umgebung ebenfalls zu Schwingungen an, die sich dann als Welle im Medium ausbreiten. Umgekehrt bewirken die zurückkehrenden Schallwellen eine Umwandlung in elektrische Signale und erlauben damit neben dem Senden von Ultraschallwellen auch deren Empfang (piezoelektrischer Effekt; Impuls-Echo-Verfahren) und die Verarbeitung zu Bildern (BRAUN et al. 1991, GLADISCH 1992, KORTING et al. 1999).

Ultraschallwellen sind bei ihrer Ausbreitung an Medien gebunden, wobei das Ausbreitungsverhalten der ausgesendeten Welle von dessen elastischen Eigenschaften abhängig ist. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit schwankt bei Weichteilgewebe zwischen 1460 m/s (Fett) und 1950 m/s (Haut). Die Ausbreitung in Luft erfolgt mit ca. 330 m/s, während an Knochen Geschwindigkeiten von 2.200 bis 4.100 m/s auftreten (BRAUN et al. 1991).

Die Ausbreitung in Flüssigkeiten und Weichteilgeweben findet ausschließlich in Form von Longitudinalwellen statt. Das bedeutet, dass die Gewebeteilchen in der Schallausbreitungsrichtung schwingen (BRAUN et al 1991).

Die Ultraschalldiagnostik kann nur mit Hilfe von Echosignalen funktionieren, welche an bestimmten Stellen im Medium entstehen. Um solche Echosignale auszulösen, muss sich an diesen Stellen der akustische Wellenwiderstand (akustische Impedanz) ändern. Je nach Zusammensetzung des Gewebes, welches die Schallwelle durchtritt, ändert sich der Widerstand, den ein bestimmtes Medium der Welle entgegensetzt. Trifft die Schallwelle dabei auf Grenzflächen zwischen Medien mit unterschiedlichem Wellenwiderstand, kommt es

einerseits zur Reflexion von Teilen der Schallwellen, andererseits wandert ein Teil der Schallwellen durch diese Grenzfläche hindurch (Transmission) (BRAUN et al. 1991, GLADISCH 1992, FRITSCH und GERWING 1993).

Zwischen der Ultraschallwelle und den einzelnen Medien kommt es in Abhängigkeit der unterschiedlichen Faktoren zu verschiedenen Interaktionen.

2.1.1 Reflexion

Die *Reflexion* tritt an Grenzflächen zwischen zwei Medien mit verschiedenem Schallwellenwiderstand auf. Der reflektierte Anteil ist um so größer, je stärker der Impedanzsprung (Änderung der akustischen Impedanz) zwischen beiden Medien ist. Je höher der reflektierte Anteil der Schallwellen ist, um so größer ist das entstehende Echo und desto heller die entsprechende Darstellung im Bild.

In Weichteilgewebe ist der Impedanzsprung relativ gering, d.h. ein großer Anteil der Schallwellen tritt durch die Grenzflächen hindurch. Dieser relativ geringe Unterschied in der akustischen Impedanz reicht aber in der Regel für die differenzierte Darstellung der einzelnen Strukturen aus. Sind an Grenzflächen Luft oder Knochen beteiligt, so treten große Unterschiede in der akustischen Impedanz und damit praktisch Totalreflexion bzw. Absorption auf (BRAUN et al. 1991, FRITSCH und GERWING 1993, Poulson Nautrup 1996). Das hinter Knochen oder Luft liegende Gewebe entzieht sich dadurch der sonographischen Beurteilbarkeit.

2.1.2 Absorption

Als Folge des Gewebewiderstandes gegen Vibrationen der Moleküle kommt es beim Durchströmen der Schallwellen durch das umgebende Medium zur Umwandlung von mechanischer Energie in Wärmeenergie und damit zur Schallabschwächung.

Diese Schallabschwächung (Dämpfung) ist abhängig von der Viskosität des Gewebes, dessen Relaxationszeit, der Temperatur und vor allem der Schallfrequenz (KELLNER und REIMERS 1996, KORTING et al. 1999).

Auch mit steigender Schallkopffrequenz erhöht sich der absorbierte Anteil, so dass die Eindringtiefe in das Gewebe mit steigender Frequenz sinkt (POULSON NAUTRUP 1996).

2.1.3 Streuung

Durch Interaktionen mit Schallgrenzen, die kleiner als die Wellenlänge sind (raue Oberflächen), kommt es zur ungerichteten Ausbreitung der Schallwellen in alle Richtungen

und damit zum Verlust eines kleinen Anteils an Energie. Dieser Streueffekt nimmt mit steigender Schallfrequenz zu (GLADISCH 1992, KELLNER und REIMERS 1996, POULSON NAUTRUP 1996).

2.1.4 Brechung

Beim Durchtritt der Schallwellen von einem Gewebe in das nächste Medium ändert sich die Schallausbreitungsrichtung, d.h. an Grenzflächen werden die Schallwellen gebrochen (GLADISCH 1992, KELLNER und REIMERS 1996).

2.1.5 Beugung

Treffen Schallwellen bei ihrem Weg durch Gewebe auf Hindernisse, werden sie hinter diesen in eine andere Richtung abgelenkt, d.h. sie werden gebeugt (BRAUN et al. 1991).

Die Gesamtheit dieser physikalischen Phänomene führt letztendlich zum Ultraschallbild. Die ausgesendete Ultraschallwelle unterliegt auf ihrem Weg durch das Gewebe also den unterschiedlichsten physikalischen Einflüssen, wodurch sie Energieverluste erfährt. Nach dem Prinzip Einfallswinkel gleich Ausfallswinkel gelangen nur die senkrecht zur Ausbreitungsrichtung zurückgeworfenen Anteile der Schallwelle zum Schallkopf zurück und sind am Entstehen des Ultraschallbildes beteiligt. Da Grenzflächen von Weichteilgewebe aber meist keine glatte Oberfläche besitzen, wird auch ein Teil der schräg auftreffenden Schallwellen zurück zum Schallkopf reflektiert (STENGEL 1997).

2.1.6 Ultraschallfeld

Senkrecht zur Ausbreitungsrichtung ändert der Ultraschallimpuls deutlich seine Breite. Nahe am Schallkopf entspricht die Breite des Schallfeldes den Ausmaßen des Transducers. Danach erfolgt die Einengung des Schallfeldes. Anschließend verbreitert es sich wieder. Man unterteilt deshalb das Schallfeld in das sogenannte *Nahfeld*, die *Fokuszone* und das *Fernfeld*. Im Bereich des *Nahfeldes* ist die Bildauswertung praktisch unmöglich. Mit zunehmendem Abstand vom Schallkopf werden die Laufwegdifferenzen, welche die Bildinterpretation im Nahfeld beinahe unmöglich machen, immer geringer. Innerhalb dieser sogenannten *Fokuszone* führt dies zur Einengung des Schallfeldes und einer Intensitätserhöhung. Im *Fernfeld* verbreitert sich der Ultraschallpuls kontinuierlich. Das Ultraschallbild weicht also sehr stark von der Linienform ab. Möchte der Untersucher Gewebe im Bereich des Nahfeldes schallen, so muss mit geeigneten Hilfsmitteln (z.B. Vorlaufstrecken) gearbeitet werden, so dass der zu untersuchende Bereich innerhalb der Fokuszone liegt. Mit zusätzlichen

Fokussierungsmaßnahmen (Einstellen der Fokuszonon am Gerät) können darüber hinaus Bereiche mit starker Bündelung der Schallwellen geschaffen werden (BRAUN et al. 1991, KRAMER 1992).

2.1.7 Verstärkung

Aufgrund der physikalischen Phänomene wie Streuung, Brechung, Absorption etc., denen Ultraschallwellen beim Durchdringen von Gewebe unterliegen, kommt es in zunehmender Eindringtiefe zur Abschwächung des ursprünglich vom Schallkopf ausgesendeten Schallpulses. Dies würde in der Praxis bedeuten, dass das Ultraschallbild schallkopfnah hell und mit zunehmender Tiefe immer dunkler wäre. Um dies zu vermeiden ist in modernen Ultraschallgeräten ein Ausgleich eingebaut, der Verluste, die durch Dämpfung entstehen, ausgleicht. Die Verstärkung der Echoamplitude wird dabei tiefenabhängig erhöht. Man bezeichnet diesen Vorgang als *Tiefenausgleichsverstärkung* (TGC, Time Gain Compensation) (POULSON NAUTRUP 1996).

Mit Hilfe der sogenannten *Gesamtverstärkung* kann der Untersucher die Verstärkung des gesamten Ultraschallbildes unabhängig von der Tiefe erhöhen. Das Ultraschallbild wird also insgesamt heller. Diese Verstärkungsmechanismen werden bei jeder Ultraschalluntersuchung vom Untersucher neu eingestellt, um ein optimales Ultraschallbild zu erhalten (BRAUN et al. 1991, GLADISCH 1992, KRAMER 1992).

2.2 Artefakte

Artefakte in der Sonographie sind Kunstprodukte, die ihren Ursprung im physikalischen Verhalten der Ultraschallwelle bei der Passage durch Gewebe haben (BRAUN et al. 1998).

Ein Teil dieser Artefakte entsteht durch fehlerhafte Anwendung des Ultraschalls (z.B. falsche Geräteeinstellung, schlechte Vorbereitung des Patienten). Der andere Teil wird durch physikalische Eigenschaften der Schallwellen verursacht.

2.2.1 Wiederholungsechos (Reverberation)

Hierbei werden echte Grenzflächen in gleichmäßigen Abständen als Kunstprodukt mehrmals dahinter abgebildet. Die Ursache für dieses Phänomen sind zwei reflexreiche, hintereinander liegende Grenzschichten (große Reflektoren), zwischen denen die Schallwellen mehrmals hin und herreflektiert werden, bevor sie zum Schallkopf zurückkehren. Auf diese Weise wird die betreffende Grenzfläche in unterschiedlicher Tiefe mehrfach abgebildet (BARR 1990, FRITSCH und GERWING 1993, STÜTZEL 1994, ZOLLER et al. 1994).

2.2.2 Bogenartefakt, Nebenkeulenartefakt

Dieses Kunstprodukt in Form einer bogenförmigen Reflexlinie tritt vor allem in reflexarmen Bereichen auf, die sich neben sehr reflexreichen Strukturen befinden. Ursache hierfür sind Schallwellen, die aus Seitenachsen zum Schallkopf gelangen, dort jedoch wie diejenigen der Hauptausbreitungsrichtung verarbeitet werden. Man findet solche Phänomene regelmäßig an Knochen, Gas oder auch metallenen Fremdkörpern (FRITSCH und GERWING 1993, STÜTZEL 1994).

2.2.3 Rauschen

Unter diesem Begriff versteht man diffus verteilte oder lokal auftretende Reflexpunkte auf dem Monitor. Durch Erniedrigung der Gesamtverstärkung bei diffusem Rauschen oder Herabsetzen der Tiefenverstärkung bei lokalem Auftreten kann dieses Phänomen vermieden werden (GLADISCH 1992, FRITSCH und GERWING 1993, GREEN und FARROW 1996, POULSON NAUTRUP 1996).

2.2.4 Distale Schallauslöschung, Schallschatten

An sehr reflexreichen Grenzflächen können Schallwellen vollständig reflektiert und/oder absorbiert werden. Als Folge ist distal der Grenzlinien Schallauslöschung zu beobachten, der sogenannte Schallschatten wird sichtbar. Hinter Objekten, die kleiner als 2-3 mm im Durchmesser sind, kann durch Beugung und Brechung die Entstehung einer distalen Schallauslöschung teilweise verhindert werden. Deutliche distale Schallschatten entstehen hinter der Oberfläche von Knochengewebe, Steinen, Luft, Metallen oder auch Verkalkungen (BARR 1990, FRITSCH und GERWING 1993, POULSON NAUTRUP 1996).

2.2.5 Tangentialphänomen (lateral shadowing)

Schmale Schallschattenzonen am Rand von echolosen oder sehr echoarmen Gebilden entstehen durch Beugung und Brechung der Schallwellen an tangential angeschnittenen, seitlichen Gewebepartien. Dadurch kommt keine Information aus diesem Bereich zum Schallkopf zurück (BARR 1990, FRITSCH und GERWING 1993, BRAUN et al. 1998).

2.2.6 Distale Schallverstärkung

In reflexlosen oder reflexarmen Strukturen (z.B. Flüssigkeiten) erfolgt keine Intensitätsschwächung der Schallwellen. Dadurch erscheint das Gewebe distal von Flüssigkeiten oder sehr echoarmen Bereichen im Vergleich zum Nachbargewebe echoreicher

(BARR 1990, FRITSCH und GERWING 1993, GREEN und FARROW 1996, POULSON NAUTRUP 1996, BRAUN et al. 1998).

2.3 Grundlagen der Bildinterpretation

Die Nomenklatur für die sonographische Bildbeschreibung wird nachfolgend erklärt:

echoreich, echodicht, reflexreich,

echogen, hyperechogen:

hell dargestellte Echos, weiß/grau dargestellt
(z.B. Verkalkungen)

mittlere Echogenität:

grau dargestellte Echos
(z.B. verschiedene Weichteilgewebe)

echoarm, reflexarm, hypoechogen:

dunkelgrau (z.B. Muskeln)

echolos, echofrei, reflexlos, anechogen:

fehlende Echos, schwarz dargestellt
(z.B. Flüssigkeit)

homogen:

gleichmäßiges, regelmäßiges Echomuster

inhomogen:

unregelmäßiges, ungleichmäßiges Echomuster

2.4 Bildverfahren

2.4.1 Applikatortypen

Im diagnostischen Ultraschall werden heute üblicherweise *Linearscanner*, *Konvexscanner* und *Sektorschallköpfe* eingesetzt.

a) *Linearscanner*

Linearschallköpfe bestehen aus mehr als 200 nebeneinander liegenden Kristallen. Durch Aktivierung einzelner Kristallgruppen entsteht das rechteckige Bild. Der Vorteil dieser Schallköpfe liegt darin, dass das Bildfenster bereits im Nahbereich unterhalb der Ankopplungsfläche breit ist und dadurch eine günstigere Beurteilung des Nahfeldes möglich ist. Der Nachteil dieser Schallköpfe ist ihre relativ große Ankopplungsfläche. Durch neuere, von der Bauform her kleinere Linearschallköpfe ist dieser Nachteil jedoch vermeidbar (BRAUN et al. 1991, BARR 1992).

b) *Konvexscanner*

Diese auch sogenannten Curved-Array-Applikatoren sind konvex gebogene Schallköpfe, welche divergente Bildzeilen aufweisen. Durch ihre gekrümmte Oberfläche haben sie eine

kürzere Bauform als Linearscanner und damit geringere Ankopplungsflächen. Gleichzeitig bieten Konvexscanner aber auch im Nahbereich die gute Auflösung des Linearscanners, stellen also einen sehr guten Kompromiß zwischen Sektorschallkopf und Linearschallkopf dar (BRAUN et al. 1991, FRITSCH und GERWING 1993).

c) Sektorscanner

Beim Sektorschallkopf werden die Schallwellen, ausgehend von einer sehr kleinen Transduceroberfläche, divergierend ausgesendet. Die heutzutage verwendeten Sektorschallköpfe werden in der Regel auch elektronisch angesteuert. Das vom Schallkopf erzeugte Bild ist fächerartig. Sektorschallköpfe haben den Vorteil, dass sie eine nur kleine Ankopplungsfläche auf der Haut benötigen, so dass auch der Einblick durch kleine akustische Fenster ermöglicht wird (z.B. Interkostalräume). Nachteilig ist das kleinere Blickfeld, vor allem im Nahbereich (BARR 1992, FRITSCH und GERWING 1993).

2.4.2 Bildformen

In dieser Arbeit wird mit dem sogenannten *B-Bildverfahren* (Brightness Modulation), dem *FKDS-Verfahren* (Farbkodierte Duplexsonographie) und der *Power Doppler Technik* gearbeitet.

a) B-Bildverfahren

Im B-Bildverfahren (B-Mode, Brightness) werden die Strukturen als Bildpunkte dargestellt. Je stärker das Echo, das an Grenzflächen entsteht, desto heller wird der Bildpunkt. Je nach Stärke des empfangenen Echos bewegen sich die Bildpunkte innerhalb der Skala schwarz und weiß mit den dazwischen liegenden Grauabstufungen. Auf diese Weise entsteht das zweidimensionale Bild von ca. 1 mm Dicke, welches einer Schnittebene durch den Körper entspricht. Im Bereich der Medizin wird heute praktisch ausschließlich mit dem *Real-Time-Verfahren* (Echtzeitverfahren, schnelles B-Bild) gearbeitet. Von Kristallen werden viele Ultraschallwellen nacheinander ausgesendet und empfangen. Das erzeugte Schnittbild wird sehr schnell digital aufgebaut und aktualisiert, so dass Bewegungsabläufe im Körper zeitgleich abgebildet werden. Dieser ständige Bildaufbau erfolgt so schnell, dass die Einzelbilder vom Betrachter nicht mehr wahrgenommen werden können (BARR 1992, GLADISCH 1992, FRITSCH und GERWING 1993, GREEN und FARROW 1996).

b) *Farbdopplerverfahren (FKDS = Farbkodierte Duplexsonographie)*

Mit Hilfe des Farbdopplers wird der Durchblutungsmodus der untersuchten Weichteile erfasst. Das Dopplerverfahren nutzt die Tatsache, dass der reflektierte Anteil ausgesendeter Schallwellen eine Frequenzänderung nach dem sogenannten Dopplerprinzip erfährt, wenn er auf eine sich vom Schallkopf weg oder auf ihn zu bewegende Grenzfläche trifft (LUTZ 1989, POULSON NAUTRUP 1996). Je nachdem, ob sich das bewegliche Objekt auf den Schallkopf zu oder von ihm weg bewegt, ist diese Dopplerverschiebung positiv oder negativ. Im Falle der Farbkodierten Duplexsonographie wird das Flußverhalten als farbige Bereiche entsprechend der gemessenen Bewegung dargestellt (WOLF et al. 1993). Diese FKDS-Bilder besitzen also neben dem Grauwert- auch Farbanteile, welche Bewegungen innerhalb des ausgewählten Bildfeldes darstellen. Es werden Bewegungen korpuskulärer Bestandteile und Dichteschwankungen von Flüssigkeiten angezeigt (WOLF et al. 1993).

Im Allgemeinen werden mit der Farbkodierten Duplexsonographie Blutströmungen untersucht. Der Farbwert wird in dem Bereich, in dem Bewegung gemessen wird, über den Graubildpunkt gelegt. In der Regel unterscheidet man zwei Grundfarben, meist Rot und Blau. Die Farbe Rot stellt den Blutfluß auf den Schallkopf zu dar, während blau gefärbte Bereiche den Blutfluß vom Schallkopf weg dokumentieren. Zusätzlich zu Rot und Blau wird zur Darstellung der Varianz die Farbe Grün beigemischt. Sie wird als Maß der Turbulenz gedeutet und stellt in Wirklichkeit den geschätzten lokalen Meßfehler der Dopplerfrequenzverschiebung dar. Je größer die Blutflußgeschwindigkeit relativ zum Schallkopf ist, desto heller ist die angegebene Farbschattierung (WOLF et al. 1993).

c) *Power Angio Verfahren (Power Doppler Technik)*

Eine weitere Möglichkeit der Darstellung von Durchblutungsintensitäten stellt die sogenannte Power Doppler Technik dar. Hierbei wird die Intensität des Dopplersignals ebenfalls farblich kodiert. Je intensiver das Signal, desto heller ist die Färbung an diesem Ort, wobei dieselben Signale wie bei der Farbdopplersonographie zur Bestimmung der Flußgeschwindigkeit ausgewertet werden (KLEWS 1998). Die hierbei verwendete Farbskala umfasst gelbe bis rote Farbschattierungen. Man verzichtet bei dieser Art der Blutflußdarstellung völlig auf Richtungsangaben. Es wird nur das qualitative Vorhandensein von Blutfluß angezeigt. Informationen bezüglich der Blutflußrichtung können nicht gewonnen werden (KLEWS 1998). Der Vorteil dieses Verfahrens ist seine höhere Sensibilität gegenüber dem Farbdopplerverfahren (JEFFREY und RALLS 1998). Mit dem Power Angio Verfahren können extrem niedrige Pulswiederholungsfrequenzen in der Größenordnung von wenigen

100 Hz verwendet werden, wodurch äußerst niedrige Dopplerverschiebungen bzw. Flußgeschwindigkeiten sichtbar gemacht werden können (KLEWS 1998). Hierdurch werden Blutflüsse in kleinsten Gefäßen nachgewiesen, die im Graubild nicht sichtbar gemacht werden können. Durch das Nichtanzeigen der Flußrichtung wird auch vorhandenes Aliasing nicht sichtbar gemacht (KLEWS 1998). Da die Richtungsdiskriminierung fehlt, erkennt man außer beim sogenannten Dopplerwinkel nahe 90° keine Winkelabhängigkeit (KLEWS 1998). Der große Nachteil des Power Doppler Systems ist seine erhöhte Empfindlichkeit für Bewegungsartefakte, da sich schon geringste Bewegungen des Patienten bzw. des Schallkopfes sehr viel stärker darstellen als fließendes Blut (JEFFREY und RALLS 1998).

3 Literaturübersicht

3.1 Einteilung von Hauttumoren

Die Haut stellt als Bedeckung der Körperoberfläche die schützende Hülle gegen äußere Einflüsse dar. Durch ihren komplexen Aufbau mit Subkutis, Korium und Epidermis und den darin enthaltenen Strukturen (Haarfollikel, Talgdrüsen, epitheliale und mesenchymale Anteile etc.) ermöglicht sie eine große Bandbreite neoplastischer Wachstumsformen. Nach ihrer geweblichen Herkunft unterscheidet man zwischen epithelialen Zubildungen, Tumoren der Pigmentzellen und mesenchymalen Neoplasien (DAHME et al. 1999). Das makroskopische Bild von Hauttumoren ist sehr vielfältig und klinisch oft nicht von chronischen Entzündungen oder nicht tumorösen Umfangsvermehrungen abgrenzbar. Es können knotenartige, polypöse oder papillomatöse Erscheinungsformen auftreten, einzeln oder multipel, zum umgebenden Gewebe gut abgegrenzt (expansives Wachstum) oder invasiv wachsend. Die Wachstumsgeschwindigkeit kutaner Neoplasien variiert sehr stark. Es treten sowohl sehr langsam als auch extrem schnell wachsende Tumoren auf, wobei auch Wachstumsstillstand oder Rückbildung (Spontanremission) möglich sind (STÜNZI et al. 1990). Ein weiteres Unterscheidungskriterium stellt die Neigung verschiedener Tumorarten zu Metastasierung dar, d.h. zur Ablösung von Geschwulstzellen, Ansiedlung in anderen Körperregionen und Bildung sogenannter Tochtergeschwülste z.B. in Lunge oder Lymphknoten (STÜNZI et al. 1990).

Klinisch ist oft keine Unterscheidung zwischen malignen oder benignen Hauttumoren möglich, so dass erst mit Hilfe der histopathologischen bzw. der zytologischen Untersuchung die korrekte Diagnose gestellt wird. Bestimmte Tumoreigenschaften geben aber oft Hinweise bezüglich der Dignität der Neoplasie (siehe Tabelle 1).

KRITERIUM	BENIGNE	MALIGNNE
Wachstumsrate	langsam	schnell
Wachstumsgrenzen	begrenzt, umschrieben	nicht begrenzt
Wachstumsmodus	Expansion, Stielbildung	Expansion, Infiltration
Metastasierung	keine	häufig
Rezidivierung	selten	häufig
Anaplasie	keine	vorhanden
Gewebestruktur	annähernd normal	abnorm
Stroma	meist reichlich	meist spärlich
Mitosen	wenige	gewöhnlich zahlreiche
Einbruch in Gefäße oder andere Strukturen	selten	häufig
Gewebezerstörung	minimal	häufig

Tabelle 1: Kriterien zur Unterscheidung zwischen malignen und benignen Neoplasien nach KOCH et al. (1993) (modifiziert).

Als häufigste Hautneoplasien beim Hund treten Lipome, Mastzelltumoren, Talgdrüsenhyperplasien und -adenome sowie Papillome auf. Bei der Katze beobachtet man am häufigsten Basalzelltumoren, Plattenepithelkarzinome, Fibrosarkome und Mastzelltumoren (KOCH et al. 1993).

Die nachfolgenden Beschreibungen geben einen Einblick in Charakter und Eigenschaften kutaner Neoplasien.

3.1.1 Epitheliale Tumoren

1) Hautpapillom

Das Hautpapillom ist ein bei Hunden, im Gegensatz zu Katzen, häufig auftretender, gutartiger Tumor. Beim Hund treten sowohl virusbedingte Papillome als auch nicht viral Bedingte auf (KESSLER 1999). Bei der Katze sind virusbedingte Papillome nicht nachgewiesen. Papillome der Haut treten vornehmlich bei älteren Hunden oder Katzen als gestielte oder blumenkohlartige, haarlose, umschriebene Gebilde auf, oft multipel, v.a. an Kopf, Pfoten und Augenlidern (KOCH et al. 1993).

2) Basalzelltumor

Der Basalzelltumor ist ein häufiger, in der Regel gut abgegrenzter Hauttumor, der mit zunehmender Größe zu Ulzeration neigt. Bevorzugte Lokalisation sind Kopf und Hals. Basalzelltumoren sind gutartige Neoplasien, die selten rezidivieren oder metastasieren (DAHME et al. 1999, KESSLER 1999).

3) Plattenepithelkarzinom

Plattenepithelkarzinome sind maligne, epidermal wachsende Hauttumoren (DAHME et al. 1999). Erhöhtes Erkrankungsrisiko scheint für hellhäutige Tiere und solche mit Depigmentierung im Bereich des Nasenspiegels zu bestehen (KESSLER 1999). Plattenepithelkarzinome sind meist solitäre Gebilde, die als warzige Tumoren unterschiedlicher Größe auftreten. Sie wachsen invasiv (DAHME et al. 1999).

4) Talgdrüsentumor

Man unterscheidet zwischen tumorartigen Talgdrüsenhyperplasien, Talgdrüsenadenomen und den selten vorkommenden Talgdrüsenkarzinomen, die sich durch infiltratives Wachstum auszeichnen (KESSLER 1999). Bevorzugte Lokalisation sind Kopf und Gliedmaßen (DAHME et al. 1999).

5) Schweißdrüsentumor

Beim Schweißdrüsentumor handelt es sich in der Regel um Tumoren der apokrinen, sehr selten solche der ekkrinen Schweißdrüsenzellen. Neoplasien der apokrinen Schweißdrüsen treten am ganzen Körper auf. Man unterscheidet zwischen Adenomen, die meist gut umschrieben sind und Karzinomen, welche eine größere Tendenz zur Infiltration der Haut zeigen und in regionäre Lymphknoten metastasieren können (KESSLER 1999).

6) Tumoren der Haaranlagen

Das *Trichoepitheliom* ist beim Hund häufig, bei der Katze dagegen nur sehr selten, und vor allem am Rücken auftretend. Es ist benigne, gut vom benachbarten Gewebe abgegrenzt und oft pigmentiert (DAHME et al. 1999). Das nekrotisierende und verkalkende *Epitheliom* tritt nur bei Hunden und hier bevorzugt bei Terrierrassen auf. Dieser gutartige Tumor ist vor allem im Bereich des Rumpfes lokalisiert (DAHME et al. 1999).

Das benigne *Pilomatrixom* ist sehr selten und tritt in Form eines gut abgekapselten, oft pigmentierten Tumors auf. Im Anschnitt ist diese Neoplasie oft zystisch mit pastösem, krümeligem Inhalt (KESSLER 1999).

3.1.2 Tumoren der Pigmentzellen

1) Melanom

Melanome treten beim Hund sehr häufig auf (v.a. Boxer, Dackel, Terrier), während sie bei der Katze eher selten sind (DAHME et al. 1999). Sie können benigne oder maligne sein (KESSLER 1999). Sie wachsen gewöhnlich einzeln und entstehen beim Hund vor allem an Pfoten, Rumpf, Gesicht (Mundhöhle) und Skrotum, während Katzen bevorzugt an Kopf und Ohrmuscheln erkranken. Gutartige Melanome stellen sich als braune oder schwarze Flecken oder Knoten dar, die bis ca. 2 cm Größe aufweisen. Maligne Melanome können größer werden, wachsen sehr viel schneller und ulzerieren häufig (KOCH et al. 1993). Hautmelanome bei der Katze sowie orale und mucokutane Melanome beim Hund sind häufig bösartig (DAHME et al. 1999).

3.1.3 Mesenchymale Tumoren

1) Fibrom

Fibrome sind benigne Neoplasien des Bindegewebes (DAHME et al. 1999). Sie treten eher in höherem Alter auf. Bei Hunden sollen Boxer, Boston-Terrier und Foxterrier sowie weibliche Tiere prädisponiert sein (KOCH et al. 1993). Man unterscheidet zwischen dem sogenannten Fibroma durum, welches sich normalerweise gut umschrieben und derber darstellt, und dem Fibroma molle mit eher weicher Konsistenz. Beide Formen sind in der Regel Einzeltumoren und wachsen weder invasiv noch neigen sie zu Metastasierung (KOCH et al. 1993).

2) Fibrosarkom

Das Fibrosarkom zählt zu den malignen kutanen Neoplasien (KOCH et al. 1993, DAHME et al. 1999), die bei Hund und Katze sehr häufig auftreten (KESSLER 1999). In der Literatur wird über multizentrische, virusinduzierte Fibrosarkome bei der Katze berichtet. Hierbei soll es sich um ein felines Sarkomavirus handeln (Retrovirus), welches jedoch nicht die Ursache von solitären Fibrosarkomen bei älteren Katzen ist (KOCH et al. 1993). Desweiteren besteht der Verdacht auf injektionsbedingte Fibrosarkome infolge von Impfungen bei der Katze (KESSLER 1999). Die auftretenden Tumoren sind in der Regel solitär, unregelmäßig geformt

und schlecht umschrieben. Ihre Konsistenz ist derb. Sie wachsen oft sehr schnell und infiltrieren das umgebende Gewebe (BONATH 1991). Häufige Rezidivierung nach chirurgischer Exstirpation wird beschrieben (BONATH 1991).

3) Myxom und Myxosarkom

Myxome und Myxosarkome sind von weicher oder schleimiger, schlecht umschriebener Gestalt (KOCH et al. 1993). Bedingt durch ihr infiltratives Wachstum neigen sie nach chirurgischer Exstirpation zur Rezidivierung. Im Unterschied zum Myxom ist das Myxosarkom maligne und führt gelegentlich zur Metastasierung.

4) Undifferenziertes Sarkom

Einige mesenchymale Neoplasien erlauben keine eindeutige Klassifizierung. Es handelt sich hierbei um bösartige Tumoren, die vor allem bei älteren Katzen und Hunden auftreten (KOCH et al. 1993).

5) Leiomyom und Leiomyosarkom

Von der glatten Muskulatur der Haarbalgmuskeln oder Hautgefäßen ausgehende Tumoren sind bei Hunden und Katzen eher selten. Es handelt sich um solide, feste, unterschiedlich große und gut umschriebene Gebilde (KOCH et al. 1993).

6) Lipom und Liposarkom

Lipome sind Tumoren des Fettgewebes und vor allem beim Hund, weniger bei der Katze, auftretende benigne, fettgewebsartige Zubildungen. Sie treten in der Regel bei älteren Hunden auf, wobei adipöse Hündinnen vorzugsweise betroffen sind (KESSLER 1999). Lipome können einzeln oder multipel in unterschiedlichen Größen auftreten. Sie entstehen am ganzen Körper, vor allem aber Vorderbrust, Abdomen oder Gliedmaßen. In der Regel sind Lipome weich und gut zum umgebenden Gewebe abgrenzbar. Sie liegen subkutan und bereiten nur durch ungünstige Lage oder zu großes Wachstum mechanische Probleme. Sogenannte *infiltrative Lipome* stellen eine Sonderform des Lipoms dar, welche überall am Körper auftreten können und sich durch ihr invasives Verhalten (auch in Muskulatur) von Lipomen unterscheiden.

Liposarkome sind bösartige kutane Neoplasien, die sehr selten sind (KESSLER 1999). Liposarkome treten für gewöhnlich einzeln auf, sind schlecht umschrieben, fest und von

unterschiedlicher Größe. Sie liegen subkutan, wachsen aber invasiv. Hauptlokalisation sind Abdomen- oder Thoraxwand. Ihre Neigung zur Metastasierung ist gering (KOCH et al. 1993).

7) Tumoren von Blut- und Lymphgefäßen

Das *Hämangiom* ist eine gutartige Geschwulst, die beim Hund häufiger vorkommt. Typisch sind blutgefüllte, zum Teil thrombosierte Hohlräume (DAHME et al. 1999). Sie treten vor allem solitär auf und wachsen meist an Extremitäten, Flanken, Hals und Gesicht (KOCH et al. 1993). Als normalerweise gut umschriebene, fest bis fluktuierende, rötlich-bläuliche Tumoren erreichen sie eine Größe von bis zu 3 cm (KOCH et al. 1993).

Als *Hämangiosarkome* (malignes Hämangiosarkom) bezeichnet man maligne Neoplasien, die vor allem bei älteren Tieren auftreten (KESSLER 1999). Häufig finden sich diese Tumoren an Rumpf oder Extremitäten, sind schlecht vom umgebenden Gewebe abgrenzbar und bis ca. 10 cm groß (KOCH et al. 1993). Sie neigen zu Ulzeration und Blutungen. Das Hämangiosarkom zeigt sich beim Hund als hochgradig invasiv und neigt zu ausgedehnter Metastasierung, während bei Katzen Metastasenbildung selten vorkommt (KOCH et al. 1993). Diese Tumoren haben ihren Ursprung in Endothelzellen der Hautblutgefäße.

Lymphgefäßtumoren gehen aus Endothelzellen von Lymphgefäßen hervor. Man unterscheidet das sogenannte Lymphangiom und das Lymphangiosarkom. Das *Lymphangiom* ist selten und tritt vor allem im Bereich der Axillar- und Inguinalregion in Form von großen solitären, fluktuierenden, zum Teil rötlichen Gebilden auf (KOCH et al. 1993).

Lymphangiosarkome sind bösartige Tumoren, die selten bei Hunden und Katzen beobachtet werden. Die auftretenden Veränderungen sind bei Hunden von schlecht umschriebener, ödematöser Gestalt, während bei Katzen plaqueartige Verdickungen der Haut vornehmlich am ventralen Abdomen oder zystenartige Gebilde an den Vordergliedmaßen auftreten (KOCH et al. 1993).

8) Mastzelltumor

Mit der häufigste, mesenchymale Hauttumor bei Hund und Katze ist der Mastzelltumor. Boxer und Boston Terrier sind prädisponiert (DAHME et al. 1999). Grundsätzlich sind Mastzelltumoren als maligne Neoplasien anzusehen, die sich durch ein sehr variables Wachstumsverhalten auszeichnen (KESSLER 1999). Obwohl in den meisten Fällen solitär, ist auch multiples Auftreten möglich. Bevorzugte Lokalisation beim Hund sind Rumpf, Perineum und Gliedmaßen (KOCH et al. 1993). Sie können gut oder schlecht umschrieben sein, knotig oder gestielt, feste oder weiche Konsistenz aufweisen und zwischen 1 und 10 cm

groß sein (KOCH et al. 1993). Aufgrund ihres Gehaltes an Heparin und Histamin treten in Zusammenhang mit Mastzelltumoren häufig andere Krankheitserscheinungen wie Duodenal- oder Magengeschwüre, Gerinnungsstörungen und Schockgeschehen auf (KOCH et al. 1993, DAHME et al. 1999, KESSLER 1999). Als lokaler Effekt entsteht durch auftretende Blutgerinnungsstörungen eine erhöhte Blutungsneigung sowie durch den hohen Gehalt an Histamin oft ausgeprägter Pruritus (KESSLER 1999). Mastzelltumoren bei der Katze treten vor allem im Bereich des Kopfes und des Halses auf. Auch hier ist das Erscheinungsbild sehr variabel (KOCH et al. 1993).

9) Histiocytom

Dieser benigne Tumor kommt nur bei Hunden im Alter bis zu ca. 2 Jahren vor. Meist sind es gut abgegrenzte, kleine Veränderungen, die vor allem am Kopf und an den Extremitäten auftreten (DAHME et al. 1999).

3.2 Neoplasien: Entstehung und Wachstum

Entscheidende Grundlage für das physiologische Zellverhalten ist die Normalisierung des Wachstums, wenn der auslösende Reiz (externer Stimulus) entfällt. Zellen stellen in der Regel ihr Wachstum ein, wenn sie Kontakt zur nächsten Zelle bekommen (GRESKÖTTER 1996). Zur Regulation dieses Wachstumsverhalten sind vier Mechanismen grundlegend: Wachstumsfaktor, Rezeptor für den Wachstumsfaktor, intrazelluläre Informationsübertragung und ein System zur Beendigung der DNA-Replikation (GRESKÖTTER 1996). Über sogenannte *gap junctions* erfolgt in gesunden Zellen die interzelluläre Kommunikation. Hier werden Mediatorsubstanzen ausgetauscht. In ausdifferenzierten Geweben ist die Mitoserate der Zellen sehr gering, sie stellen ihr Wachstum ein.

Bestimmte Noxen können dieses normale Anpassungsverhalten der gesunden Zelle stören, indem sie Veränderungen am genetischen Material verursachen. Spezielle Gene, die das Wachstum unterdrücken und die Differenzierung des Gewebes fördern, können auf diesem Weg unwirksam gemacht werden. Zusätzlich können Wachstumsfaktoren aktiviert werden.

Durch die genetische Veränderung der Tumorzelle verliert diese die Fähigkeit zur Bildung von *gap junctions*, so dass z.B. Signale der Wachstumshemmung im Zellverband nicht mehr weitergegeben werden können (Wick et al. 1989). Die Folge ist eine ständige Abweichung vom normalen Zellwachstumsverhalten. Diese derart veränderten Zellen zeigen exzessive Proliferationen, sie reagieren nicht mehr auf die das Zellwachstum kontrollierenden Signale.

Schließlich bilden sie Gewebemassen oder knotige Zubildungen, die Neoplasie ist entstanden (STEVENS und LOWE 1997). Im Gegensatz zur Hyperplasie, bei der ebenfalls vermehrtes Wachstum auftritt, kommt die Zellproliferation mit dem Verlöschen der Noxe nicht zum Stillstand (EDER 1990). Die genetischen Veränderungen in der Stammzelle der Neoplasie werden an jede neue Zellgeneration des Tumors weitergegeben. Die der Tumorentstehung zugrunde liegenden veränderten Gene bezeichnet man als *Onkogene* (STEVENS und LOWE 1997). Sogenannte Tumorsuppressorgene hemmen dagegen im gesunden Zellverband die Zellvermehrung und greifen so verlangsamernd in den Zellzyklus ein (GRESKÖTTER 1996, STEVENS und LOWE 1997). Das Fehlen dieser Gene bzw. deren verminderte Aktivität fördert die Neoplasieentstehung.

Im Verlauf der normalen Zellteilung aus der Stammzelle nehmen gesunde Zellen ihre spezifischen Funktionen auf. Diesen Vorgang bezeichnet man als Differenzierung. Neoplastische Zellen verlieren nicht nur ihre Wachstumsregulation, sie weisen in der Regel einen niedrigeren Differenzierungsgrad auf. Zellen *benigner* Neoplasien haben noch sehr ähnliche Differenzierungsgrade wie ihr Ursprungsgewebe und können daher auch Funktionen dieses Gewebes übernehmen (z.B. Sekretion in endokrinem Gewebe). *Maligne* Zellen weisen unterschiedliche Differenzierungsgrade auf. In einigen Fällen ähneln diese Zellen dem Muttergewebe. Man bezeichnet solche Neoplasien als hochdifferenzierte maligne Neoplasie. Im Gegensatz gelten solche Neoplasien, deren Zellen kaum Ähnlichkeit mit dem Ursprungsgewebe aufweisen, als wenig differenziert. Tumoren, deren Ursprungsgewebe nicht mehr festgestellt werden kann, werden als *anaplastische* maligne Neoplasie klassifiziert (EDER 1990, STEVENS und LOWE 1997).

Entsprechend dem Differenzierungsgrad ist das biologische Verhalten des Tumors. Der wenig differenzierte Tumor verhält sich in der Regel weitaus aggressiver als die differenzierte Neoplasie (GRESKÖTTER 1996, STEVENS und LOWE 1997).

Für das Tumorwachstum ist die ausreichende Gefäßversorgung unerlässlich. Als *Angiogenese* bezeichnet man das Wachstum neuer Blutgefäße. Dieser Vorgang tritt im gesunden Organismus nur in geringem Maße auf. Gesteuert wird er durch zahlreiche Faktoren wie Proteine, angiogenetische Enzyme, Wachstumsfaktoren, Elemente der extrazellulären Matrix etc. (SUH 2000, LI et al. 2001, NEEMAN et al. 2001). SAARISTO et al. (2000) stellten einen engen Zusammenhang zwischen Tumordurchblutung, Malignität und Neigung zur Metastasenbildung und dem Vorhandensein von VEGF (vascular endothelial growth factor) bei Brustkrebs fest. DETMAR (2000) bezeichnet ebenfalls VEGF als den potentesten Tumor-Angiogenese-Faktor, dessen Blockierung die Blutgefäßbildung und das Tumorwachstum

hemmt. Die Konstruktion des Gefäßnetzes erfordert die Durchführung zahlreicher Einzelschritte, die letztendlich zur Bildung eines neuen, intakten Blutgefäßes führen (LIEKENS et al. 2001). Im Falle der tumorösen Neubildung verhält sich jede Neoplasie parasitär zu ihrem Wirtsorganismus, indem sie dessen Gefäßnetz zum Teil übernimmt. Dadurch kommt es oft zu erheblichen Veränderungen des betreffenden Gefäßabschnittes. Die meisten Tumorzellen können zusätzlich ein gefäßführendes Stroma entwickeln, indem sie angiogenetische Faktoren sezernieren (v.a. heparinbindende Fibroblasten-Wachstumsfaktoren, Angiogenin) (RIEDE et al. 1995, STEVENS und LOWE 1997). Intratumoral entsteht so ein neues Gefäßnetz (GRESKÖTTER 1996). Auch KESSLER und MISDORP (1999) beschreiben die Fähigkeit der Tumorzellen, die Bildung von Kapillaren zu stimulieren. Diese machen letztendlich ca. 1,5 % der Tumormasse aus, was etwa dem 400fachen der Vaskularisation von normalem Gewebe entspricht. Gleichzeitig scheint die Abwesenheit eines endogenen Inhibitors (Interferon beta, IFN β) für die Angiogenese und damit für das Tumorwachstum von Bedeutung zu sein (FIDLER 2000). Durch die Übernahme von Gefäßabschnitten des gesunden Wirtsgewebes und durch die Anregung zur Bildung neuer Blutgefäße wird das Gefäßnetz im Bereich maligner Tumoren jedoch weitgehend umgebaut. Das Gefäßnetz ist inhomogen, der Tumorrand oft besser durchblutet als sein Zentrum. Es kommt zu Gefäßkaliberschwankungen, da vorhandene Blutgefäße durch das Tumorwachstum zum Teil komprimiert, zum Teil ausgeweitet werden. Gefäßbäume im Tumor weisen eine oft unregelmäßige Verzweigung auf. Dadurch kommt es zu häufigen Gefäßrichtungsänderungen. Durch die regelmäßige Ausbildung von arteriovenösen Kurzschlüssen (Shunts) sind Gefäßabbrüche in malignen Tumoren ebenfalls kein seltenes Bild. Jede Zubildung besteht also aus neoplastischem Gewebe mit zusätzlichem, normalem Stromagewebe (RIEDE et al. 1995). Tumoren, die diese Blutversorgung nicht entwickeln, erreichen eine maximale Größe von 1-3 mm (RYAN und WILDING 2000).

Bei wenig differenzierten Tumoren kann die Stromabildung (v.a. die Bildung des Gefäßnetzes) mit der Wachstumsgeschwindigkeit oft nicht Schritt halten. Durch die bessere Durchblutung des Tumorrandes im Gegensatz zum Zentrum können zentral liegende Zellen aufgrund der Mangelversorgung absterben (sog. Tumornekrose) (GRESKÖTTER 1996, STEVENS und LOWE 1997). Zusätzlich zerstört der Tumor selbst durch sein schnelles Wachstum sein Gefäßsystem (GRESKÖTTER 1996). Die Wachstumsgeschwindigkeit des Tumors hängt in hohem Maße von der ausreichenden Versorgung der Tumorzellen ab. Aber auch Sterberate einzelner Tumorzellen sowie die Anzahl der sich in nichtproliferierender Phase befindlichen Zellen limitieren das Wachstum. Je stärker die mitotische Teilung, desto

schneller das Tumorwachstum und desto größer in der Regel auch das biologisch bösartige Verhalten (GRESKÖTTER 1996).

Benigne Tumoren mit Zellen, die dem Muttergewebe sehr ähnlich sind, weisen in der Regel keine sehr großen Wachstumsabweichungen auf, sie wachsen eher lokal und mit langsamer Wachstumstendenz (geringe Mitoserate, welche jedoch im Falle von Zellverlusten durchaus gesteigert werden kann). Sie wachsen expansiv und verdrängen das umgebende Gewebe. Durch Druck können Parenchymzellen zugrunde gehen, andere Bindegewebszellen überleben, verdichten sich und bilden eine kapselförmige Begrenzung (SCHUBERT und BETHKE 1987, EDER 1990). Zahlreiche gutartige Tumoren weisen jedoch keine bindegewebige Begrenzung auf.

Bei *malignen* Tumoren gerät das Wachstum der Zubildung völlig ausser Kontrolle. Es finden sich vielfach vermehrte Mitosen, die Wachstumsgeschwindigkeit ist in der Regel groß. Vor allem sein Verhalten zum umgebenden Gewebe zeichnet den malignen Tumor aus. Im Gegensatz zum expansivem Wachstum des benignen Tumors zeigt die bösartige Neoplasie einen infiltrativen Ausbreitungsmodus. Die Tumorzellen wachsen zapfen- oder strangartig in umgebende Gewebespalten ein (*Infiltration*) (BIRKMAYER 1984, EDER 1990). Ihre besondere Verformbarkeit ermöglicht es den Tumorzellen in Interzellularspalten einzudringen (BIRKMAYER 1984). Das ortsständige Gewebe wird bei diesem Vorgang oft völlig zerstört (*Destruktion*). Eine Bindegewebskapsel ist meist nicht ausgebildet (SCHUBERT und BETHKE 1987, STEVENS und LOWE 1997). Der Verlust der *Kontaktinhibition*, also Stillstand des Wachstums bei Berührung von Zellen, begünstigt die Ausbreitung des Tumorgewebes (SCHUBERT und BETHKE 1987). Maligne Tumoren scheinen ausserdem die Fähigkeit zu besitzen, strukturauflösende Enzyme zu bilden. Mit Hilfe dieser Enzyme (z.B. Kathepsin B) wird umgebendes Gewebe angegriffen und dadurch die Infiltration erleichtert. Die zugrundegehenden gesunden Zellen im Grenzgebiet bilden eine Ernährungsgrundlage für die Tumorzellen (feedlayer effect). In der direkten Umgebung eines solchen Tumors finden sich oft entzündliche und nekrotische Begleiterscheinungen, Ausdruck des Abwehrversuches des Organismus (SCHUBERT und BETHKE 1987). Diese peritumorale Destruktionszone breitet sich mit dem Tumor aus und zerstört die Strukturen des Normalgewebes (BIRKMAYER 1984).

3.3 Sonographie von Tumoren in der Humanmedizin

Die Sonographie von Hautveränderungen gewinnt in der Humanmedizin immer mehr an Bedeutung (GARBE und BLUM 1999). Vor allem im Bereich der Nachsorge maligner Melanome beim Menschen besitzt die Sonographie einige Vorteile verglichen etwa mit der klinischen Untersuchung. Etwa ein Drittel der metastatisch veränderten Lymphknoten beim malignen Melanom werden sonographisch vor dem palpatorischen Befund diagnostiziert, wodurch sich die Prognose verbessert. Desweiteren erlaubt die präoperative Untersuchung die weiterführende Beurteilung bezüglich Ausdehnung und exakter Größe des Tumors (GARBE und BLUM 1999). Kleine, subkutan liegende Neoplasien können gegebenenfalls sonographisch vor der palpatorischen Entdeckung dargestellt werden (ULRICH und VOIT 2001). Die sonographische Untersuchung stellt insgesamt ein nicht invasives Verfahren zur Entdeckung von Tumoren der Haut, des subkutanen Gewebes und der Lymphknotenstationen dar (ULRICH und VOIT 2001).

In der Dermatologie wurde zunächst vor allem präoperativ die Tumordicke beim malignen Melanom untersucht, sowie der Nachweis von Melanommetastasen in Lymphknoten und kutanem und subkutanem Gewebe geführt (Garbe und BLUM 1999). In den letzten Jahren hat sich in der Humanmedizin der Einsatz der Sonographie für verschiedene Tumorarten etabliert. Es werden vor allem das maligne Melanom, Plattenepithelkarzinom, Dermatofibrosarkoma protuberans, Mycosis fungoides und Lymphome der Haut untersucht (GARBE und BLUM 1999). Es erfolgen sonographische Basisuntersuchungen des Hauttumors, der sogenannten Intransitstrecke und der regionären Lymphknoten vor der operativen Behandlung, sowie Untersuchungen des Narbenbereiches, der direkten Umgebung des Tumors und der regionären Lymphknoten bei Nachsorgeuntersuchungen. Auch gezielte perkutane Punktionen veränderter Lymphknoten oder Gewebe sind unter Ultraschallkontrolle möglich. Vor allem bei palpatorischen Schwierigkeiten (z.B. voroperierte Bezirke, Narbengewebe etc.) stellt die sonographische Untersuchung ein nicht invasives, leicht durchführbares und reproduzierbares Verfahren dar (GARBE und BLUM 1999, ULRICH und VOIT 2001). Sie gibt nicht nur genaue Informationen über die exakte Position (z.B. Abstand zur Hautoberfläche) oder Größe eines Tumors, sie lässt auch die exakte Untersuchung des umgebenden Gewebes und dessen Beziehung zur Neoplasie zu (angrenzende Organe, Einbruch in Gefäße etc.) (ULRICH und VOIT 2001). GUTWALD et al. (1993) beschrieben die Möglichkeit, mittels sonographischer Untersuchung Zubildungen ab 0,5-1 cm Größe darzustellen und auf diesem Weg Lokalisation, Größe, Begrenzung und Beziehung des Tumors zum umgebenden Gewebe darstellen zu können. Aufgrund der sonomorphologischen Erscheinung gelang ihnen weder die

Artdiagnose noch die Dignitätseinschätzung. Ausnahme bildete hier das Lipom. Andere benigne Tumoren waren in der Regel glatt begrenzt, homogen und zeigte kein infiltratives Wachstum. Die glatte Begrenzung war jedoch nicht beweisend für Benignität, da auch differenzierte maligne Neoplasien sogenannte Pseudokapseln aufwiesen. Auch LASSAU et al. (1997) beschrieben die Sonographie als einfache, nichtinvasive Untersuchungsmethode kutaner Veränderungen. Sie untersuchten präoperativ 70 oberflächliche Veränderungen, um Aussagen über die Genauigkeit der sonographischen Ergebnisse zu treffen. Ein Grossteil dieser Zubildungen (62) konnte klar sonographisch erfasst werden. Die meisten dieser Tumoren stellten sich hypoechogen dar. Teilweise war die Tumorausdehnung größer als durch die Palpation angenommen. Die sonographische Größenmessung entsprach mit einer Abweichung bis 0,2 mm der histologisch festgestellten Größe des Tumors. Die Einteilung in maligne oder benigne Tumoren war in dieser Studie nicht eindeutig möglich.

Eine andere Studie zeigte ebenfalls die Möglichkeit der exakten Vermessung von Hauttumoren und die Darstellung ihrer Beziehung zum umgebenden Gewebe. In 80 % der Fälle konnte die histologische Zuordnung der Neoplasie anhand des Ultraschallbildes erfolgen (HEINRITZ et al. 1995). Im Gegensatz hierzu konnten DUMMER et al. (1995) eindeutige Dignitätsbestimmungen anhand des Ultraschallbildes nicht bestätigen. Sie stellten aber ebenfalls die Möglichkeit der exakten Tumorvermessung und der Bestimmung der Tumorposition fest.

Durch die Abgrenzung echoarmer und echoreicher Strukturen im Bereich der Epidermis, Dermis und Subcutis können oft Differentialdiagnosen geklärt werden. GARBE und BLUM (1999) beschreiben maligne Tumoren der Haut als sehr echoarme Strukturen. Jedoch auch benigne melanozytäre Läsionen stellen sich auf diese Weise dar (GARBE und BLUM 1999). Dadurch ist die Abgrenzung von echoreichen Strukturen wie seborrhoische Keratosen, Narben oder Dermatofibrosen möglich. Da jedoch auch entzündliche Infiltrate echoarme Bilder aufweisen können, ist diese Differenzierung oft nur schwer möglich (GARBE und BLUM 1999). Die meisten benignen Hauttumoren weisen nach GARBE und BLUM (1999) dagegen in der Humanmedizin kein charakteristisches Bild auf. Weitere Einsatzgebiete der Ultraschalldiagnostik in der Humanmedizin ist die Vermessung von entzündlichen Infiltraten im Sinne von Verlaufskontrollen. Weiterhin können lokale Entzündungen von solchen mit diffusem Charakter abgegrenzt werden (GARBE und BLUM 1999). Tabelle 2 zeigt Ultraschallmerkmale einiger Hauttumoren.

Ultraschallphänomen	Thrombosiertes Angiom	Malignes Melanom	Basaliom
Abgrenzbarkeit	scharf	meist scharf	meist scharf
zahlreiche Binnenechos	nicht vorhanden	nicht vorhanden	vorhanden
distale Schallauslöschung	vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
distale Schallverstärkung	nicht vorhanden	nicht vorhanden	vorhanden

Tabelle 2: Ultraschallphänomene einiger ausgewählter Hauttumoren (modifiziert) (KORTING et al. 1999).

Im Bereich der sonographischen Untersuchung von *Mammatumoren* zeigen sich deutliche Kriterien für Gut- oder Bösartigkeit (DELORME und DEBUS 1998). Tabelle 3 gibt einen Überblick über Unterscheidungskriterien der Mammasonographie.

Kriterium	Benignität	Malignität
Form	rund oder oval	irregulär, gezackt
Begrenzung	glatt, scharf, Kapsel	unscharf, breiter, echodichter Saum
Attenuation	distale Schallverstärkung	distaler Schallschatten
Refraktion	laterales Schattenzeichen	kein lateraler Schatten
Elastizität	komprimierbar	derb, starr
Verhältnis zur Umgebung	verlagert umgebendes Gewebe	unterbricht Drüsen- und Bindegewebe
Ausrichtung	eher horizontal	eher vertikal

Tabelle 3: Kriterien zur Beurteilung solider Herdbefunde in der Mamma (DELORME und DEBUS 1998) (modifiziert).

Fibroadenome stellen sich im Bereich der Mamma als glatt begrenzte Zubildungen mit homogener Binnenstruktur und dorsaler Schallverstärkung dar. Sie sind weich und weisen

beiderseits laterale Schallschatten auf. Das klassische Bild des Mammakarzinoms ist das eines unregelmäßigen und unscharf begrenzten, echoarmen Herdes mit echoreichem Randsaum (Infiltrationszone mit bindegewebiger Reaktion), dorsalem Schallschatten und Destruktion der vorgegebenen Anatomie. Das Karzinom ist derb und steckt meist wie ein Pfahl im Gewebe (DELORME und DEBUS 1998). RUHLAND et al. (2001) analysierten das Schallverhalten von Fibroadenomen und medullären Karzinomen der Mamma anhand folgender Kriterien: Randkontur, retrotumoröses Schallverhalten, Echostruktur und Echodensität. Im Fall der Randkontur (unscharf, glatt) und retrotumorösem Schallverhalten (Zentralschatten, zentrale Schallverstärkung etc.) fanden sie deutliche Unterschiede. Die Kriterien Echostruktur (inhomogen, homogen) sowie die Echodensität (echoarm, echoreich) führten zu keiner eindeutigen Unterscheidungsmöglichkeit der beiden Tumorarten. Bei exakter Analyse aller sonographischen Befundungskriterien schien die Differenzierung zwischen Fibroadenomen und medullären Karzinomen möglich.

Die *farbdopplersonographische Untersuchung* auf Vaskularisationsmuster, Tumorgefäßzahl und Gefäßflächenanteil am Tumorquerschnitt (GFA) erleichtert die Dignitätseinschätzung von Hauttumoren in der Humanmedizin. Untersuchungen von SCHRÖDER et al. (1999) zeigten, dass bei 34 von 39 malignen Tumoren der Vaskularisationsnachweis gelang, während dies nur bei drei von 24 benignen Neoplasien möglich war. Die meisten malignen Tumoren wiesen mehr als 3 intratumorale Gefäße auf, bei benignen Tumoren konnten selten mehr als 2 Gefäße dargestellt werden. Die GFA betrug bei malignen Neoplasien $> 5\%$, während benigne Tumoren eine GFA $< 5\%$ aufwiesen. In weiteren Studien untersuchten SCHRÖDER et al. (2001) benigne und maligne kutane Neoplasien mit Hilfe des B-Mode und der signalverstärkten Dopplersonographie. Das sonomorphologische Erscheinungsbild im B-Mode sowie die Anzahl der intratumoralen Gefäße wurden dokumentiert. Die sicherste Grundlage zur Unterscheidung zwischen gut- und bösartigen Hauttumoren schien der Gefäßflächenanteil am Tumorquerschnitt zu sein. Lag dieser über 5% , so sprach dies für eine maligne Genese. Bedingung war jedoch der zuvor erfolgte, klinisch geführte Ausschluß entzündlicher Zubildungen. Allein anhand der Graubildmorphologie konnte die Dignitätsbestimmung der untersuchten Zubildungen nicht durchgeführt werden.

KARAMAN et al. (2001) untersuchten 71 Patienten mit oberflächlichen Tumoren. Für diese Untersuchungen verwendeten sie den Power Doppler. Ziel dieser Untersuchungen sollte die Möglichkeit der Dignitätsbeurteilung dieser Tumoren anhand der intratumoralen Durchblutungsmuster sein. Der Durchblutungsmodus wurde in diffus oder peripher eingeteilt. Drei der untersuchten Tumoren konnten sonographisch nicht sichtbar gemacht werden, 26 der

52 malignen Tumoren zeigten diffuse Durchblutungsmuster, 17 eher periphere Durchblutung. Von 19 benignen Tumoren zeigten zwei diffus, vier peripher liegende Blutgefäße. Das Vorhandensein von Blutgefäßen korrelierte in großem Umfang mit dem biologischen Verhalten des Tumors, der Tumordicke sowie seiner subdermalen Ausdehnung. Das Blutgefäßmuster (peripher oder diffus) korrelierte jedoch nur mit der Tumordicke.

GIOVAGNORIO et al. (1999) führten ähnliche Untersuchungen an 71 Hauttumoren durch. Sie verwendeten den Farbdoppler und teilten die untersuchten Neoplasien in avaskulär, hypovaskulär, hypervasulär mit multiplen peripheren Gefäßen und hypervaskulär mit eher zentraler Durchblutung ein. 9 % der malignen Tumoren zeigten keine Durchblutung. 50 % wiesen multiple, peripher gelegene Gefäße auf, während bei 41 % multiple, zentral liegende Blutgefäße dargestellt werden konnten. 86 % der benignen Tumoren waren avaskulär sowie 14 % hypovaskulär. Anhand dieser Ergebnisse kamen die Autoren zu dem Ergebnis, dass die Farbdoppleruntersuchung bei Hauttumoren die Dignitätsbeurteilung deutlich verbesserte.

Im Bereich der Mammasonographie wurden in den letzten Jahren zahlreiche Studien veröffentlicht, die sich mit der Dignitätsbeurteilung einer soliden Zubildung der Mamma anhand ihres Durchblutungsmodus beschäftigten. Die Ergebnisse sind teilweise unterschiedlich. Sämtliche Untersuchungen bestätigen die vermehrte Durchblutungsneigung maligner Tumoren. SAHIN-AKYAR und SUMER (1996) wiesen in 28 von 29 malignen Tumoren sowie in 13 von 19 benignen Tumoren Blutgefäße nach. Auffällig war jedoch ein signifikant höherer systolischer Peak der Doppler Frequenzverschiebungen im Bereich der detektierten Blutgefäße bei malignen Zubildungen. LEE et al. (1995) wiesen in 48 von 52 (92 %) malignen Tumoren Blutgefäße nach. Diese konzentrierten sich auf den Randbereich des neoplastischen Gewebes, in 13 Fällen wurden zusätzlich intratumorale Gefäße nachgewiesen. Die Intensität der Durchblutung war in 92 % der Fälle erhöht. In zehn von 32 (31 %) benignen Tumoren konnte ebenfalls Durchblutung festgestellt werden. Diese konzentrierte sich aber ausschließlich auf den Randbereich und erreichte nur eine geringere Intensität. GRISCHKE et al. (1996) trafen ebenfalls anhand der intratumoralen Durchblutung die Unterscheidung zwischen benignen und malignen Tumoren und erreichten in ihrer Studie eine Sicherheit von 93 %. Andere Studien zeigten ebenfalls erhöhte Durchblutungsneigungen in malignen Tumoren. Die sichere Unterscheidung zwischen malignen und benignen Neoplasien schien aber nicht möglich. Die Zuhilfenahme von Power Doppler Untersuchungen ergab keine sichere Aussagemöglichkeit. In manchen Fällen blieb auch in malignen Zubildungen die Durchblutung unentdeckt und ermöglichte so keine sichere Diagnose

(GRISCHKE et al. 1996, KUTSCHKER et al. 1996, LEE et al. 1996, DELORME und HUBER 1998, WRIGHT et al. 1998, CHOI et al. 1999).

Vor allem in den letzten drei bis vier Jahren wurde die sonographische Untersuchung im Bereich der Mammadiagnostik um die kontrastmittelverstärkte Farbdoppler oder Power Doppler Untersuchung erweitert. Mit Hilfe dieser Kontrastmittel scheint in einigen Studien die Darstellung der intratumoralen Durchblutung verbessert und dadurch auch eine bessere Dignitätseinordnung möglich zu sein. Typische Anzeichen der Malignität sind vor allem der morphologisch irreguläre Verlauf der Gefäße wie Gefäßkaliberschwankungen, torquierter Verlauf sowie das Durchbrechen der Tumorkapsel. (GRUNER et al. 1998, SCHROEDER et al. 1998, STUHRMANN et al. 1998, SCHROEDER et al. 1999, CHAUDHARI et al. 2000, MOON et al. 2000). REINIKAINEN et al. (2001) untersuchten 65 Brustveränderungen im B-Mode, Power Doppler und signalverstärktem Power Doppler. In vielen Fällen (vor allem bei malignen Tumoren) erbrachten diese Zusatzuntersuchungen verbesserte, morphologische Anhaltspunkte. Jedoch konnten weder mit Power Doppler noch mit signalverstärktem Power Doppler eine deutliche Verbesserung der Dignitätseinschätzung erreicht werden.

In anderen Bereichen der Onkologie wurden Untersuchungen durchgeführt, inwieweit die Sonographie geeignet ist, die Dignität eines Tumors einzuschätzen. In der Studie von BENZEL et al. (1995), in der Veränderungen in der Parotis sonographisch untersucht wurden, wurde nachgewiesen, dass die Unterscheidung zwischen malignen und benignen Veränderungen nicht sicher möglich war, da in einigen Fällen der bösartige Tumor ein der benignen Neoplasie ähnliches Sonogramm im Graubild aufwies. Die Differenzierung der einzelnen benignen Zubildungen war anhand des Ultraschallbildes nicht möglich. Andere Untersuchungen konnten in den meisten benignen Tumoren entweder keine Durchblutung nachweisen oder nur vereinzelt in der Peripherie, während die untersuchten malignen Tumoren erhöhte Durchblutungstendenzen aufwiesen (ALUFFI et al. 1997).

LEUWER et al. (1996) wiesen dagegen bei Untersuchungen von Kopf-Hals Tumoren nach, dass die sonographisch erfassten squamösen Zellkarzinome eher geringgradig durchblutet erschienen, die gefundenen Gefäße aber irreguläre Verläufe zeigten.

FLAIS et al. (1996) beobachteten unterschiedliche Durchblutungsneigungen innerhalb maligner Tumoren. Sie untersuchten insgesamt 100 maligne Neoplasien unterschiedlichen Gewebeursprungs. In 13 Tumoren fanden sie keine Blutgefäße. 39 der untersuchten

Neoplasien waren geringgradig durchblutet, während 29 Tumoren eine erhöhte Durchblutungstendenz zeigten. In 19 Fällen wurden multiple Gefäße nachgewiesen.

3.4 Sonographie von Lymphknoten in der Humanmedizin

Die sonographische Unterscheidung zwischen entzündlichen oder malignen Lymphknotenhyperplasien scheint mit Hilfe der B-Mode Sonographie nicht sicher möglich zu sein (SCHMIDT 1999). Bestimmte sonographische Charakteristika können jedoch auf die Dignität hindeuten. Entzündlich veränderte Lymphknoten sind in der Regel glatt begrenzt, von länglich-ovaler, oft abgeplatteter Form. Sie stellen sich als echoärmere Gebilde mit eventuell ausgeprägter echogener Binnenzone (sogenanntes Hilusfettzeichen) dar. Es wird durch zentral gelegenes Fett- und Bindegewebe hervorgerufen. Man bezeichnet diese Form als sogenannte Kokardenform (KORTING et al. 1997). Nimmt der Randsaum an Durchmesser zu (> 5 mm), so besteht der Verdacht auf akute Reaktionen des Lymphknotens. Im Gegensatz zu tumorös veränderten Lymphknoten werden reaktive Lymphknoten selten größer als 2-3 cm (BUNDSCHU et al. 1992, SCHMIDT 1999). Der sogenannte Solbiati-Quotient (Maximal- zu Minimaldurchmesser) liegt bei > 2 (KORTING et al. 1997). WATERMANN et al. (2001) halten die Beurteilung des Lymphknotens nach Form und Größe als Dignitätskriterien für unsicher, während die Echogenität der Rinde und das Hilusfettzeichen bessere Merkmale zur Unterscheidung zwischen benignen und malignen Lymphknotenveränderungen zu sein scheint.

Lymphknotenmetastasen weisen oft aggressives Wachstum mit Kompression und Invasion der Gefäße auf. Im Gegensatz zu entzündlichen Veränderungen sind sie prall oval bis rund, meist schlecht abgegrenzt und stellen sich eher inhomogen dar (SCHMIDT 1999).

Andere Autoren beschreiben Metastasen des malignen Melanoms als scharf begrenzt und reflexarm (KORTING et al. 1997). Metastasen des Plattenepithelkarzinoms sind weniger echoarm und aufgrund ihres Gefäßreichtums inhomogener. Für Malignität im Bereich peripherer Lymphknoten spricht weiterhin das Länge/Dickenverhältnis $< 2:1$ (BEUSCHER-WILLEMS 1999). Das entspricht einem Solbiati-Quotient von < 2 . Gelegentlich treten bei metastatisch veränderten Lymphknoten echodichte Einschlüsse durch Verkalkungen oder Koagulationsnekrosen auf. Anechogene Zentren entsprechen sogenannten Kolloquationsnekrosen. Hier muß differentialdiagnostisch an einen Abszeß gedacht werden. Abszesse sind aber in der Regel klinisch schmerzhaft (DELORME und DEBUS 1998). Unscharf begrenzt zeigt sich der metastatisch veränderte Lymphknoten bei Kapseldurchbruch und Gefäßinfiltration (DELORME und DEBUS 1998).

Maligne Lymphome können prall-ovalär bis dreieckig oder rund erscheinen. Sie sind ausgesprochen echoarm und homogen. Zwar führen sie zu Verdrängungen des umgebenden Weichteilgewebes, es kommt jedoch zu keiner Infiltration (SCHMIDT 1999). In Untersuchungen von vergrößerten Zervicallymphknoten von MORITZ und LUDWIG (1999) zeigte sich ein sehr uneinheitliches Bild. Im B-Mode entsprach zwar die Mehrzahl der untersuchten, reaktiv vergrößerten Lymphknoten den oben benannten Kriterien. Jedoch zeigten einige der untersuchten, entzündlich veränderten Lymphknoten ein inhomogenes Erscheinungsbild während andere deutlich unscharfe Begrenzungen aufwiesen. Nur ca. 55 % der untersuchten reaktiven Lymphknoten wiesen einen Solbiati-Quotienten von > 2 auf. Auch im Bereich der metastatisch vergrößerten Lymphknoten ergaben sich z.T. eher unheitliche Bilder. Einige der untersuchten Lymphknoten entsprachen dem typischen Sonogramm von Malignität, andere wichen in Bezug auf Echogenität und Solbiati-Quotient von dieser charakteristischen Form stark ab.

Die Sonographie von Lymphknoten mittels farbkodierter Duplexsonographie ergab in einigen Untersuchungen hohe Treffsicherheiten bei der Dignitätsbeurteilung. Durch Ermittlung der peripheren Stömungswiderstände der internodalen Gefäße konnten Lymphknotenmetastasen identifiziert werden. Die Unterscheidung zwischen malignen Lymphomen und entzündlich veränderten Lymphknoten war in diesen Untersuchungen jedoch ebenfalls nicht möglich (BUNDSCHU et al. 1992).

Mit Hilfe der Power Doppler Sonographie untersuchten STEINKAMP et al. (1999) palpatorisch vergrößerte Zervicallymphknoten. Mit Hilfe der Einteilung zentrale, hiläre oder periphere Durchblutung sowie Angabe des Durchblutungsgrades von 0-3 wiesen reaktiv veränderte Lymphknoten charakteristische, intensive hiläre Durchblutungen auf. Metastatische Lymphknoten zeigten dagegen überwiegend periphere Durchblutung (das Tumorwachstum verdrängt die Gefäße an den Randbereich). Lymphknoten, welche mit malignen Lymphomen befallen waren, wiesen sowohl im Zentrum als auch in der Peripherie starke Durchblutungsanzeichen auf. Ein vergleichbares Ergebnis zeigten auch Farbdoppleruntersuchungen von MORITZ und LUDWIG (1999) ohne und mit Einsatz von Kontrastmittel. In reaktiv veränderten Lymphknoten fanden sich Hilusgefäße, die sich zum Teil in größeren Lymphknoten noch aufzweigten. In Lymphknotenmetastasen konnten keine typischen Hilusgefäße identifiziert werden, die detektierten Gefäße waren eher in der Peripherie angeordnet oder durchbrachen die Lymphknotenkapsel multilokulär. Auch fokale Perfusionsdefekte und aberrierend laufende Gefäße oder subkapsuläre Gefäße scheinen ein Hinweis auf maligne Veränderung von Lymphknoten zu geben. Malignome können

angiogenetische Faktoren sezernieren, die das Wachstum neuer Gefäße stimulieren. Diese neuen, zur Shuntbildung neigenden Gefäße unterscheiden sich von normalen Gefäßstrukturen und sind ein Hinweis auf die Malignität des betreffenden Lymphknotens (MORITZ und LUDWIG 1999). MOEHRLE et al. (1999) untersuchten mit Hilfe des B-Mode und Farbdopplers Lymphknoten von Patienten mit malignen Melanomen auf Unterscheidungskriterien zur Bestimmung der Dignität. Bei Vorhandensein von zwei oder mehr der drei Kriterien Solbiati-Quotient < 2 , hypoechogenes Zentrum sowie keine hilären Gefäße weist die Diagnose Metastase des malignen Melanoms eine Sensitivität von 100 % sowie eine Spezifität von 96 % auf. Histopathologische Untersuchungen entsprachen den sonographischen Befunden. Bei Vorliegen physiologischer Gefäßmuster korrelierte die räumliche Verteilung der Flussignale mit der Anordnung der Gefäßanschnitte im histopathologischen Präparat. Pathologische Gefäßmuster wie subkapsuläre Gefäße oder fokal fehlende Vaskularisation waren mit Nachweis von Nekrosen und randständiger Vaskularisation verbunden. Aberrierende Gefäße treten häufig bei sklerotischen Umbauten auf, während intranodale Gefäßverlagerungen auf tumorösen Kapseldurchbruch hinweisen. Dies bedeutet, dass als histopathologisches Korrelat für ein pathologisches Gefäßmuster morphologische Veränderungen, wie sie bei tumorös veränderten Lymphknoten häufig auftreten, nachweisbar sind (TSCHAMMLER et al. 1999). Andere Studien weisen daraufhin, dass die Farbdoppler Untersuchung von vergrößerten Lymphknoten keine akkurate Unterscheidung zwischen malignen und benignen Lymphknotenveränderungen zulässt (BENZEL et al. 1996).

Wie im Falle der Mammasonographie hat sich in den letzten Jahren der zusätzliche Einsatz von Echosignalverstärkern bei der Untersuchung mit Farbdoppler oder Power Doppler gezeigt. Mit Hilfe dieser Kontrastmittel können auch kleinste Gefäße sicher dargestellt werden und so ein typisches Gefäßmuster entzündlicher oder metastatisch veränderter Lymphknoten erkannt werden (SCHROEDER et al. 1998, MORITZ et al. 2000, RICKERT et al. 2000).

3.5 Sonographische Untersuchungen von Neoplasien und Lymphknoten in der Veterinärmedizin

Vergleichend zur Humanmedizin beschäftigten sich in der Veterinärmedizin sehr viel weniger Untersuchungen mit der Sonographie von Lymphknoten oder der Dignitätsbeurteilung von Tumoren, vor allem mit Untersuchungen im Farbdoppler oder Power Doppler.

Bereits 1990 stellten HAHN et al. in ihrer Studie fest, dass die sonographische Untersuchung von Hauttumoren zusätzliche, wertvolle Informationen erbringen kann. Sie unterzogen 26

Hunde mit subkutanen Neoplasien der klinischen, radiologischen, computertomographischen und sonographischen Untersuchung. Sie stellten fest, dass mit Hilfe dieser Zusatzdiagnostik klinisch unentdeckte Tumoren oder infiltratives Gewebewachstum festgestellt werden konnte. Desweiteren fanden sie heraus, dass die klinische Untersuchung die exakte Größe der Neoplasie oft unterschätzte.

Untersuchungen von *Mammatumoren* bei der Hündin auf Form, Größe, Echogenität und die Beziehung zum umgebenden Gewebe ergaben, dass neun der elf malignen Neoplasien unregelmäßige Oberflächenbegrenzungen aufwiesen. Zusätzlich zeigten sie unregelmäßige Formen. Bei allen elf malignen Mammatumoren konnte im Sonogramm eine inhomogene Echotextur nachgewiesen werden. Sieben dieser Tumoren zeigten dorsale Schallschatten, drei distale Schallverstärkung. Im Gegensatz hierzu wiesen sieben von acht benignen Mammatumoren regelmäßige Oberflächenbegrenzungen auf und zeigten annähernd ovale Formen. Alle acht benignen Tumoren waren gleichmäßig homogen und zeigten distale Schallverstärkung, sieben wiesen laterale Schallschatten auf. Während sechs der elf bösartigen Zubildungen invasiv wuchsen, schienen alle gutartigen Neubildungen nichtinvasiv zu sein (GONZALEZ DE BULNES et al. 1998).

WEHREND et al. (2001) untersuchten ebenfalls sonographisch (B-Mode) 77 Mammatumoren der Hündin. Ihre Kriterien waren Form, Gewebebeziehung, Schallabschwächung, Echogehalt, Echomuster und Schallverstärkung. Hierbei zeigte sich, dass etwa 90 % der malignen und benignen Neoplasien mindestens drei entsprechende Merkmale aufwiesen, anhand derer die Dignitätseinteilung erfolgte. Histologisch malignitätsverdächtige Mammatumoren zeigten sonographisch intermediäre Verteilungen der Kriterien. Aufgrund dieser Ergebnisse schien die präoperative Mammatumorensonographie ein wertvolles Diagnostikum zu sein, dass bei Überprüfung mehrerer Kriterien eine 90 %ige Sicherheit bei der Dignitätsbeurteilung ermöglichte.

JOHNSTON et al. (1991) sonographierten 16 Hunde mit 19 *Hodentumoren* im B-Mode und dokumentierten die Ergebnisse: Die Echotextur von Sertolizelltumoren war sehr variabel ohne einheitliches Muster. Die untersuchten vier Seminome unter 3 cm im Durchmesser erschienen hypoechogen, während die größeren Tumoren eine inhomogene Echotextur zeigten. Auch andere Hodentumorarten erschienen ab einer Größe von mehr als 5 cm inhomogen. Die Dignitätsbeurteilung oder die Zuordnung der Tumorart war anhand des sonographischen Erscheinungsbildes nicht möglich.

Untersuchungen der *Schilddrüse* bei der Katze (REESE et al. 2001) beschreiben das Schilddrüsenkarzinom als ausgesprochen inhomogen mit peripher meist echoreicheren Zonen.

Zentral zeigte das Sonogramm vermehrt echoärmere Anteile. Größere Karzinome wiesen zusätzlich zentral echolose, zystische Bereiche auf. Vor allem in der Peripherie konnte deutlich vermehrte Vaskularität dargestellt werden. Obwohl diese sonographischen Merkmale keine sichere Dignitätseinteilung zulassen, ist das Vorhandensein gewisser Eigenschaften wie großer Durchmesser, höckrige Oberfläche, Inhomogenität sowie der Grad der Vaskularisation mit hoher Wahrscheinlichkeit zutreffend für das Vorliegen maligner Tumoren.

POULSEN NAUTRUP et al. (1996) beschreiben Knoten der Schilddrüse als echoreich mit echoarmem Randsaum, echoarm mit glatter Begrenzung oder echoarm mit unregelmäßiger Begrenzung. Bei der Untersuchung des Durchblutungsmodus fällt die oft verstärkte Durchblutungsneigung des Organs durch die Neubildung von Gefäßen auf. Die eindeutige Aussage zur Dignität ist anhand des Ultraschallbildes aber nicht möglich, wenngleich bestimmte Anzeichen (schlechte Abgrenzbarkeit, kapselüberschreitendes Tumorwachstum) eher auf Malignität hindeuten können.

WISNER et al. (1994) unterzogen 20 Patienten mit Zubildungen im *Halsbereich* der Sonographie. Sieben Tiere wiesen Schilddrüsenkarzinome auf, die zum Zeitpunkt der Untersuchungen bereits sehr groß waren. Das Sonogramm zeigte bei allen eine inhomogene Grundstruktur. Vier Karzinome waren gut abgegrenzt, bei einem Schilddrüsenkarzinom konnte nicht an allen Stellen die exakte Begrenzung dargestellt werden. Bei einem Patient war die Abgrenzung des Tumors nicht möglich. Alle Karzinome stellten sich reflexärmer als ihre Umgebung dar und zeigten keine distale Schallverstärkung. Das Sonogramm einer Zubildung zeigte zahlreiche echoreiche Gebilde. Multiple, irreguläre Gefäße wurden bei einem Patienten festgestellt. Im Falle eines Hundes mit nachgewiesenem Chemodectom konnte sonographisch eine große, gelappte, reflexarme gewebige Masse dargestellt werden. Intratumoral und im tumorumgebenden Gewebe verliefen multiple kleine Gefäße. Ein Patient mit Leiomyosarkom wies ein inhomogenes, gut abgekapseltes Gebilde auf.

Im Falle der benignen Zubildungen wies ein Patient ein Fremdkörpergranulom auf, welches im Sonogramm als unregelmäßig begrenztes, inhomogenes Gebilde erschien. Die Zubildung eines weiteren Patienten entstand nach Punktion der V. jugularis. Sie erreichte 4-5 cm im Durchmesser, war geringgradig reflexreich mit guter Randbegrenzung. Das sonographische Bild entsprach dem des Hämatoms.

Drei Patienten wiesen entzündlich vergrößerte Lymphknoten auf. Sie stellten sich vergrößert, rund bis oval, gut abgegrenzt und reflexarm dar. Die Größe variierte von 0,5-3,5 cm im Durchmesser. Drei Hunde mit Lymphomen zeigten geringgradig inhomogene, reflexarme Lymphknoten. Die Abgrenzbarkeit zum umgebenden Gewebe war ziemlich gut bis sehr gut.

Die Größe variierte bis 3 x 5,25 cm. Die Form war rund bis oval. In einigen Fällen fiel distale Schallverstärkung auf. Bei drei Patienten mit Kopf-Hals-Tumoren waren im Sonogramm gut abgegrenzte, bis 3 cm große, reflexarme runde bis ovale Lymphknoten zu sehen. Durch eine reflexreiche Randzone waren sie gut vom umgebenden Gewebe abgrenzbar.

Zusammenfassend kamen die Autoren zu dem Ergebnis, dass durch das oft ähnliche Aussehen maligner und benigner Tumoren im Halsbereich die Dignitätseinschätzung anhand des sonographischen Erscheinungsbildes meist nicht gelingt. Im Falle von malignen Tumoren der Schilddrüse deuten bestimmte sonographische Merkmale auf das Vorliegen von Karzinomen hin. Gleichwohl ist die Sonographie ein wichtiges Hilfsmittel zur Beurteilung der Struktur der Zubildung, ihrer Beziehung zum umgebenden Gewebe und die Darstellung eventuell befallener Lymphknoten. Die Differenzierung zwischen benignen und malignen Lymphknotenveränderungen war anhand des sonographischen Erscheinungsbildes und der Größenverhältnisse der Lymphknoten nicht sicher möglich.

PUGH (1994) beschreibt physiologische abdominelle Lymphknoten als schwer identifizierbar, da sie in der Regel dieselbe Echogenität wie das umgebende Gewebe aufweisen. Vergrößerte Lymphknoten, ob entzündlich oder metastatisch verändert, werden reflexärmer und sind dadurch besser darstellbar.

Bei lymphatischen Leukosen zeigt das Sonogramm der tiefen Halslymphknoten annähernd runde bis ovale, echoarme, gut abgegrenzte Strukturen. Die Unterscheidung zu physiologischen Lymphknoten kann nur über die Größe erfolgen (POULSON NAUTRUP et al. 1996). Sie beschreiben physiologische abdominelle Lymphknoten als kaum erkennbar aufgrund der identischen Echogenität wie ihr umgebendes Gewebe. Sie sind rund bis langgestreckt, homogen echoarm bis mittelgradig echogen. Eventuell läßt sich ein echoreiches Zentrum darstellen. Entzündlich veränderte Lymphknoten weisen eine Zunahme der Größe auf, bleiben in der Regel aber homogen reflexarm. Sie sind gut abgegrenzt. Bei abszedierenden Lymphknoten fällt das inhomogene Echomuster mit echolosen Arealen auf. Ähnlich den entzündlich veränderten stellen sich metastatisch befallene Lymphknoten dar. Die sonographische Unterscheidung ist nicht sicher möglich, aber eine unregelmäßige Begrenzung, die sonographisch erkennbar ist, legt den Verdacht der Metastase nahe.

HOMCO (1996) erwähnte ebenfalls das oft isoechogene Aussehen des physiologischen abdominalen Lymphknoten, verglichen mit seiner Umgebung. Meist erschienen sie spindelförmig-ovoid. Oberflächliche Lymphknoten waren ebenfalls oval, homogen und reflexärmer als ihre Umgebung. Im Falle der entzündlichen Veränderung oder des metastatischen Befalls vergrößerten sich Lymphknoten. Gleichzeitig wurden sie deutlich

reflexärmer. Reflexreiche und reflexarme Zonen konnten sowohl bei entzündlichen als auch bei metastatischen Veränderungen gesehen werden. Obwohl die Unterscheidung hinsichtlich der Dignität nicht sicher möglich war, gab es Verdachtsmerkmale: Metastasen wurden größer, waren runder und traten oft zahlreicher auf. Zusätzlich erschienen sie deutlich reflexärmer als entzündlich veränderte Lymphknoten.

Lymphome erschienen reflexarm bis nahezu reflexlos und zeigten oft distale Schallverstärkung.

4 Eigene Untersuchungen

Ziel und Aufgabenstellung dieser Arbeit war die Untersuchung kutaner Neoplasien mit Anamnese, Klinik, Sonographie und anschließender histologischer bzw. zytologischer Abklärung. Dadurch sollte eine Aussage zur Wertigkeit der Sonographie als Diagnoseverfahren bei Zubildungen der Haut getroffen werden. Die Untersuchungen wurden an lebenden Tieren durchgeführt, da der Durchblutungsmodus bei der Beurteilung der jeweiligen Neoplasie mit berücksichtigt wurde.

4.1 Material und Methoden

4.1.1 Gerätebeschreibung

Für die in dieser Arbeit durchgeführten sonographischen Untersuchungen wurden das Ultraschalldiagnostikgerät Powervision 8000, SSA-390A, sowie das Ultraschalldiagnostikgerät SSA-340A Power Vision (beide Firma Toshiba) verwendet. Beide Maschinen arbeiten im Real Time Verfahren. Sowohl Linear-, Konvex-, als auch Sektorschallköpfe können angeschlossen werden.

4.1.1.1 Schallköpfe

a) Power Vision 8000

Linearschallkopf: 10,0-15,0 MHz, Linear Array PLN-1204AT, elektronische Abtastung, Eindringtiefe 2-24 cm, Ankopplungsfläche 49x12 mm.

Linearschallkopf: 6,0-12,0 MHz, Linear Array PLN-805AT, elektronische Abtastung, Eindringtiefe 2-24 cm, Ankopplungsfläche 67x13 mm.

Konvexschallkopf: 3,0-6,0 MHz, Curved Array PVN-375AT, elektronische Abtastung, Eindringtiefe 2-23,2 cm, Ankopplungsfläche ca. 71x19 mm.

b) Power Vision SSA-340A

Linearschallkopf: 6,0-11,0 MHz, Linear Array, PLK-805AT, elektronische Abtastung, Eindringtiefe 4-24 cm, Ankopplungsfläche 66x13 mm.

Konvexschallkopf: 2,5-3,7 MHz, Curved Array, PVK-357AT, elektronische Abtastung, Eindringtiefe 4-23,5 cm, Ankopplungsfläche ca. 82x21 mm.

4.1.1.2 Bildeinstellung

Die sonographischen Untersuchungen der zum Teil sehr kleinen Untersuchungsobjekte erfolgten im Small Parts Programm.

4.1.1.2.1 Dynamikbereich

Mit dem Dynamikbereich wird festgelegt, welche Echointensität im sonographischen Bild dargestellt wird. Je größer der Dynamikbereich, desto größer der Anteil der abgebildeten, sehr starken und schwachen Echos. Das Einstellen eines sehr kleinen Dynamikbereiches kann zum Verlust von Echos in oberen und niedrigen Grenzbereichen führen. Je geringer der Dynamikbereich gewählt wird, desto größer der Schwarz-Weißkontrast im Bild. Für die vorliegenden Untersuchungen wurde ein Dynamikbereich von 75-80 dB gewählt.

4.1.1.2.2 Gesamtverstärkung

Die Gesamtverstärkung setzt sich aus der Grundverstärkung und der tiefenabhängigen Verstärkung zusammen. Die Grundverstärkung lässt sich über einen Drehregler einstellen. Die tiefenabhängige Verstärkung wird über Schieberegler (Power Vision 8000 11 Regler, Power Vision SSA-340A 11 Regler) eingestellt. Jeder Regler ist hierbei einer bestimmten Bildtiefe zugeordnet.

4.1.1.3 Bildwiedergabe

Bei den durchgeführten Untersuchungen wurde die zweidimensionale Darstellung im B-Mode, Farbdoppler und Power Angio Mode verwendet.

4.1.1.3.1 Fokuszon

Die Fokuszone ist der Bereich im Ultraschallbild, in dem die Auflösung am höchsten ist. Bei den verwendeten Schallköpfen können einzelne Fokuszon verschoben und mehrere Fokuszon nebeneinander verwendet werden. Dadurch reduziert sich jedoch die Bildwiederholungsrate. Der Fokusbereich wurde immer auf das zu untersuchende Objekt eingestellt.

4.1.1.3.2 Beschriftung

Die Patientendaten (Rasse, Alter, Geschlecht, Name, laufende Ultraschallnummer) werden im linken oberen Bildrand wiedergegeben. Am rechten oberen Bildrand werden Datum und

Zeitpunkt der Untersuchung erfasst. Die individuelle Beschriftung des Ultraschallbildes erfolgt über die Beschriftungstaste sowie dem Trackball, mit dessen Hilfe die Beschriftung in allen Bereichen des Ultraschallbildes durchgeführt werden kann.

4.1.1.3.3 Distanzmessung

Mit Hilfe zweier Cursorpaare kann eine zweidimensionale Vermessung dargestellter Objekte oder die Vermessung von Distanzen durchgeführt werden. Das Einstellen der Cursor erfolgt mit dem Trackball und der Set-Taste.

4.1.1.3.4 Monitor

Die Bildwiedergabe erfolgt über einen hochauflösenden 15 Zoll Farbmonitor.

4.1.1.4 Dokumentation

Die Dokumentation der Ultraschallbilder wurde digital über die in das Ultraschallgerät eingebaute Workstation (Powerview Model UIDM-400A) durchgeführt. Diese ist direkt mit dem sonographischen Bild vernetzt und arbeitet mit dem Betriebssystem Windows NT 4.0. Die gespeicherten Bilder werden zunächst auf der Festplatte des Computers mit einer Auflösung von 640 mal 480 Bildpunkten im Dicom-Format abgelegt. Anschließend werden sie über die Dicom-Schnittstelle in die Client-Server-Datenbank transferiert. Über die Software Sonowin ist der Zugriff auf alle Untersuchungsdaten möglich.

4.1.2 Patientenauswahl

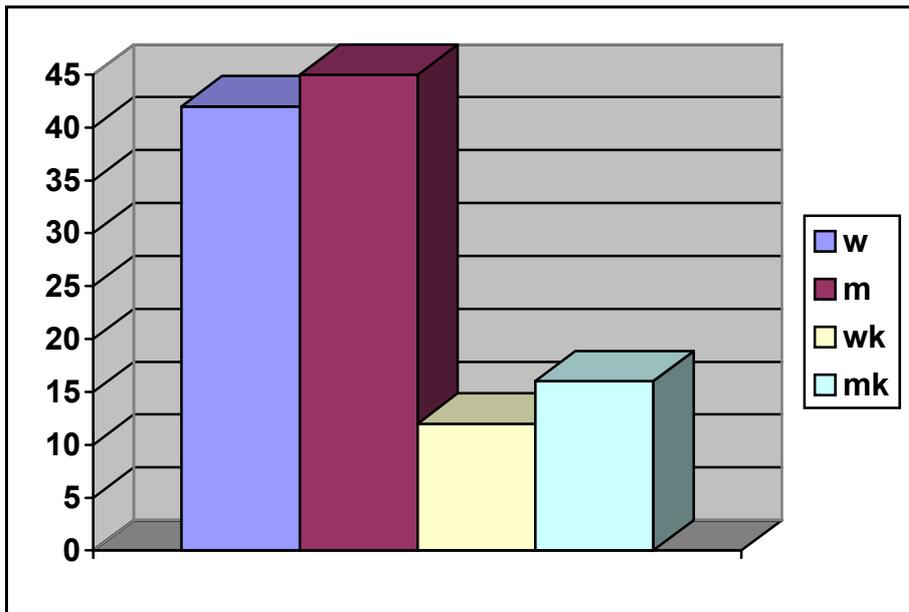
Alle untersuchten Patienten stammen aus dem Patientengut der Chirurgischen Veterinärklinik, Kleintierchirurgie, der Justus-Liebig-Universität Giessen. Vorberichtlich wiesen diese Tiere (Katzen und Hunde) oberflächliche Zubildungen jeglicher Art und Größe bzw. vergrößerte periphere Lymphknoten auf.

In die Untersuchungen einbezogen wurden insgesamt 115 Patienten aus den Jahren 1999-2001. Tabelle 4 zeigt die Rassenverteilung der untersuchten Patienten.

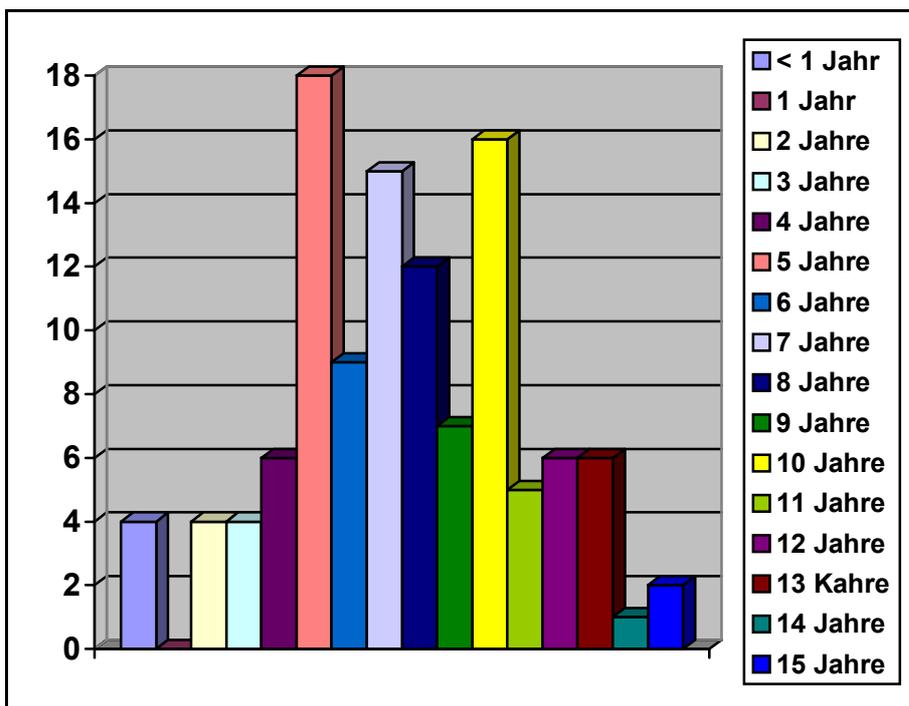
Rasse	Anzahl	Rasse	Anzahl
DSH/-Mix	12	Pointer	1
Berner Sennenhund/- Mix	8	Border Collie	1
Europ. Kurzhaarkatze	7	Hannoveraner Schweißhund	1
Labrador/-Mix	7	Deutsche Wachtel	1
Rottweiler/-Mix	6	Bobtail-Mix	1
Dobermann	6	Bouvier	1
Dackel/-Mix	5	Cairn Terrier	1
Gordon Setter	5	Appenzeller-Mix	1
Golden Retriever	5	Königspudel	1
Irish Setter/-Mix	5	Großer-Schweizer- Sennenhund	1
Mittelschnauzer	4	Airedale Terrier	1
Cocker Spaniel	4	Fila Brasileiro	1
Bullterrier	4	Bracke	1
Zwergschnauzer	3	Wolfspitz	1
Beagle/-Mix	3	Norwegische Waldkatze	1
Hovawart	3	Weimaraner	1
Terrier-Mix	2	Bearded Collie-Mix	1
Yorkshire Terrier	2	Pyrenäenberghund	1
West-Highland- Terrier	2	Sheltie	1
Riesenschnauzer	2	Deutsch Kurzhaar	1

Tabelle 4: Rassenverteilung der sonographierten Patienten (n=115)

Die untersuchten Tiere waren im Alter von 8 Monaten bis 15 Jahre und sowohl männlich, weiblich, männlich-kastriert als auch weiblich-kastriert. Die Graphiken 1 und 2 zeigen die Geschlechts- und Altersverteilung der sonographierten Tiere.



Graphik 1: Geschlechterverteilung der untersuchten Patienten (n=115)



Graphik 2: Altersverteilung der untersuchten Patienten (n=115)

Das Durchschnittsalter der untersuchten Patienten lag bei 7,51 Jahren. Das Verhältnis weiblicher zu männlichen Tieren war 46,96 % : 53,04 %.

4.1.3 Vorbereitung des Patienten

4.1.3.1 Anästhesie

Die sonographischen Untersuchungen erfolgen präoperativ unter Allgemeinnarkose, um den störungsfreien Verlauf der Untersuchung ohne starkes Hecheln, Abwehrbewegungen etc. und den damit verbundenen Artefakten zu gewährleisten. Bei ausschließlich aspirationszytologischer Untersuchung der Zubildung werden die sonographischen Untersuchungen auch am wachen Tier durchgeführt. Voraussetzung hierfür ist das kooperative Verhalten des Patienten.

4.1.3.2 Lagerung des Patienten

Der Patient wird je nach Lokalisation des Tumors so gelagert, dass dieser für die sonographische Untersuchung leicht zugänglich ist. Das korrekte, senkrechte Aufsetzen des Ultraschallkopfes muß gewährleistet sein.

4.1.3.3 Scheren

Im Bereich der Zubildung erfolgt das großzügige Scheren, so dass auch der Übergang von Tumorgewebe in gesundes Gewebe einzusehen und beurteilbar ist. Das Scheren ist notwendig, da sonst durch vorhandene Haare und sich darin ansammelnde Luft die Ankopplung erschwert wird und Artefakte entstehen können. Desweiteren erfolgt durch das Entfernen der Haare das schnellere Einziehen des verwendeten Ultraschallgels in die Haarbälge. Dies ermöglicht ein besseres Bild.

4.1.3.4 Ankopplung und Ankopplungsmedien

Um auswertbare Ultraschallbilder zu erhalten, sollte der Schallkopf auf seiner gesamten Länge guten Kontakt mit der Haut aufweisen. Luft, die sich zwischen dem Schallkopf und der Hautoberfläche befindet, führt zu Artefakten und damit zur Verschlechterung des Bildes. Als Ankopplungsmedium können Ultraschallkontaktgel, aber auch andere Flüssigkeiten wie zum Beispiel Alkohol verwendet werden. Für die Untersuchungen im Rahmen dieser Arbeit wurden entweder handelsübliches Ultraschallgel (Sonogel®) sowie präoperativ 90 % Alkohol verwendet. Diese Ankopplungsmedien ermöglichen ein widerstandsloses Gleiten des Schallkopfes auf der Haut. Je nach Hautbeschaffenheit (Hautdicke, Krusten etc.) sollten Gel oder Flüssigkeit eine Zeitlang vor der Untersuchung in die Haut einziehen können. Erst dann wird ein ausreichend gutes Bild für die Beurteilung der Tumoren erzielt.

4.1.4 Sonographischer Untersuchungsgang

4.1.4.1 B-Mode

Dokumentiert werden die Größe der Zubildung durch Ausmessung des Längen- und Querdurchmessers sowie der Tiefenausdehnung. Alle Größenangaben werden in Zentimeter bzw. Millimeter aufgeführt.

Die Form (rund, oval, höckrig etc.) der betreffenden Neoplasie wird bestimmt. Anschließend wird die Abgrenzbarkeit zum umgebenden Gewebe untersucht. Auffälligkeiten wie unregelmäßige Randbegrenzung, Kapselbildung, infiltratives Wachstum etc. werden erfasst und dokumentiert.

Wichtiges Kriterium bei der Untersuchung aller Zubildungen sind Echotextur und Reflexmuster. Jede Neoplasie wird auf ihre Grundtextur (homogen-inhomogen), Echogenität (reflexreich-reflexarm) und evtl. vorhandene Strukturen (Gefäße, Septen, Verkalkungen etc.) untersucht.

Abschließend erfolgt die Prüfung auf Vorhandensein des lateralen Schallschattens oder der distalen Schallverstärkung.

4.1.4.2 Farbdopplerverfahren

Mit Hilfe des Farbdopplers werden alle Zubildungen hinsichtlich ihres Durchblutungsmodus untersucht. Das gesamte Tumorgewebe wird im Längs- und im Querschnitt abschnittsweise sonographiert. Zunächst erfolgt die Einteilung in geringgradige, mittelgradige oder hochgradige Durchblutung, abhängig von der Anzahl der intratumoralen Gefäße. Hierfür werden je nach Größe des zu untersuchenden Tumors 1-3 1 x 1 cm große, repräsentative Felder ausgewählt und die erfassten Farbpixel ausgezählt. Eine eventuelle Häufung der Gefäße im Randbereich, zentral oder die eher diffuse Gefäßverteilung werden dokumentiert. Desweiteren wird die Dicke der vorhandenen Gefäße vermessen. Auch Besonderheiten wie ein torquierter Verlauf der Gefäße, Durchbruch durch die Tumorkapsel oder vermehrte Aufzweigung einzelner Gefäße werden in die Untersuchungen miteinbezogen.

4.1.4.3 Power Angio Mode (Power Doppler)

Wie schon unter 4.1.4.2 aufgeführt, werden hier alle Zubildungen auf spezifische Durchblutungsmerkmale untersucht. Es erfolgt die Einteilung in geringgradig, mittelgradig und hochgradig durchblutete Neoplasien sowie die Untersuchung auf periphere, zentrale oder

diffuse Durchblutung. Einzelne Gefäße werden ihrer Größe nach dokumentiert. Desweiteren werden auch hier Besonderheiten im Gefäßverlauf festgehalten.

4.1.5 Chirurgische Exstirpation oder Biopsie/Zytologie

Anschließend an die sonographische Untersuchung erfolgt je nach Art der Neoplasie die chirurgische Entfernung oder die Probenentnahme in Form von Feinnadelbiopsien bzw. Aspirationszytologien. Bei allen Verfahren werden Besonderheiten wie starke Blutungen, Gefäßneubildung und Gefäßarchitektur, Gewebestrukturen, Kapsel etc. festgehalten. Vor allem auf das Verhalten des Tumors zum umgebenden Gewebe (invasives Wachstum, Verklebungen, Einbruch in Gefäße) wird geachtet.

4.1.6 Makroskopischer Befund

Jede chirurgisch entfernte Zubildung wird auf makroskopische Besonderheiten wie Kapsel, Färbung, Gewebestrukturen, Verkalkungen, Einschmelzungen sowie Flüssigkeitsansammlungen untersucht. Es erfolgt die makroskopische Beurteilung des Tumors als Ganzes sowie im Anschnitt. Besonderheiten werden dokumentiert und photographiert.

4.1.7 Pathohistologische bzw. zytologische Untersuchung

Die entnommenen Proben bzw. operativ entfernten Zubildungen werden im Institut für Veterinärpathologie der Justus Liebig Universität pathologisch-histologisch bzw. zytologisch untersucht. Aufgrund dieser Untersuchungen ist die Einteilung in maligne oder benigne kutane Neoplasie sowie die genaue gewebliche Bestimmung möglich. Diese werden mit den zuvor erhobenen sonographischen Ergebnissen verglichen und auf Übereinstimmungen untersucht.

4.2 Untersuchung maligner und benigner Neoplasien

4.2.1 Allgemeines

115 Zubildungen der unterschiedlichsten Ätiologie wurden im Rahmen dieser Doktorarbeit untersucht. Tabelle 5 zeigt die verschiedenen Tumorarten auf.

Benigne kutane Zubildungen	Anzahl	Maligne kutane Zubildungen	Anzahl
Lipom	12	Lymphknotenmetastasen	12
Abszeß	11	Fibrosarkom	11
Lymphadenitis	6	Mastzelltumor	8
Histiozytom	5	Adenokarzinom	4
Epitheliom/Pilomatrixom	5	Hämangiosarkom	3
Infiltratives Lipom	4	Plattenepithelkarzinom	3
Pyogranulomatöse Entzündung	4	Schilddrüsenkarzinom	3
Meliceris	3	Malignes Blastom	2
Adenom	3	Maligne Histiozytose	2
Zystisches Trichoepitheliom	2	Hämangioperizytom	1
Dermoidzyste	2	Liposarkom	1
Calcinosis cutis circumscripta	2	Osteosarkom	1
Benigner Mischtumor	1	Undifferenziertes Karzinom	1
Schweißdrüsenmischttumor	1	Malignes Melanom	1
Leiomyom	1		
Insgesamt	62	Insgesamt	53

Tabelle 5: Untersuchte benigne bzw. maligne Zubildungen (n=115)

4.3 Merkmale benigner kutaner Zubildungen

4.3.1 Allgemeines

Unter dem Oberbegriff „benigne Neoplasie“ werden nachfolgend die Untersuchungsergebnisse gutartiger Hauttumoren, entzündlicher Veränderungen und Speicheldrüsenzysten beschrieben.

Im zweiten Abschnitt werden die Untersuchungsergebnisse maligner, oberflächlicher Veränderungen sowie die der untersuchten vergrößerten Lymphknoten aufgeführt.

Insgesamt wurden 62 Zubildungen benigner Genese untersucht, davon elf Abszesse, vier pyogranulomatöse Entzündungen, drei Meliceris, sechs entzündlich veränderte Lymphknoten und 38 benigne Hauttumoren.

4.3.2 Leiomyom

Im Verlauf der ca. 2,5 Jahre wurde ein Leiomyom untersucht.

1) Langhaardackel, weiblich, 12 Jahre.

Die Zubildung ist im *B-Mode* 4 x 3,3 x 4 cm groß und oval. Sie ist durch einen 1 mm breiten, reflexreichen Randsaum vom umgebenden Gewebe gut abzugrenzen. Das Gewebe ist mittelgradig inhomogen, von mittlerer bis reflexarmer Echogenität mit multiplen, nahezu reflexlosen, unregelmäßigen Arealen bis 2,3 x 0,9 cm Größe. Es lässt sich deutliche distale Schallverstärkung darstellen.

Sowohl im *Farbdoppler* als auch im *Power Doppler* weist der Tumor nur geringgradige Durchblutung auf, einzelne Gefäße (bis 2,5 mm) liegen im Randbereich bzw. im peripheren Gewebe. Vereinzelt ziehen Gefäße vom Kapselbereich in die Peripherie.

OP-Befund: Die Zubildung ist mit dem umgebenden Gewebe verklebt und an manchen Stellen nur schlecht abgrenzbar. Sie kann nicht *in toto* entfernt werden. Bei der chirurgischen Exstirpation treten geringgradige Blutungen auf.

Makroskopische Untersuchung: Das Tumorgewebe erscheint im Anschnitt geringgradig inhomogen, weißlich-sulzig.

4.3.3 Lipom

Der in unseren Untersuchungen am häufigsten vertretene benigne Hauttumor war das Lipom mit insgesamt zwölf vorgestellten Zubildungen unterschiedlichster Größe. Aufgrund des identischen Erscheinungsbildes der Lipome sollen die Ergebnisse der untersuchten Lipome zur besseren Übersicht tabellarisch (Tabelle 6 a-c) aufgelistet werden.

Rasse	Labrador-Mix w, 5 J.	Bobtail-Mix m, 14 J.	Cocker Spaniel m, 10 J.	Dobermann mk, 10 J.
Größe (cm)	5,5x4,0x5,0	3,5x2,5x3,0	5,0x3,5x5,0	5,5x4,0x5,0
Form	oval	oval	oval	oval
Abgrenzbarkeit	gut, reflexreicher Randsaum	gut, reflexreicher Randsaum	gut, reflexreicher Randsaum	gut, reflexreicher Randsaum
Echomuster	homogen reflexarm mit reflexreichen Stippchen	homogen reflexarm mit reflexreichen Stippchen	homogen reflexarm mit reflexreichen Stippchen und Septen	homogen reflexarm mit reflexreichen Stippchen und Septen
Lat. SS	nein	nein	nein	nein
Dist. SV	nein	nein	nein	nein
Farbdoppler	ggr. Durchblutung, Gefäße <1mm Ø, peripher	ggr. Durchblutung, Gefäße <1mm Ø, peripher	ggr. Durchblutung, Gefäße <1mm Ø, diffus	ggr. Durchblutung, Gefäße <1mm Ø, diffus
Power Doppler	ggr. Durchblutung, Gefäße <1mm Ø, diffus	ggr. Durchblutung, Gefäße <1mm Ø, diffus	ggr. Durchblutung, Gefäße <1mm Ø, diffus	ggr. Durchblutung, Gefäße <1mm Ø, diffus
Makroskopisch	Kapsel, homogen fettiges Gewebe	Zytologie: Fettzellen	Kapsel, homogen fettiges Gewebe	Kapsel, homogen fettiges Gewebe

Tabelle 6a: Sonographische und makroskopische Ergebnisse von Patienten mit Lipomen (n=12)



Bild 1: Lipom, B-Mode

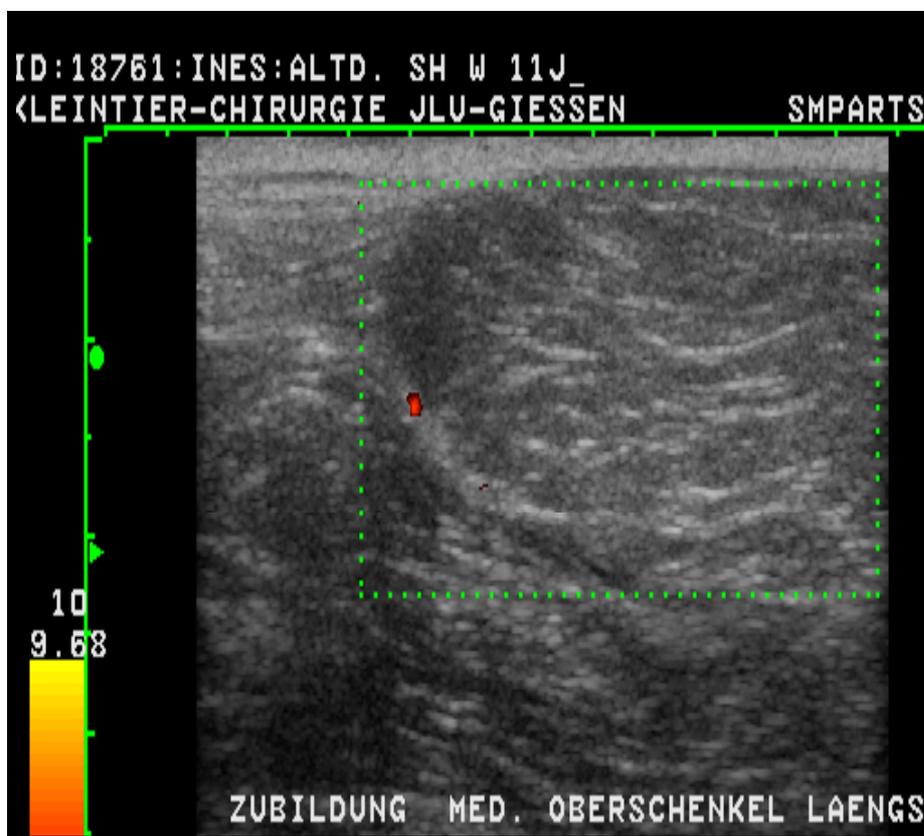


Bild 2: Lipom, Power Angio Mode

Rasse	DSH w, 12 J.	Golden Retriever w, 6 J.	Terrier-Mix mk, 5 J.	Dobermann mk, 5 J.
Größe (cm)	5,1x3,9x4,4	2x1x1,9	3,5x2x3	9x2,5x5,5
Form	oval	oval	oval	oval
Abgrenzbarkeit	gut, reflexreicher Randsaum	gut, reflexreicher Randsaum	gut, reflexreicher Randsaum	gut, reflexreicher Randsaum
Echomuster	homogen reflexarm, reflexreiche Stippchen und Septen	homogen reflexarm, reflexreiche Stippchen	homogen reflexarm, reflexreiche Stippchen	homogen reflexarm, reflexreiche Stippchen und Septen
Lateraler SS	nein	ja	nein	nein
Distale SV	ja	ja	nein	ja
Farbdoppler	ggr. Durchblu- tung, peripher, Gefäße bis 0,7 mm Ø	ggr. Durchblu- tung, peripher, Gefäße bis 1,5 mm Ø	ggr. Durchblu- tung, peripher, Gefäße bis 2 mm Ø	ggr. Durchblu- tung, diffus, Gefäße bis 1 mm Ø
Power Doppler	ggr. Durchblutung, peripher, Gefäße bis 0,7 mm Ø	ggr. Durchblutung, peripher, Gefäße bis 1,5 mm Ø	ggr. Durchblutung, peripher, Gefäße bis 2 mm Ø	ggr. Durchblutung, diffus, Gefäße bis 1 mm Ø
Makroskopisch	Kapsel, homogen fettiges Gewebe	Kapsel, homogen fettiges Gewebe	Kapsel, homogen fettiges Gewebe	Kapsel, homogen fettiges Gewebe

Tabelle 6b: Sonographische und makroskopische Ergebnisse von Patienten mit Lipomen
(n=12)

Rasse	Golden Retriever w, 12 J.	Rottweiler m, 10 J.	Cocker Spaniel w, 6 J.	Dobermann mk, 10 J.
Größe (cm)	8x3x8	8x6x8	4,4x1,3x3,5	2,1x0,5x2
Form	länglich	oval	spitz-oval	oval
Abgrenzbarkeit	gut, reflexreicher Randsaum	gut, reflexreicher Randsaum	gut, reflexreicher Randsaum	gut, reflexreicher Randsaum
Echomuster	homogen reflexarm, reflexreiche Stippchen und Septen	homogen reflexarm, reflexreiche Stippchen	homogen reflexarm, reflexreiche Stippchen und Septen	homogen reflexarm, reflexreiche Stippchen
Lat. SS	nein	nein	nein	nein
Dist. SV	nein	nein	ja	nein
Farbdoppler	ggr. Durchblutung, diffus, Gefäße bis 2 mm Ø	ggr. Durchblutung, diffus, Gefäße bis 1 mm Ø	ggr. Durchblutung, diffus, Gefäße bis 2 mm Ø	ggr. Durchblutung, peripher, Gefäße bis 1 mm Ø
Power Doppler	ggr. Durchblutung, diffus, Gefäße bis 2 mm Ø	ggr. Durchblutung, diffus, Gefäße bis 1 mm Ø	ggr. Durchblutung, diffus, Gefäße bis 2 mm Ø	ggr. Durchblutung, peripher, Gefäße bis 1 mm Ø
Makroskopisch	Biopsie: Fettzellen	Kapsel, homogen fettiges Gewebe	Kapsel, homogen fettiges Gewebe	Kapsel, homogen fettiges Gewebe

Tabelle 6c: Sonographische und makroskopische Ergebnisse von Patienten mit Lipomen
(n=12)

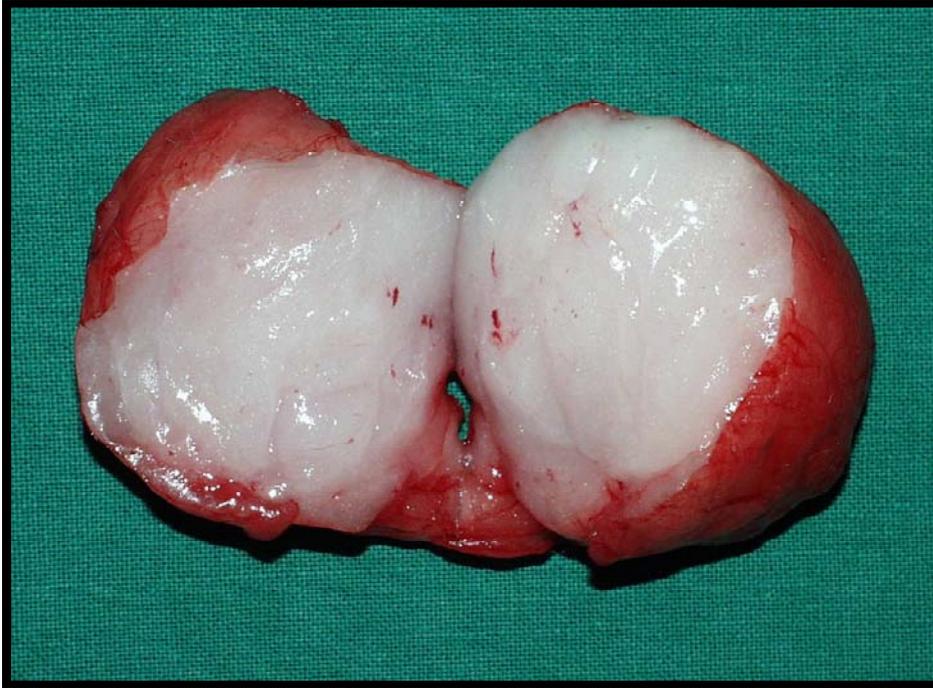


Bild 3: Lipom, Anschnitt

4.3.4 Infiltratives Lipom

Infiltrative Lipome wurden in vier Fällen sonographisch untersucht

1) Europäische Kurzhaarkatze, männlich-kastriert, 12 Jahre.

Im *B-Mode* ist die Neoplasie 3,9 x 1 x 1,5 cm groß. Sie ist von spitzer, länglicher Form. Das neoplastische Gewebe ist schlecht vom umgebenden Gewebe abgrenzbar und scheint in das gesunde Gewebe zu ziehen. Eine Randbegrenzung ist nicht darstellbar. Das Echomuster ist reflexarm, mittelgradig inhomogen mit reflexreichen Stippchen. Es lassen sich aber auch wolkig-reflexreiche Areale darstellen, vor allem im Randbereich. Das umgebende Gewebe erscheint auf einem Durchmesser von 8 mm sehr reflexreich. Distale Schallverstärkung ist darstellbar.

Im *Farbdoppler* sowie im *Power Doppler* zeigt sich ggr. Durchblutung mit vereinzelt Gefäßen bis 1 mm Durchmesser, vor allem im Randbereich und im peripheren Tumorgewebe.

Intraoperativ stellt sich die Zubildung als in die Muskulatur ziehendes Gebilde dar, welches nur schwer vom umgebenden Gewebe zu lösen ist. Es treten nur geringgradige Blutungen auf. Makroskopisch zeigt sich keine Kapsel, im Anschnitt weist der Tumor fettiges Gewebe auf.

2) Yorkshire Terrier, männlich, 10 Jahre.

Im *B-Mode* stellt sich die Zubildung 10 x 5 x 5,5 cm groß und von unregelmäßiger Form dar. Der Tumor ist nicht vom umgebenden Gewebe abgrenzbar, sondern zieht in das umgebende, gesunde Gewebe. Es ist keine Randbegrenzung darstellbar. Die Zubildung weist hochgradig inhomogene Strukturen auf mit diffusen reflexarmen Arealen, unregelmäßigen, homogenen, reflexreichen Bereichen bis 1 cm Größe, sowie reflexarme Areale mit reflexreichen Stippchen. Insgesamt ist die Zubildung sehr wolkig.

In der sonographischen Untersuchung mit *Farbdoppler* sind nur vereinzelt Gefäße bis 1 mm darstellbar, diffus verteilt. Insgesamt erweist sich die Neubildung geringgradig durchblutet.

Im *Power Doppler* ist ebenso die geringgradige Durchblutung mit einzelnen, diffus verteilten Gefäßen bis 1 mm Durchmesser nachweisbar.

Im operativen Eingriff zieht die Zubildung zwischen die einzelnen Muskelbäuche und lässt sich nur schlecht vom umgebenden Gewebe lösen. Dabei treten nur geringgradige Blutungen auf. Makroskopisch besitzt die Zubildung keine Kapsel, im Anschnitt weist sie fettiges, weiches Gewebe auf.

3) Labrador, weiblich, 5 Jahre.

Im *B-Mode* weist die Neoplasie eine Größe von 8,3 x 5,1 x 6,4 cm auf und ist von ovaler Gestalt. Sie ist nur teilweise gut vom umgebenden Gewebe abgrenzbar, ansonsten zeigt sie Ausläufer in die umgebende Muskulatur. Das Tumorgewebe zeigt wolkige, inhomogene Strukturen mit diffusen, unregelmäßig begrenzten Arealen, aber auch Bereiche von mittlerer Echogenität. Ebenso finden sich reflexarme Areale mit reflexreichen Stippchen. Diffus verteilt liegen reflexreiche Septen, die die Zubildung in einzelne Kompartimente unterteilen.

Sowohl im *Farbdoppler* als auch im *Power Doppler* zeigt der Tumor geringgradige Durchblutung mit vereinzelt Gefäßen von ca. 0,5 mm Durchmesser. Von ventral zieht ein Gefäß mit einem Durchmesser von 1 mm in das Tumorgewebe ein. Von kranial zieht ein ca. 1 mm großes Gefäß in die Zubildung.

Bei der chirurgischen Exstirpation zieht die Neoplasie zwischen die einzelnen Muskelbäuche und ist schlecht vom umgebenden Gewebe trennbar.

Makroskopisch ist keine Kapsel sichtbar. Im Anschnitt weist der Tumor fettiges Gewebe mit vereinzelt Septen auf.



Bild 4: Infiltratives Lipom, B-Mode

4) Irischer Setter, männlich, 8 Jahre.

Im *B-Mode* ist die Neoplasie mindestens 15 x 6 x 10 cm groß. Sie ist von unregelmäßiger Form und nicht vom gesunden Gewebe abgrenzbar. Einzelne Ausläufer ziehen in umgebendes Muskelgewebe ein. An einigen Stellen stellt sich die Zubildung reflexarm mit reflexreichen Stippchen dar. Andere Bereiche sind diffus inhomogen, reflexreicher oder reflexärmer.

Die Untersuchung im *Farbdoppler* und im *Power Doppler* zeigt sehr ggr. Durchblutung mit nur vereinzelt Gefäßdarstellungen bis ca. 0,5 mm Durchmesser.

Intraoperativ ist der Tumor fest mit dem umgebenden Gewebe verwachsen und verklebt und ist nur sehr schwer herauszulösen. Nur geringgradige Blutungen treten bei der Exstirpation auf.

Makroskopisch fehlt dem Tumor eine Kapsel, im Anschnitt zeigt sich fettiges Gewebe welches diffus in umgebende Muskulatur zieht.

4.3.5 Histiocytom

Bei fünf der untersuchten Neoplasien wurde histologisch ein Histiocytom diagnostiziert. Tabelle 7 gibt den Überblick über die Untersuchungsergebnisse.

Rasse	Rottweiler-Mix w, 3 J.	West Highland Terrier w, 9 Monate	Zwergschnauzer w, 4 J.	Zwergschnauzer w, 4 J.	Zwergschnauzer w, 4J.
Größe (cm)	1x1x1	1,2x0,8x1	0,8x0,9x0,9	0,8x0,7x0,8	0,9x0,7x1
Form	rund	oval	rund	rund	oval
Abgrenzbarkeit	gut	gut, reflexreicher Randsaum	gut, reflexarmer Randsaum	gut, reflexarmer Randsaum	gut, reflexarmer Randsaum
Echomuster	homogen, mgr. Echogenität	ggr. inhomogen, mittlere Echogenität, reflexarme Areale, reflexreiche Gebilde mit Schallschatten	homogen, mgr. Echogenität	homogen, mgr. Echogenität	homogen, mgr. Echogenität
Lat. SS	nein	nein	ja	ja	ja
Dist. SV	nein	ja	ja	nein	ja
Farbdoppler	ggr. Durchblutung, Gefäße bis 1mm Ø, peripher	ggr. Durchblutung Gefäße bis 1mm Ø, peripher	ggr. Durchblutung, 1 Gefäß (7mm Ø), peripher	keine Gefäße nachweisbar	keine Gefäße nachweisbar
Power Doppler	ggr. Durchblutung, Gefäße bis 1mm Ø peripher	ggr. Durchblutung Gefäße bis 1mm Ø, peripher	ggr. Durchblutung, 3 Gefäße bis 1mm Ø, peripher	keine Gefäße nachweisbar	ggr. Durchblutung, 1 Gefäß (1mm Ø), peripher
Makroskopisch	Kapsel, homogen weiches Gewebe	Kapsel, homogen weiches, Gewebe	Kapsel, homogen weiches Gewebe	Kapsel, homogen weiches Gewebe	Kapsel, homogen weiches Gewebe

Tabelle 7: Sonographische und makroskopische Ergebnisse von Patienten mit Histiocyto-
(n=5)

4.3.6 Zystisches Trichoepitheliom

Zwei Zubildungen dieser Tumorart wurden sonographiert.

1) Beagle, weiblich, 10 Jahre.

Der Tumor ist 2,5 x 0,9 x 2,2 cm groß und oval. Eine 1 mm breite, reflexreiche Randbegrenzung trennt das Tumorgewebe vom gesunden Gewebe. Das Tumorgewebe selbst ist homogen-geringgradig inhomogen, von mittlerer Echogenität mit diffus verteilten, reflexreichen Stippchen. Einzelne reflexreiche, ca. 1 mm große, unregelmäßig begrenzte Areale sind nachweisbar. Zusätzlich lassen sich vereinzelte reflexarme Areale gleicher Größe darstellen.

Sowohl laterale Schallschatten als auch distale Schallverstärkung sind im Sonogramm erkennbar.

Die Untersuchungen im *Farbdoppler* und im *Power Doppler* ergeben einen geringgradigen Durchblutungsmodus mit sehr vereinzelt, kleinen Gefäßen bis 0,5 mm Größe. Die Durchblutung ist nur im Kapselbereich erkennbar.

Die Zubildung lässt sich intraoperativ gut vom umgebenden Gewebe lösen. Dabei entstehen nur geringe Blutungen.

Der Tumor besitzt makroskopisch eine dünne Kapsel. Nach Anschnitt der Kapsel entleert sich bräunliches, dickcremiges Material mit Gewebefetzen.

2) Deutscher Schäferhund, weiblich-kastriert, 10 Jahre.

Im *B-Mode* stellt sich der Tumor als 0,7 x 0,4 x 0,6 cm großes, rundliches Gebilde dar. Durch die sehr schmale, reflexreiche Randbegrenzung (0,5 mm breit) lässt sich das Gewebe gut von den umgebenden Weichteilen abgrenzen. Die Echostruktur ist homogen gewebig, von mittlerer Echogenität mit vereinzelt, diffus verteilten reflexreicheren Bezirken. Sowohl laterale Schallschatten als auch distale Schallverstärkung sind darstellbar.

Im *Farbdoppler* und *Power Doppler* lassen sich nur vereinzelte Gefäße darstellen. Diese befinden sich vor allem im kaudalen Randbereich der Zubildung und sind 0,5 mm groß.

Durch rautenförmige Umschneidung wird die Zubildung entfernt, dabei treten nur kleine Blutungen auf.

Die Zubildung besitzt makroskopisch eine dünne Kapsel. Im Anschnitt zeigt sich homogen schwartig-sulziges Gewebe.

4.3.7 Dermoidzyste

Zwei Dermoidzysten wurden sonographisch untersucht.

1) Gordon Setter, weiblich, 3 Jahre.

In der sonographischen *Graubilduntersuchung* stellt sich die Zubildung als 2 x 1,2 x 2,1 cm großes, ovales Gebilde dar. Das Tumorgewebe ist gut abgrenzbar vom gesunden Gewebe. Die reflexreiche Randbegrenzung, ca. 0,5 mm breit, ist im Sonogramm erkennbar. Das Tumorgewebe stellt sich mittelgradig inhomogen mit zentral liegenden, reflexreicheren, gewebigen Anteilen dar, weist aber im Randbereich 2-3 reflexarme-lose Areale bis 1 x 0,5 cm Größe auf.

Intratumoral sind im *Farbdoppler* und im *Power Doppler* keine Gefäße nachweisbar.

In der anschließenden chirurgischen Exstirpation treten kaum Blutungen auf, die Zubildung lässt sich leicht vom umgebenden Gewebe trennen.

Makroskopisch weist die Zubildung eine sehr dünne Kapsel auf, nach Anschnitt entleert sich bräunliches Sekret.

2) Bouvier, männlich-kastriert, 6 Jahre.

Sonographisch ist der Tumor im *B-Mode* 3 x 2 x 2,5 cm groß. Die Form ist unregelmäßig oval. Das Tumorgewebe ist gut vom umgebenden Gewebe abgrenzbar, da deutlich reflexärmer. Es ist reflexarm mit diffus verteilten, reflexreichen Stippen und vereinzelt, unregelmäßig begrenzten, sehr reflexarmen Arealen (bis 1 mm Größe). Distale Schallverstärkung ist darstellbar.

Im *Farbdoppler* sowie im *Power Doppler* lassen sich nur wenige Gefäße darstellen. Intratumoral liegen 2 Gefäße mit einem Durchmesser von 0,5 mm, im Randbereich 2-3 Gefäße gleicher Größe.

Intraoperativ kann die Zubildung leicht vom umgebenden Gewebe entfernt werden.

Nach Anschnitt der exstirpierten Zubildung entleert sich braunes, krümeliges Sekret.

4.3.8 Epitheliom/Pilomatrixom

Es konnten fünf Hunde mit Epitheliomen bzw. Pilomatrixomen untersucht werden.

Tabelle 8 gibt einen Überblick über die Untersuchungsergebnisse.

Rasse	DSH-Mix w, 7J.	Irischer Setter w, 6 J:	Appenzeller- Mix m, 11 J.	DSH wk, 11 J.	Irischer Setter w, 7 J.
Größe (cm)	10x6x8	1x0,8x0,9	1,8x1,3x1,5	5,5x2,5x4	0,8x0,7x0,9
Form	oval	rundlich-oval	rundlich-oval	oval	rund
Abgrenzbarkeit	gut, reflexreicher Randsaum, umgebendes Gewebe auf 2 cm Ø reflexreich	gut, reflexreicher Randsaum	gut, reflexarmer Randsaum	schlecht, umgebendes Gewebe auf 1 cm Ø reflexreich	gut abgrenzbar
Echomuster	hgr. inhomogen, gewebige Randzone, zentral flüssigkeits- gefüllter Hohlraum	homogen, mgr. echogen, reflexloses Areal (2 mm)	mgr. inhomogen, mgr. echogen reflexreiche Gebilde mit Schallschatten, reflexarme Bezirke	mgr.-hgr. inhomogen, reflexarme und -reiche Anteile, zentral flüssigkeitsge- füllter Hohlraum, reflexreiches Gebilde mit dist. SS	homogen reflexarm
Lat. SS	nein	ja	nein	nein	nein
Dist. SV	ja	ja	ja	nein	ja
Farbdoppler	mgr.-hgr. Durchblutung, Gefäße bis 3 mm Ø, peripher	ggr. Durchblutung, 2 Gefäße bis 1 mm Ø, peripher	mgr. Durchblutung, Gefäße bis 1 mm Ø, peripher	mgr. Durchblutung, Gefäße bis 1 mm Ø, peripher	ggr. Durchblutung, Gefäße bis 0,5 mm Ø, peripher
Power Doppler	mgr.-hgr. Durchblutung, Gefäße bis 3 mm Ø, peripher	ggr. Durchblutung, 2 Gefäße bis 1 mm Ø, peripher	mgr. Durchblutung, Gefäße bis 1 mm Ø, peripher	mgr. Durchblutung, Gefäße bis 1 mm Ø, peripher	ggr. Durchblutung, Gefäße bis 0,5 mm Ø, peripher
Makrosko- pisch	Kapsel, bräunliche Flüssigkeit zentral	Kapsel, bräunlich, krümeliges Sekret	Kapsel, bräunlich, krümeliges Sekret	Biopsie unauffällig	Kapsel, bräunlich, krümeliges Sekret

Tabelle 8: Sonographische und makroskopische Ergebnisse von Patienten mit Epitheliomen/Pilomatrixomen (n=5)



Bild 5: Pilomatrixom, Farbdoppler

4.3.9 Calcinosis cutis circumscripta

Es wurden zwei Hunde mit dieser Erkrankung vorgestellt. Beide Patienten waren unter zehn Monate alt.

1) Deutscher Schäferhund, männlich, 9 Monate.

Im *B-Mode* ist der Tumor 3 x 3 x 3,1 cm groß und rund. Die Zubildung sitzt direkt an der Knochenoberfläche und ist nur schlecht vom umgebenden Gewebe abgrenzbar. Das Tumorgewebe ist mittel-hochgradig inhomogen mit unregelmäßigen Arealen von mittlerer Echogenität und diffus verteilten reflexreichen Stippchen. Dazwischen fallen unregelmäßig begrenzte, reflexarme Bereiche auf. Innerhalb der Neoplasie befinden sich multiple reflexreiche Gebilde bis 5 mm Größe mit distalem Schallschatten.

Die *Farbdoppler* Untersuchungen weisen nur geringgradige Durchblutung nach. Zentral und peripher sind weniger als 5 Gefäße bis 2 mm Durchmesser erkennbar.

Auch im *Power Doppler* zeigt sich die geringgradige Durchblutungstendenz. Weniger als fünf Gefäße (bis 2 mm Größe) sind zentral und peripher darstellbar.

Intraoperativ lässt sich die Zubildung rautenförmig entfernen, es treten kaum Blutungen auf.

Makroskopisch weist die Zubildung derbe Konsistenz auf. Im Anschnitt quillt weisslich-dickflüssiges Material hervor. Im Zentrum liegen hart-derbe, gewebige Anteile. Das Tumorgewebe ist gekammert, fast wabenartig.

2) Patient: Deutscher Schäferhund, männlich, 6 Monate.

Die sonographische Untersuchung (*B-Mode*) zeigt einen 4,4 x 2,2 x 2,8 cm großen, ovalen Tumor. Das neoplastische Gewebe lässt sich nur schwer vom gesunden Gewebe abgrenzen. Nur an manchen Stellen ist durch den ca. 0,5 mm breiten, reflexarmen Randsaum eine Unterscheidung zwischen Tumor und gesundem Gewebe möglich. Das Tumorgewebe selbst ist mittel-hochgradig inhomogen und weist unregelmäßige Areale von mittlerer Echogenität auf. Zusätzlich lassen sich reflexarme bis -lose Areale bis 9 mm Größe darstellen. Diffus verteilt liegen multiple reflexreiche Gebilde bis 1 cm Größe mit distalem Schallschatten. Die distale Schallverstärkung lässt sich nur teilweise darstellen.

Die Untersuchung im *Farbdoppler* lässt geringgradige Durchblutung erkennen. Mehrere kleine Gefäße (ca. 0,5 mm) liegen diffus verteilt vor. Von kranial zieht ein 1,5-2 mm großes Gefäß in die Neoplasie ein.

Im *Power Doppler* zeigt sich geringgradige Durchblutung. Mehrere kleine Gefäße (ca. 0,5 mm) liegen diffus im neoplastischen Gewebe vor. Von kranial zieht ein 1,5-2 mm großes Gefäß ein.

Der Tumor wird durch chirurgische Exstirpation entfernt. Dabei treten geringgradige Blutungen auf. Mehrere Gefäße ziehen zentral in die Zubildung ein. Ventral weist die Zubildung eine oberflächliche, strangförmige Ausziehung auf.

Im Anschnitt zeigt sich inhomogenes Gewebe mit multiplen Verkalkungsarealen.

4.3.10 Adenom

Es wurden drei Patienten sonographisch untersucht.

1) Airedale Terrier, männlich, 13 Jahre.

Im *B-Mode* war die Zubildung 4 x 1,3 x 4 cm groß, oval mit spitz auslaufenden Seitenrändern. Das neoplastische Gewebe ist gut vom umgebenden Gewebe abgrenzbar. Der 2 mm breite Randbereich ist hochgradig reflexarm. Die Tumorgewebe ist mittelgradig inhomogen. Zentral

weist die Zubildung reflexreicherer Gewebe. Innerhalb der reflexarmen Peripherie lassen sich ebenfalls kleine reflexreiche Bezirke erkennen. Diffus verteilt findet man bis 3 mm große, reflexlose Areale. Distal der Zubildung lässt sich Schallverstärkung darstellen.

Sowohl im *Farbdoppler* als auch im *Power Doppler* weist der Tumor nur geringgradige Durchblutung auf. Vereinzelt Gefäße (0,5 mm Durchmesser) ziehen vom Rand in die Zubildung ein. Einzelne Blutgefäße befinden sich im Zentrum.

Intraoperativ fallen geringgradige Blutungen und einzelne kleine Gefäße, von kranial und kaudal an die Zubildung heranziehend, auf.

Nach Anschnitt der Tumormasse entleert sich krümeliges, braunes Sekret. Das Gewebe ist mittelgradig inhomogen.

2) Bullterrier, weiblich, 8 Jahre.

Die sonographische (*B-Mode*) Untersuchung zeigt einen 3,0 x 1,5 x 2,2 cm großen, ovalhöckrigen Tumor. Das neoplastische Gewebe ist nach ventral gut vom umgebenden Gewebe abgrenzbar, da deutlich reflexärmer. Seitlich ist keine klare Grenze zum gesunden Gewebe darstellbar. Das tumoröse Gewebe ist mittelgradig inhomogen von mittlerer bis reflexärmerer Echogenität. Diffus verteilt lassen sich sonographisch bis 5 mm große reflexlose Areale darstellen. Auch vereinzelt, unregelmäßig begrenzte, reflexreiche Anteile sind nachweisbar. Deutliche distale Schallverstärkung ist zu erkennen.

Im *Farbdoppler* weist die Zubildung geringgradige bis mittelgradige Durchblutung auf. Mehrere Gefäße ziehen vom Rand in das Tumorgewebe ein. Auch intratumoral lassen sich mehrere Gefäße bis 1 mm Größe darstellen.

Die Untersuchung im *Power Doppler* lässt geringgradige–mittelgradige Durchblutungstendenz erkennen. Mehrere Gefäße ziehen im Randbereich in die Neoplasie ein. Auch zentral weist das Tumorgewebe mehrere Gefäße bis 1 mm auf.

Durch chirurgische Exstirpation wird die Neoplasie großzügig umschnitten, dabei treten nur geringgradige Blutungen auf, einzelne Gefäße ziehen von kranial und kaudal ein.

Im Anschnitt ist das neoplastische Gewebe schwartig-sulzig, vereinzelt aber auch derb-hart.

3) Yorkshire Terrier, weiblich, 9 Jahre.

Im *B-Mode* ist die Neubildung 2 x 1 x 1 cm groß und spitzoval. Das Tumorgewebe ist gut vom umgebenden Gewebe abgrenzbar und zeigt zu beiden Seiten spitze Ausläufer von ca. 0,75 cm Länge. Das Gewebe selbst ist homogen reflexarm mit diffus verteilten reflexreichen Stippchen. Sowohl laterale Schallschatten als auch distale Schallverstärkung sind im Sonogramm nachweisbar.

Im *Farbdoppler* und im *Power Doppler* stellt sich die Zubildung nur geringgradig durchblutet dar. Man erkennt vereinzelte Gefäße (bis 0,5 mm) im Randbereich (< 5 Gefäße).

Während der operativen Entfernung zeigen sich nur kleine Blutungen.

Das Tumorgewebe ist höckrig derb, im Anschnitt sulzig hell mit kleinen schwarzen Herden.

4.3.11 Benigner Misch tumor

Ein Patient wurde mit dieser Tumorart sonographisch untersucht.

1) Deutscher Schäferhund-Mix, weiblich-kastriert, 10 Jahre.

Im *B-Mode* stellt sich der Tumor als 5 x 5 x 5,2 mm großes, rundes Gebilde dar. Das neoplastische Gewebe ist durch einen 0,5-1 mm breiten, reflexreichen Saum gut vom umgebenden Gewebe abgrenzbar. Es weist homogene Echotexturen auf und ist von mittlerer Echogenität mit vereinzelten, sehr kleinen, reflexarmen, rundlichen Arealen. Distale Schallverstärkung ist erkennbar.

Sowohl im *Farbdoppler* als auch im *Power Doppler* enthält das Tumorgewebe nur sehr wenige Gefäße, 0,5 mm im Durchmesser, welche vom Rand her einziehen. Zentral ist keine Durchblutung nachweisbar (insgesamt < 5 Gefäße).

Unter sehr geringgradigen Blutungen wird die Zubildung mit umgebendem Gewebe entfernt.

Makroskopisch weist die Neoplasie einen dünnen, dunkelbraunen Randsaum auf, während das intratumorale Gewebe hellbraun und homogen ist.

4.3.12 Schweißdrüsenmisch tumor

Ein Patient wurde sonographisch untersucht.

1) Terrier-Mix, männlich-kastriert, 7 Jahre.

Die ovale Neoplasie ist 2,4 x 1,7 x 2 cm groß. Der Tumor ist gut vom umgebenden Gewebe abgrenzbar, da deutlich reflexärmer, und weist einen 1 mm breiten, reflexreichen Randsaum auf. Das Tumorgewebe ist homogen reflexarm. Zentral ist ein 0,8 x 0,5 cm großes, reflexreiches Gebilde mit distalem Schallschatten sonographisch darstellbar. Sowohl distale Schallverstärkung als auch laterale Schallschatten sind deutlich erkennbar.

Im *Farbdoppler* zeigt die Neoplasie geringgradige Durchblutung. Ventral liegt ein bis 1 mm breites Gefäß im Kapselbereich. Kranial und dorsal ist ein jeweils 0,5 mm breites Gefäß erkennbar. Insgesamt weist die Zubildung geringgradige Durchblutungsneigung auf (< 5 Gefäße).

Die Untersuchungen im *Power Doppler* zeigen geringe Durchblutung. Weniger als 5 Gefäße sind erkennbar. Ventral liegt ein bis 1 mm breites Gefäß im Kapselbereich. Kranial und dorsal ist ein jeweils bis 1 mm großes Gefäß erkennbar.

Die Zubildung wird stumpf entlang ihrer Kapsel exstirpiert. Dabei treten nur kleine Blutungen auf, makroskopisch weist der Tumor eine dünne Kapsel auf. Im Anschnitt stellt sich homogen schwartiges Gewebe dar. Zentral liegt ein 0,8 x 0,6 cm großes, hartes Verkalkungsareal.



Bild 6: Schweißdrüsenmisch tumor, B-Mode

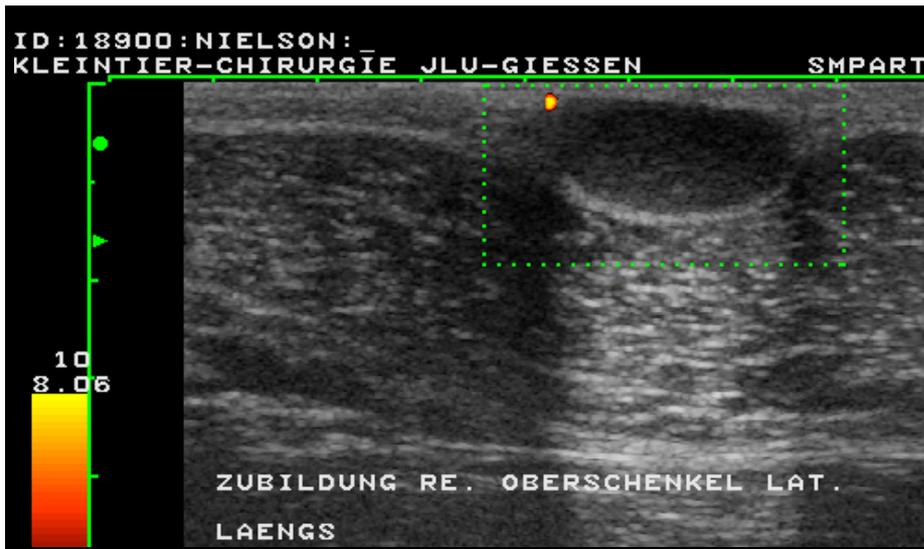


Bild 7: Schweißdrüsenmisch tumor, Power Doppler

4.4 Entzündliche Zubildungen

Elf der unter Tumorverdacht vorgestellten oberflächlichen Zubildungen waren Abszesse unterschiedlicher Genese. Bei vier Patienten handelte es sich um pyogranulomatöse Entzündungen. Nachfolgend sollen die Ergebnisse dieser 15 Untersuchungen näher ausgeführt werden.

4.4.1 Abszeß

Elf Abszesse wurden sonographisch untersucht. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in Tabelle 9a-c dargestellt.

Rasse	Labrador m, 5 J.	Dobermann w, 5 J.	Bracke w, 3 J.
Größe (cm)	7,5x3,5x7,0	6x2,5x5	4x1,8x4,1
Form	oval	oval	oval
Abgrenzbarkeit	gut, reflexreicher Randsaum	gut, reflexreicher Randsaum	gut, reflexreicher Randsaum
Echomuster	gewebiger Rand, zentral flüssigkeits- gefüllter Hohlraum (korpuskulär)	gewebiger Rand, zentral flüssigkeits- gefüllter Hohlraum (korpuskulär)	gewebiger Rand, zentral flüssigkeits- gefüllter Hohlraum (korpuskulär)
Reflexschichten	ja	ja	ja
Lat. SS	nein	nein	nein
Dist. SV	ja	ja	nein
Farbdoppler	ggr.-mgr. Durchblutung, Gefäße bis 3,5 mm Ø, peripher	ggr.-mgr. Durchblutung, Gefäße bis 3 mm Ø, peripher	mgr. Durchblutung, Gefäße bis 2 mm Ø, peripher
Power Doppler	ggr.-mgr. Durchblutung, Gefäße bis 3,5 mm Ø, peripher	ggr.-mgr. Durchblutung, Gefäße bis 3 mm Ø, peripher	mgr.-hgr. Durchblutung, Gefäße bis 2 mm Ø, peripher
Makroskopisch	dickflüssiges, rötliches Sekret	dickflüssiges, rötliches Sekret	dickflüssiges, rötliches Sekret

Tabelle 9a: Sonographische und makroskopische Ergebnisse von Patienten mit Abszessen (n=11)

Rasse	Wolfspitz m, 8 J.	Gordon Setter m, 8 Monate	Pointer m, 2 J.	EKH mk, 10 J.
Größe (cm)	4,1x4x4,2	4x2x4	8,2x3,5x4	5x2,5x5
Form	rund	oval	oval	oval
Abgrenzbarkeit	schlecht	gut, reflexreicher Randsaum	gut, reflexreicher Randsaum	gut, reflexreicher Randsaum
Echomuster	gewebiger Rand, zentral flüssigkeits- gefüllter Hohlraum (korpuskulär)	gewebiger Rand, zentral flüssigkeits- gefüllter Hohlraum (korpuskulär)	gewebiger Rand, zentral flüssigkeits- gefüllter Hohlraum (korpuskulär)	homogen reflexarm
Reflexschichten	ja	nein	ja	nein
Lat. SS	nein	nein	nein	nein
Dist. SV	ja	nein	nein	nein
Farbdoppler	ggr.-mgr. Durchblutung, Gefäße bis 1 mm Ø, peripher	ggr.-mgr. Durchblutung, Gefäße bis 1 mm Ø, peripher	ggr.-mgr. Durchblutung, Gefäße bis 1 mm Ø, peripher	ggr. Durchblutung Gefäße bis 0,5 mm Ø, peripher
Power Doppler	ggr.-mgr. Durchblutung, Gefäße bis 1 mm Ø, peripher	ggr.-mgr. Durchblutung, Gefäße bis 1 mm Ø, peripher	ggr.-mgr. Durchblutung, Gefäße bis 1 mm Ø, peripher	ggr. Durchblutung Gefäße bis 0,5 mm Ø, peripher
Makroskopisch	dickflüssiges, rötliches Sekret	dickflüssiges, weissliches Sekret	dickflüssiges, rötliches Sekret	dickflüssiges, rötliches Sekret

Tabelle 9b: Sonographische und makroskopische Ergebnisse von Patienten mit Abszessen
(n=11)

Rasse	Border Collie m, 2 J.	Hannoveraner Schweißhund wk, 5 J.	DSH-Mix m, 2 J.	Labrador-Mix mk, 6 J.
Größe	8x3x8	2,4x1,9x2,5	11x4x6	5x2,5x3
Form	oval	rund	oval	oval
Abgrenzbarkeit	schlecht	schlecht	schlecht	schlecht
Reflexschichten	ja	nein	ja	ja
Echomuster	gewebiger Rand, zentral flüssigkeits- gefüllter Hohlraum (korpuskulär)	gewebiger Rand, zentral flüssigkeits- gefüllter Hohlraum (korpuskulär)	gewebiger Rand, zentral flüssigkeits- gefüllter Hohlraum (korpuskulär)	gewebiger Rand, zentral flüssigkeits- gefüllter Hohlraum (korpuskulär)
Lat. SS	nein	nein	nein	nein
Dist. SV	ja	ja	ja	ja
Farbdoppler	mgr.-hgr. Durchblutung, Gefäße bis 4 mm Ø, peripher	ggr.-mgr. Durchblutung, Gefäße bis 2 mm Ø, peripher	mgr. Durchblutung, Gefäße bis 1 mm Ø, peripher	mgr. Durchblutung, Gefäße bis 1 mm Ø, peripher
Power Doppler	mgr.-hgr. Durchblutung Gefäße bis 4 mm Ø, peripher	ggr.-mgr. Durchblutung, Gefäße bis 2 mm Ø, peripher	mgr. Durchblutung, Gefäße bis 1 mm Ø, peripher	mgr. Durchblutung, Gefäße bis 1 mm Ø, peripher
Makroskopisch	dickflüssiges, rötliches Sekret	dickflüssiges, rötliches Sekret	dickflüssiges, rötliches Sekret	dickflüssiges, rötliches Sekret

Tabelle 9c: Sonographische und makroskopische Ergebnisse von Patienten mit Abszessen
(n=11)



Bild 8: Abszeß, B-Mode

4.4.2 Pyogranulomatöse Entzündung

Bei vier Patienten wurden pyogranulomatöse Entzündungen sonographisch untersucht.

1) Golden Retriever, weiblich, 9 Jahre.

Das Sonogramm im *B-Mode* zeigt die 3,3 x 1,5 x 2,2 cm große, ovale Zubildung. Das veränderte Gewebe ist durch einen schmalen, ca. 1 mm breiten, reflexreichen Randsaum vom umgebenden Gewebe recht gut abgegrenzt. Die Grundstruktur der Zubildung ist geringgradig inhomogen gewebig, von mittlerer Echogenität. Zentral weist sie einen mit hochgradig korpuskulärer Flüssigkeit gefüllten Hohlraum auf. In dieser Flüssigkeit befindet sich ein ca. 2 mm großes, reflexreiches Gebilde mit distalem Schallschatten. Auffällig ist die angedeutete distale Schallverstärkung.

Im *Farbdoppler* weist die Zubildung mittelgradige Durchblutung auf, welche diffus im gewebigem Randbereich darstellbar ist. Die erkennbaren Blutgefäße erreichen einen Durchmesser von bis zu 1 mm.

Im *Power Doppler* lassen sich diffus verteilte Gefäße bis zu 1 mm Durchmesser erkennen. Sie liegen im gewebigem Randbereich der Zubildung. Auch hier kann die Durchblutungstendenz als mittelgradig eingestuft werden.

Die Zubildung wird als Ganzes entfernt, dabei treten geringgradige-mittelgradige Blutungen aus kleinen Gefäßen auf. In der nahen Umgebung der Zubildung liegen kleine, gelbliche, kugelartige Gebilde.

Im Anschnitt entleeren sich größere Mengen zähflüssiger Masse. Das randständige Gewebe erscheint weisslich-knorpelig.

2) Dobermann, männlich, 8 Jahre.

Im *B-Mode* ist die Neoplasie 3,8 x 1,8 x 3,9 cm groß und von ovaler Form. Das neoplastische Gewebe ist durch einen 5-6 mm breiten, reflexreichen Randsaum gut vom umgebenden Gewebe abgrenzbar. Die Echotextur ist geringgradig bis mittelgradig inhomogen. Einzelne gewebige Anteile sind reflexarm mit reflexlosen, rundlichen, bis 1 mm großen Arealen. Auch reflexreiche kleine Anteile und größere reflexarme Bezirke bis 1 cm Größe sind erkennbar. Vereinzelt zeigt das Sonogramm reflexreiche Stippchen mit angedeutetem distalem Schallschatten. Insgesamt weist die Zubildung eine sehr fleckige Struktur auf.

Im *Farbdoppler* fallen vor allem ventral mehrere Gefäße bis 1 mm Größe auf. Ein Gefäß, 1,5 mm im Durchmesser, zieht von ventral in die Zubildung ein und verläuft bis ins Zentrum. Insgesamt erscheint die Versorgung der Neoplasie von der Peripherie zu erfolgen. Die Durchblutungstendenz ist als gering-mittelgradig einzustufen.

Die Untersuchungen im *Power Doppler* zeigen periphere Durchblutung mit mehreren Gefäßen, die vor allem von ventral in die Zubildung ziehen. Diese Gefäße erreichen Durchmesser von bis zu 1 mm. Ein weiteres, von ventral einziehendes Gefäß, verläuft bis ins Zentrum der Zubildung und ist 1,5 mm breit. Insgesamt zeigt das sonographische Bild gering-mittelgradige Durchblutung.

Die Neoplasie wird umschnitten. Das veränderte Gewebe ist nur schwer von der Umgebung zu trennen. Es entstehen gering-mittelgradige Blutungen aus kleinen Gefäßen.

Im Anschnitt zeigt sich makroskopisch inhomogenes, sulzig-schwartiges Gewebe. Diffus verteilt fallen kleine, harte Partikel auf.

3) Fila Brasileiro, männlich-kastriert, 6 Jahre.

Die Neoplasie ist 4 x 4 x 3,8 cm groß und rund. Das neoplastische Gewebe ist nur schlecht vom umgebenden, physiologischen Gewebe abgrenzbar. Nur teilweise stellt sich ventral eine 3 mm breite, reflexreiche Randzone dar. Das veränderte Gewebe ist von mittlerer Echogenität mit reflexreichen, rundlichen Arealen. Vor allem im Randbereich fallen reflexarme Bezirke auf. Insgesamt zeigt die Zubildung eine sehr wolkige Struktur. Distal der Zubildung erscheint das Gewebe deutlich reflexreicher.

Die Untersuchungen im *Farbdoppler* ergeben eine mittelgradige Durchblutung. Vom Rand ausgehend ziehen multiple Gefäße bis 2 mm Durchmesser in die Zubildung. Auch zentral sind mehrere Gefäße darstellbar. Ventral der Zubildung verläuft entlang des neoplastischen Gewebes ein 2,5 mm breites Gefäß.

Im *Power Angio* zeigt sich die mittel-hochgradige Durchblutung. Multiple Blutgefäße durchziehen peripher oder zentral das Gewebe, bis 2 mm im Durchmesser. Ventral verläuft ein 2,5 mm breites Gefäß entlang des äußeren Tumorgewebes.

Das veränderte Gewebe ist nur schwer von seiner Umgebung zu lösen. Hierbei ist keine Kapsel erkennbar. Es sind deutliche Gefäßeinsprossungen zu verfolgen. Aus mehreren Gefäßen kommt es zu mittelgradigen-hochgradigen Blutungen.

Palpatorisch fällt zentral ein fester Kern auf. Im Anschnitt zeigt sich derbes, sulziges Gewebe mit mehreren, 6-7 mm großen, drüsenartigen Abschnitten.

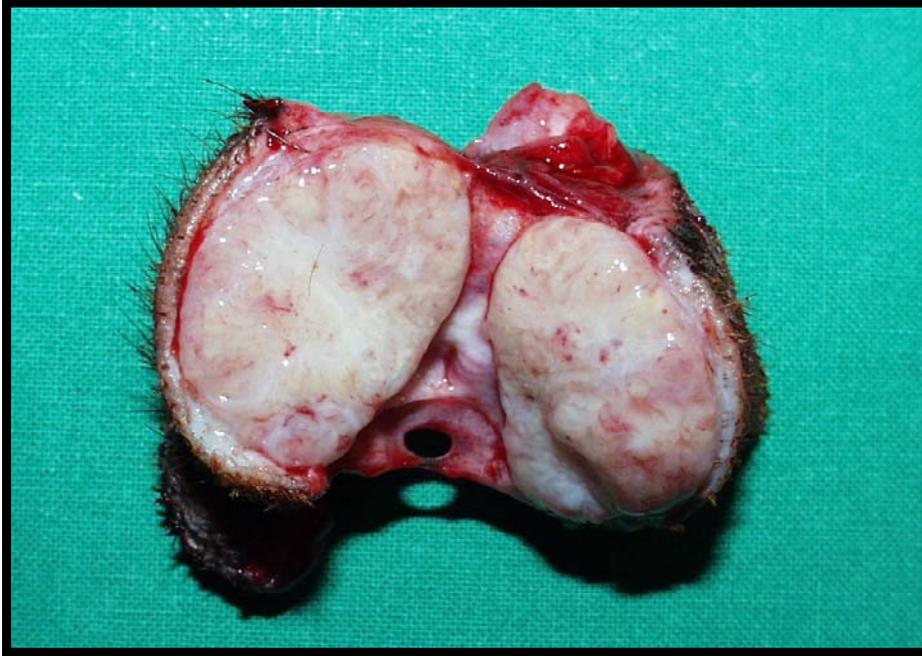


Bild 9: Pyogranulomatöse Entzündung, Anschnitt

4) Beagle-Mix, weiblich, 12 Jahre.

Im *B-Mode* ist der ovale Tumor als 5,2 x 2,2 x 5,0 cm großes Gebilde erkennbar. Die Zubildung ist gut von ihrer Umgebung abgrenzbar. Im Zentrum befindet sich ein reflexloser, flüssigkeitsgefüllter Hohlraum. Die enthaltene Flüssigkeit erscheint hochgradig korpuskulär. Das den Hohlraum umgebende Gewebe ist auf einer Breite von 5 mm sehr reflexreich und wolkig. Sowohl laterale Schallschatten als auch distale Schallverstärkung sind nachweisbar.

Im *Farbdoppler* und im *Power Doppler* ist eine gering-mittelgradige Durchblutung im Randbereich darstellbar. Die Blutgefäße erreichen einen Durchmesser von 1 mm. Zentral sind keine Gefäße erkennbar.

Biopsie: Es entstehen keine größeren Blutungen.

4.5 Meliceris

Bei drei Patienten mit oberflächlicher Zubildung wurde die Diagnose Zyste der Glandula mandibularis gestellt. Nachfolgend sind die Untersuchungsergebnisse dieser Zubildungsart aufgeführt.

1) Kurzhaardackel, männlich, 6 Jahre.

Die Zubildung ist 5 x 4 x 6 cm groß und rautenförmig-oval. Sie ist gut durch den reflexreichen, 3 mm breiten Randsaum vom umgebenden Gewebe abgrenzbar. Im Zentrum befindet sich ein reflexarmer Hohlraum mit hochgradig korpuskulärer Flüssigkeit. Es sind keine gewebigen Anteile im Lumen erkennbar. Der Hohlraum lässt sich bis zur rechten Glandula mandibularis verfolgen. Distale Schallverstärkung ist deutlich erkennbar.

Im *Farbdoppler* und im *Power Doppler* weist die Zubildung geringgradige-mittelgradige Durchblutung auf. Mehrere Gefäße bis 2 mm Durchmesser liegen im Randbereich der Zubildung. Die Neubildung selbst liegt dorsal von mehreren bis 5 mm großen Gefäßen.

Beim chirurgischen Eingriff wird die Glandula mandibularis entfernt. Die Zubildung wird an der tiefsten Stelle eröffnet. Eine zähe, gelblich-braune Flüssigkeit fließt ab.

2) Cocker Spaniel, männlich, 8 Jahre.

Im Sonogramm (*B-Mode*) ist die Zubildung oval und ca. 10 x 5,3 x 5 cm groß. Sie ist durch den 1 mm breiten, reflexreichen Randsaum vom umgebenden Gewebe gut abgrenzbar. Zentral liegt ein mit hochgradig korpuskulärer Flüssigkeit gefüllter Hohlraum. Innerhalb dieses Hohlraumes liegen mehrere, reflexreiche, 2-3 mm große Strukturen. Desweiteren enthält der flüssigkeitsgefüllte Hohlraum reflexreiche, gewebige, unregelmäßige Strukturen bis 4 cm im Durchmesser. Distale Schallverstärkung ist deutlich erkennbar.

Im *Farbdoppler* sowie im *Power Doppler* weist die Neoplasie geringgradige Durchblutung auf. Sehr vereinzelt finden sich kleine Gefäße < 1 mm im Kapselbereich. Ventral der Zubildung liegen mehrere bis 4 mm große Gefäße.

Anschließend an die Untersuchungen wird die Glandula mandibularis exstirpiert. An der tiefsten Stelle wird die Zubildung eröffnet und zähe, gelblich-rötliche Flüssigkeit fließt ab.

3) Hovawart, männlich, 3 Jahre.

Im *B-Mode* erreicht die Neubildung die Größe von 5,5 x 3,5 x 5 cm. Ihre Form ist unregelmäßig rund. Sie ist nur eingeschränkt vom umgebenden Gewebe durch einen 1 cm breiten Saum mit geringgradig inhomogen verändertem Gewebe abgegrenzt. Innerhalb dieses Randsaumes befindet sich ein mit hochgradig korpuskulärer Flüssigkeit gefüllter Hohlraum. Dieser Hohlraum lässt sich bis an die linke Glandula mandibularis verfolgen. Distal der Zubildung erscheint das Gewebe deutlich reflexreicher.

Im *Farbdoppler* und im *Power Angio Mode* sind nur im gewebigen Randbereich mehrere bis 1 mm Durchmesser große Gefäße erkennbar. Ventral liegen mehrere bis 3 mm große Gefäße direkt dem Randsaum der Zubildung an. Insgesamt weist die Zubildung geringgradige-mittelgradige Durchblutung auf.

Die Glandula mandibularis wird exstirpiert, die Zubildung an der tiefsten Stelle eröffnet. Es entleert sich blutig-gelbliche, zähe Flüssigkeit.

4.6 Maligne Zubildungen

Bei 41 Zubildungen ergab die anschließende pathologisch-histologische oder zytologische Untersuchung, dass das eingesandte Gewebe als bösartig einzustufen war. Nachfolgend sollen die Untersuchungsergebnisse der malignen Neoplasien beschrieben werden.

4.6.1 Fibrosarkom

Diese Tumorart wurde im Verlauf unserer Untersuchungen innerhalb der malignen Neoplasien am häufigsten vorgestellt. Die sonographischen Merkmale von elf dieser bösartigen Tumoren wurden dokumentiert. vier Patienten waren Katzen, in sieben Fällen waren Hunde betroffen. In den Tabellen 10 a-c sind die Ergebnisse dieser Untersuchungen aufgeführt.

Rasse	EKH wk, 4 J.	EKH w, 4 J.	Norw. Waldkatze mk, 12 J.	EKH wk, 13 J.
Größe (cm)	4x1,8x4,2	2,4x1,5x2,4	0,8x0,8x0,9	6x5,3x6,2
Form	unregelmäßig	oval	rund	unregelmäßig
Abgrenzbarkeit	gut, keine Kapsel, tumorum- gebendes Gewebe auf 5 mm reflexreich	gut, reflexreicher Randsaum	gut, keine Kapsel	schlecht, keine Kapsel
Echomuster	mgr.-hgr. inhomogen, reflexarme, -reiche, mgr. echogene Anteile, flüssigkeitsge- füllte Hohlräume	ggr.-mgr. inhomogen, reflexarm, flüssigkeitsgefüllte Hohlräume, Verkalkungen	homogen, sehr reflexarm	mgr.-hgr. inhomogen, reflexarme und mgr. echogene Anteile, flüssigkeitsgefüllte Hohlräume
Lat. SS	nein	nein	ja	nein
Dist. SV	ja	ja	ja	ja
Farbdoppler	mgr. Durchblutung, Gefäße bis 3 mm Ø, vor allem von ventral	mgr. Durchblutung, Gefäße bis 1 mm Ø, peripher	mgr. Durchblutung, Gefäße bis 0,5 mm Ø, peripher	mgr.-hgr. Durchblutung, Gefäße bis 3 mm Ø, diffus
Power Doppler	mgr. Durchblutung, Gefäße bis 3 mm Ø, vor allem von ventral	mgr. Durchblutung, Gefäße bis 1 mm Ø, peripher	mgr. Durchblutung, Gefäße bis 0,5 mm Ø, peripher	mgr.-hgr. Durchblutung, Gefäße bis 3 mm Ø, diffus
Makroskopisch	keine Kapsel, zystische Hohlräume mit rötlichem Sekret	Kapsel, schwartiges Gewebe	keine Kapsel, homogen schwartig-sulzig	keine Kapsel, zystische Hohlräume mit rötlichem Sekret

Tabelle 10a: Sonographische und makroskopische Ergebnisse bei Katzen mit Fibrosarkomen
(n=4)

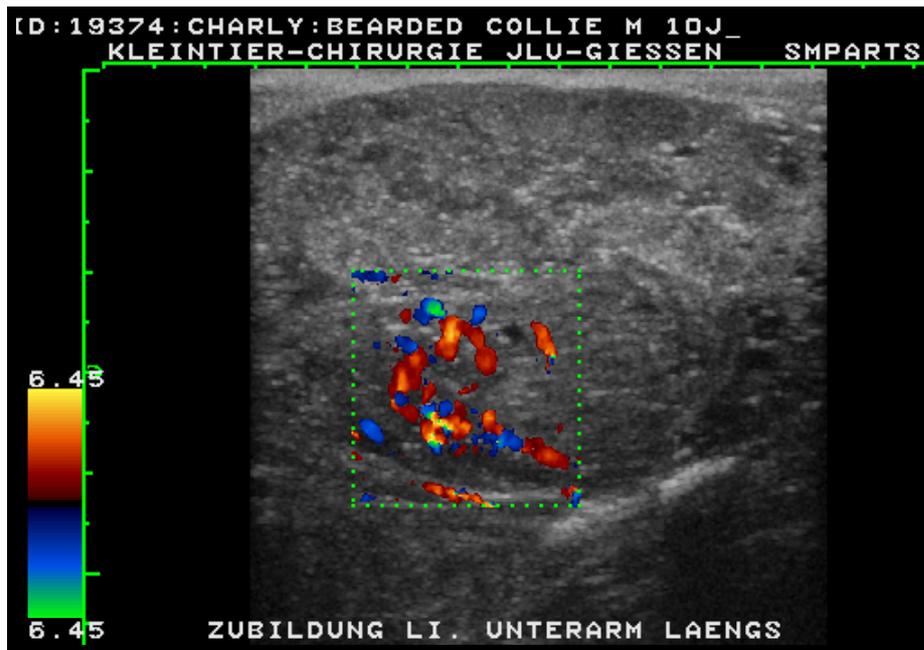


Bild 10: Fibrosarkom, Farbdoppler

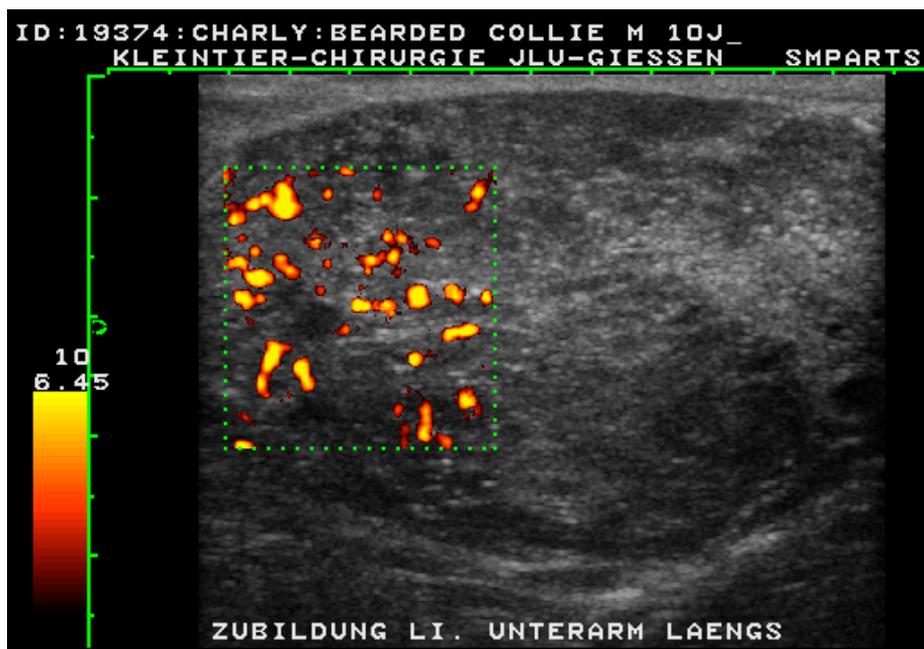


Bild 11: Fibrosarkom, Power Angio Mode

Rasse	Labrador mk, 9 J.	Weimaraner wk, 5 J.	Rottweiler m, 8 J.
Größe (cm)	ca. 25x7x20	8x5,2x5	4,6x2,5x4, 2,4x1,5x2
Form	unregelmäßig	oval	oval
Abgrenzbarkeit	gut, keine Kapsel	schlecht, keine Kapsel	gut, reflexreicher Randsaum
Echomuster	mgr. inhomogen, reflexarme, mgr. echogene und reflexreiche Anteile, flüssigkeitsgefüllte Hohlräume	hgr. inhomogen, reflexarme und mgr. echogene Anteile, Verkalkungen, flüssigkeitsgefüllte Hohlräume	mgr. inhomogen, mgr. echogene und reflexarme Anteile flüssigkeitsgefüllte Hohlräume
Lat. SS	nein	nein	ja
Dist. SV	ja	ja	nein
Farbdoppler	mgr. Durchblutung, Gefäße bis 2,5 mm Ø, diffus, unregelm. Verlauf, Gefäßkonglomerate	hgr. Durchblutung, Gefäße bis 3,5 mm Ø, diffus, unregelm. Verlauf, Gefäßkonglomerate	mgr. Durchblutung, Gefäße bis 1,5 mm Ø, peripher
Power Doppler	mgr. Durchblutung, Gefäße bis 2,5 mm Ø, diffus, unregelm. Verlauf, Gefäßkonglomerate	hgr. Durchblutung, Gefäße bis 3,5 mm Ø, diffus, unregelm. Verlauf, Gefäßkonglomerate	mgr. Durchblutung, Gefäße bis 1,5 mm Ø, peripher
Makroskopisch	Biopsie: starke Blutungen, Gewebe brüchig	keine Kapsel, zystische Hohlräume mit rötlichem Sekret	Biopsie: mgr. Blutungen, rötliches Sekret,

Tabelle 10b: Sonographische und makroskopische Ergebnisse von Hunden mit
Fibrosarkomen (n=7)

Rasse	Riesenschnauzer	Bearded Collie Mix	BSH-Mix	Pyrenäenberghund
	m, 9 J.	m, 10 J.	w, 11 J.	wk, 8 J.
Größe (cm)	5,3x2,7x3,1	mind. 15-20x5	10x5,6x9	13x8x12
Form	unregelmäßig	unregelmäßig	unregelmäßig	unregelmäßig
Abgrenzbarkeit	schlecht, keine Kapsel	schlecht, keine Kapsel	schlecht, keine Kapsel, Gewebe auf 6 mm reflexreich	schlecht, keine Kapsel
Echomuster	mgr. inhomogen, mgr. echogene und reflexreiche Anteile, flüssigkeitsgefüllte Hohlräume	mgr. inhomogen, mgr. echogene und reflexreiche Anteile, flüssigkeitsgefüllte Hohlräume	mgr.-hgr. inhomogen, mgr. echogene, reflexarme und -reiche Anteile, flüssigkeitsgefüllte Hohlräume, Verkalkungen	mgr. inhomogen, mgr. echogene und reflexarme Anteile
Lat. SS	nein	nein	nein	nein
Dist. SV	ja	nein	nein	ja
Farbdoppler	hgr. Durchblutung, Gefäße bis 1,5 mm Ø, stark verzweigte Gefäßbäume, diffus	hgr. Durchblutung, Gefäße bis 3,5 mm Ø, Gefäßballungen, Gefäßbäume, diffus	hgr. Durchblutung, Gefäße bis 3 mm Ø, Gefäßballungen, Gefäßbäume, diffus	hgr. Durchblutung, Gefäße bis 3,5 mm Ø, stark verzweigte Gefäßbäume, peripher
Power Doppler	hgr. Durchblutung Gefäße bis 1,5 mm Ø, diffus, stark verzweigte Gefäßbäume	hgr. Durchblutung, Gefäße bis 3,5 mm Ø, diffus, verzweigte Gefäßbäume, Gefäßballungen	hgr. Durchblutung, Gefäße bis 3 mm Ø, diffus, Gefäßkonglomerate, aberrierende Verläufe	hgr. Durchblutung, Gefäße bis 3,5 mm Ø, peripher, stark verzweigte Gefäßbäume
Makroskopisch	Biopsie, starke Blutungen	Biopsie, starke Blutungen	Biopsie, starke Blutungen	Biopsie, starke Blutungen

Tabelle 10c: Sonographische und makroskopische Ergebnissen von Hunden mit Fibrosarkomen (n=7)

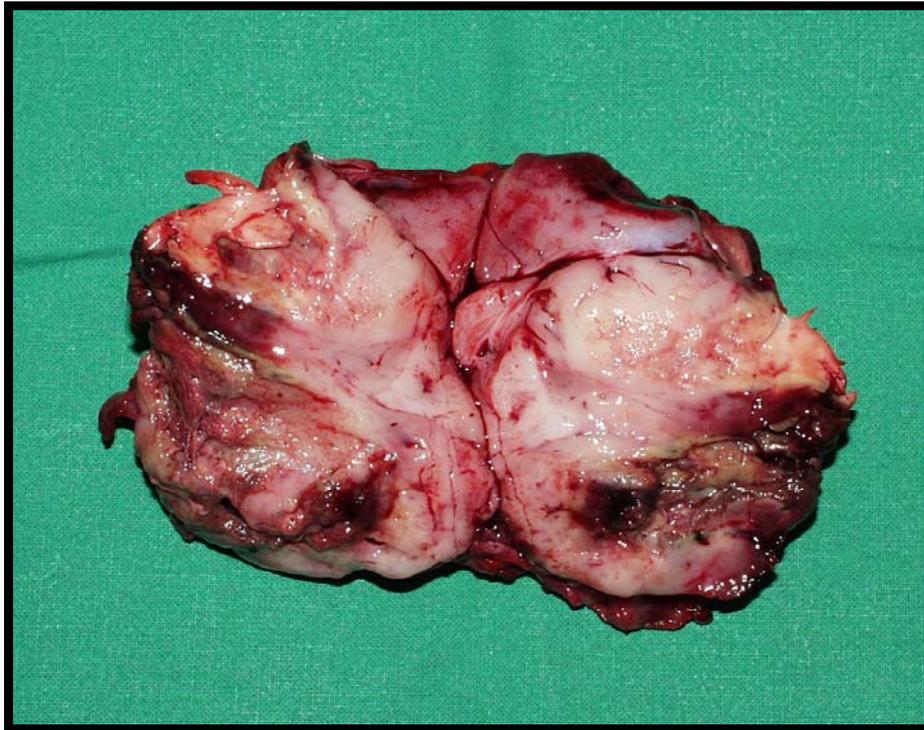


Bild 12: Fibrosarkom, Anschnitt



Bild 13: Fibrosarkom, B-Mode

4.6.2 Mastzelltumor

Acht Mastzelltumoren wurden untersucht. Die Tabellen 11a-b geben einen Überblick über die Ergebnisse.



Bild 14: Mastzelltumor, B-Mode

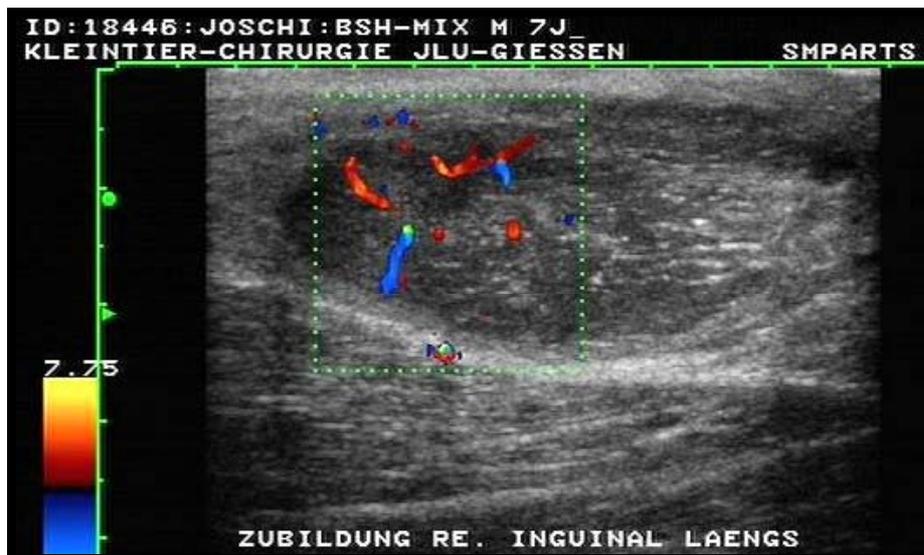


Bild 16: Mastzelltumor, Farbdoppler

Rasse	Rottweiler m, 7 J.	Labrador w, 10 J.	BSH m, 7 J.	Bullterrier m, 7 J.
Größe (cm)	4x2x3	1,3x1,1x1	5,5x2,9x5	1,8x1,2x1,8
Form	länglich-oval	rund	länglich-oval	rund
Abgrenzbarkeit	schlecht, keine Kapsel	gut, keine Kapsel	gut, keine Kapsel, tumorumgebendes Gewebe auf 8 mm reflexreich	schlecht, keine Kapsel, tumorumgebendes Gewebe auf 2 mm reflexreich
Echomuster	ggr. inhomogen, mgr. echogen, reflexarme Arealen	homogen, reflexarm	ggr. inhomogen, mgr. echogen mit reflexarmen Arealen	homogen, mgr. echogen mit vereinzelt reflexarmen Arealen
Lat. SS	nein	ja	nein	ja
Dist. SV	nein	ja	ja	ja
Farbdoppler	mgr. Durchblutung, Gefäße bis 1,5 mm Ø, peripher	mgr. Durchblutung, Gefäße bis 2 mm Ø, peripher	hgr. Durchblutung, Gefäße bis 1,5 mm Ø, diffus, unregelmäßige Verläufe und starke Verzweigungen	mgr. Durchblutung, Gefäße bis 0,7 mm Ø, vor allem von ventral
Power Doppler	mgr. Durchblutung, Gefäße bis 1,5 mm Ø, peripher	mgr. Durchblutung, Gefäße bis 2 mm Ø, peripher	hgr. Durchblutung, Gefäße bis 1,5 mm Ø, diffus, unregelmäßige Verläufe, starke Verzweigungen	mgr. Durchblutung, Gefäße bis 0,7 mm Ø, vor allem von ventral
Makroskopisch	keine Kapsel, homogen schwartiges Gewebe	keine Kapsel, homogen schwartiges Gewebe	Biopsie, massive Blutungen	keine Kapsel, homogen, schwartiges Gewebe

Tabelle 11a: Sonographische und makroskopische Ergebnisse von Patienten mit Mastzelltumoren (n=8)

Rasse	Bullterrier m, 7 J.	BSH m, 5 J.	Irisch Setter-Mix w, 13 J.	Bullterrier w, 8 J.
Größe (cm)	1,2x0,8x1	4,5x4x4,2	4,2x2,8x5	2,2x1x2,9
Form	rundlich	rundlich	oval	oval
Abgrenzbarkeit	gut, keine Kapsel	gut, keine Kapsel	gut, keine Kapsel, tumorumbegabendes Gewebe auf 5 mm reflexreich	gut, reflexreicher Randsaum
Echomuster	homogen, mgr. echogen	mgr. inhomogen, reflexarme, -reiche und mgr. echogene Anteile	mgr. inhomogen, reflexarme, mgr. echogene und reflexreichere Anteile	mgr. inhomogen, mgr. echogen mit reflexlosen und reflexreichen Bezirken
Lat. SS	ja	nein	ja	ja
Dist. SV	ja	nein	ja	ja
Farbdoppler	mgr. Durchblutung, Gefäße bis 0,7 mm Ø, diffus	hgr. Durchblutung, Gefäße bis 2 mm Ø, diffus, starke Verzweigungen	ggr.-mgr. Durchblutung, Gefäße bis 2 mm Ø, diffus	ggr. Durchblutung, Gefäße bis 0,7 mm Ø, diffus
Power Doppler	mgr. Durchblu- tung, Gefäße bis 0,7 mm Ø, diffus	hgr. Durchblutung, Gefäße bis 2 mm Ø, diffus, starke Gefäßverzwei- gungen	mgr. Durchblu- tung, Gefäße bis 2 mm Ø, diffus	ggr. Durchblutung, Gefäße bis 0,7 mm Ø, diffus
Makroskopisch	keine Kapsel, homogen schwartiges Gewebe	Biopsie, massive Blutungen	keine Kapsel, schwartiges, fast aufgelöstes Gewebe	Kapsel, zystische Hohlräume mit rötlichem Sekret

Tabelle 11b: Sonographische und makroskopische Ergebnisse von Patienten mit Mastzelltumoren (n=8)

4.6.3 Liposarkom

Ein Tumor dieser Gewebeart wurde im Verlauf der Untersuchungen vorgestellt.

1) Berner Sennenhund, männlich, 9 Jahre.

Im *B-Mode* zeigt das Sonogramm 6 x 3,5 x 4 cm bzw. 2 x 2,2 x 2 cm große Tumoranteile. Der kraniale, größere Anteil ist von längsovaler Form, während der kaudale Anteil nahezu rund ist. Beide Anteile sind aufgrund ihrer deutlich reflexärmeren Struktur gut von der Umgebung abgrenzbar, der kraniale Anteil entsendet Gewebeausläufer in das umgebende Gewebe. Eine Kapsel ist nicht erkennbar. Die Echotextur der größeren Zubildung ist mittelgradig bis hochgradig inhomogen. Neben Bereichen von mittlerer Echogenität sind unregelmäßige reflexarme Bezirke darstellbar. Die rundliche Zubildung ist homogener mit reflexarmen, gewebigen Anteilen und vereinzelt Bereichen von mittlerer Echogenität. Beide Anteile weisen laterale Schallschatten und eine distale Schallverstärkung auf.

In allen Anteilen der Neoplasie zeigt die *Farbdoppler* Untersuchung mittelgradige Durchblutung. Diffus verteilte, multiple Gefäße die vom Rand einziehen oder intratumoral liegen, erreichen Durchmesser von bis zu 3,0 mm. Einzelne Blutgefäße weisen torquierte, unregelmäßige Verläufe auf.

Im *Power Angio Mode* erweist sich die Durchblutungstendenz als mittel-hochgradig. Multiple Gefäße liegen im Randbereich und im Zentrum des Tumors. Sie weisen teilweise torquierte Verläufe auf.

Die Zubildung wird operativ entfernt, dabei ist keine Kapsel zu erkennen. Es treten aus mehreren Gefäßen mittel-hochgradige Blutungen auf. Diese Gefäße ziehen vor allem von ventral sowie kranial und kaudal in die Zubildung ein.

Im Anschnitt entleeren sich größere Mengen Blut aus zystischen Hohlräumen. Das Tumorgewebe ist bräunlich, sulzig und teilweise eingeschmolzen. Unterhalb der nekrotischen Hautanteile zeigen sich rötliche Einschmelzungen. Der kleinere Anteil der Zubildung ist homogener und weist drüsenartiges Gewebe auf.

4.6.4 Adenokarzinom

Bei vier Patienten ergab die pathologisch-histologische Untersuchung ein Adenokarzinom.

1) Europäische Kurzhaarkatze, weiblich-kastriert, 13 Jahre.

Im *B-Mode* ist die ovale Zubildung 7,3 x 2,5 x 3,5 cm groß. Sie sitzt direkt der Knochenoberfläche auf. Da deutlich reflexärmer, ist das neoplastische Gewebe vor allem nach kranial und ventral gut abgrenzbar. Kaudal ist die Grenze zwischen Tumorgewebe und physiologischem Gewebe nicht eindeutig bestimmbar. Eine Kapsel ist nicht zu erkennen. Die Echotextur ist mittelgradig inhomogen mit reflexarmen, unregelmäßigen Bezirken sowie reflexreicheren Anteilen. Diffus verteilt zeigt das Sonogramm bis 1,5 x 0,5 cm große, reflexlose Areale. Angedeutete distale Schallverstärkung ist erkennbar.

Im *Farbdoppler* ist eine mittelgradige Durchblutungsneigung nachweisbar. Die detektierten Gefäße ziehen vom Rand des Tumors in das Gewebezentrum. Sie erreichen Durchmesser von 1-2 mm.

Im *Power Doppler* ist ebenfalls die deutlich mittelgradige Durchblutungstendenz erkennbar. Vor allem vom Tumorrund ziehen mehrere Gefäße in das Zentrum. Sie weisen Durchmesser von 1-2 mm auf.

Biopsie: Das neoplastische Gewebe ist sehr fest, fast derb und von weisslicher Farbe.

2) Sheltie, männlich, 2 Jahre.

Das *Graubild* zeigt eine 3,1 x 1,8 x 2,1 cm große, bohnenförmige Zubildung. Das veränderte Gewebe ist deutlich reflexärmer als das umgebende Gewebe und weist einen 1 mm breiten, reflexreichen Randsaum auf. Die Zubildung selbst ist geringgradig inhomogen gewebig, reflexarm mit einem 5 mm großen, ventral liegenden, reflexlosen Bereich.

Im *Farbdoppler* sowie im *Power Doppler* sind multiple Blutgefäße darstellbar. Sie erreichen einen Durchmesser von 1 mm. Einige dieser Blutgefäße ziehen vom Rand in den Tumor. Auch zentral sind zahlreiche Gefäße darstellbar. Sie zeigen zum Teil unregelmäßige Verläufe und fast arrodierte Wandbegrenzungen. Insgesamt weist die Neoplasie hochgradige Durchblutung auf.

Die Zubildung wird entlang ihrer Kapsel exstirpiert. Es sind deutliche Gefäßeinsprossungen erkennbar.

Makroskopisch weist die Neoplasie eine dünne Kapsel auf, sowie derb-schwammiges Gewebe.

3) Langhaardackel, weiblich, 7 Jahre.

Die Zubildung ist im *B-Mode* 8,2 x 1,9 x 2,7 cm groß und unregelmäßig knotig-langgestreckt. Sie ist deutlich reflexärmer als das sie umgebende Gewebe. Ein 1 mm breiter, reflexreicher Randsaum ist ventral erkennbar. Das tumorumgebende Gewebe erscheint auf bis zu 1 cm sehr reflexreich und wolkig. Seitlich sind deutliche Tumorausläufer erkennbar. Hier ist die Abgrenzung nur eingeschränkt möglich. Das veränderte Gewebe ist mittelgradig inhomogen mit gewebigen Anteilen von mittlerer Echogenität, sowie reflexarmen Arealen. Auffällig sind diffus verteilte, bis 8 mm große, reflexlose, rundliche Bezirke. Am kaudalen Ende der Zubildung liegt ein 1,3 x 1,3 cm großes, reflexarmes, gewebiges Gebilde. Sowohl distale Schallverstärkung als auch laterale Schallschatten sind nachweisbar.

Die Untersuchungen mit *Farbdoppler* und *Power Doppler* zeigen hochgradig durchblutetes Neoplasiegewebe. Multiple Gefäße verlaufen diffus im gesamten Tumor. Es sind regelrecht Gefäßkonglomerate zu erkennen. Die dargestellten Blutgefäße erreichen Durchmesser bis 2 mm.

Biopsie: An den Biopsiestellen entstehen starke Blutungen.

4) Deutscher Schäferhund, weiblich, 10 Jahre.

Die Untersuchung im *B-Mode* ergibt einen 5,6 x 4,3 x 5 cm großen, ovalen Tumor. Die Zubildung ist reflexärmer als das umgebende Gewebe und dadurch gut abgrenzbar. Eine kapselartige Abgrenzung ist nicht erkennbar. Das tumorumgebende Gewebe ist auf 5 mm Breite sehr reflexreich. Der Randbereich der Zubildung ist 1 cm breit und mittelgradig echogen gewebig. Zentral liegen kavernenartige, reflexlose Hohlräume, die durch reflexreiche Septen getrennt sind. Das distale Gewebe erscheint reflexreicher.

Im *Farbdoppler* und im *Power Doppler* fällt mittelgradige-hochgradige Durchblutungsneigung auf. Im gewebigen Randbereich der Neoplasie verlaufen multiple

Blutgefäße. Sie zeigen Durchmesser von bis 1 mm. Einzelne Gefäße ballen sich zu Gefäßhaufen zusammen.

Biopsie: Aus den Biopsiestellen fließt rötlich-seröse Flüssigkeit ab.



Bild 16: Adenokarzinom, B-Mode



Bild 17: Adenokarzinom, B-Mode

4.6.5 Schilddrüsenkarzinom

Bei drei Patienten ging der maligne Tumor von der Schilddrüse aus.

1) Golden Retriever, weiblich, 6 Jahre.

Im *B-Mode* ist die Zubildung 4,2 x 5 x 3,5 cm groß und von rundlich-ovaler Form. Das neoplastische Gewebe ist durch den 1 mm breiten, reflexreichen Randsaum gut vom umgebenden Gewebe abgrenzbar. Das Tumorgewebe ist hochgradig inhomogen mit reflexarmen und reflexreicheren, unregelmäßigen Bezirken. Zentral liegen mehrere unregelmäßig begrenzte, reflexlose Anteile. Ein 5 mm großes, reflexreiches Gebilde mit distalem Schallschatten ist im Sonogramm erkennbar. Das Gewebe distal der Neoplasie ist deutlich reflexreicher.

Im *Farbdoppler* weist die Neoplasie hochgradige Durchblutung auf. Multiple Gefäße sind diffus in der gesamten Zubildung verteilt. Im Randbereich ziehen zahlreiche Blutgefäße bis in das Tumorzentrum. Sie erreichen Durchmesser von 1,5 mm. Die Zubildung liegt direkt an den großen Halsgefäßen.

Im *Power Doppler* ist ebenfalls hochgradige Durchblutung erkennbar. Multiple Blutgefäße liegen verteilt im gesamten neoplastischen Gewebe. Ihre Größe variiert bis 1,5 mm Durchmesser. Zu beachten ist die nahe Lage an großen Halsgefäßen.

Die Neoplasie wird entlang ihrer Kapsel exstirpiert. Es sind deutliche Gefäßeinsprossungen erkennbar.

Makroskopisch ist eine dünne Kapsel erkennbar. Im Anschnitt zeigt sich im Randbereich inhomogenes Gewebe. Zentral wird das Tumorgewebe schwartig-sulzig. Ein hartes, verkalktes Gebilde fällt auf.



Bild 18: Schilddrüsenkarzinom, B-Mode



Bild 19: Schilddrüsenkarzinom, Anschnitt

2) Dackel-Mix, weiblich-kastriert, 10 Jahre.

Das Sonogramm zeigt im *B-Mode* den 5,1 x 3,5 x 3,8 cm großen, ovalen Tumor. Das neoplastische Gewebe ist deutlich reflexärmer als seine Umgebung und dadurch gut abgrenzbar. Ventral erscheint das tumorumgebende Gewebe reflexreicher. Hier ist die

Abgrenzung nicht eindeutig zu bestimmen. Die Neoplasie ist mittelgradig inhomogen mit unregelmäßigen Arealen aller Echogenitäten. Auffallend sind diffus verteilte, reflexlose Anteile von ca. 1 mm Durchmesser. Das distale Gewebe erscheint geringgradig reflexreicher.

Im *Farbdoppler* und im *Power Doppler* erweist sich der Tumor als hoch-höchstgradig durchblutet. Peripher und zentral sind multiple Blutgefäße darstellbar. Regelrechte Gefäßkonglomerate und zum Teil unregelmäßige Gefäßverläufe fallen auf. Multiple Gefäße ziehen auch vom Rand in das Tumorgewebe ein. Die vorhandenen Gefäße erreichen Durchmesser von 2 mm.

Biopsie: Blutungen aus sämtlichen Biopsiestellen.

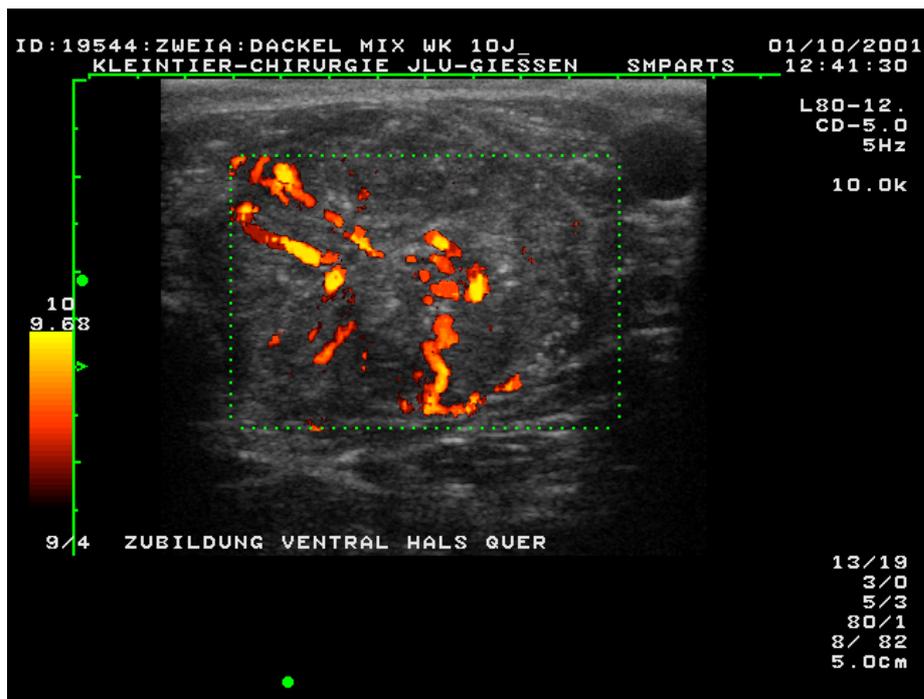


Bild 20: Schilddrüsenkarzinom, Power Doppler

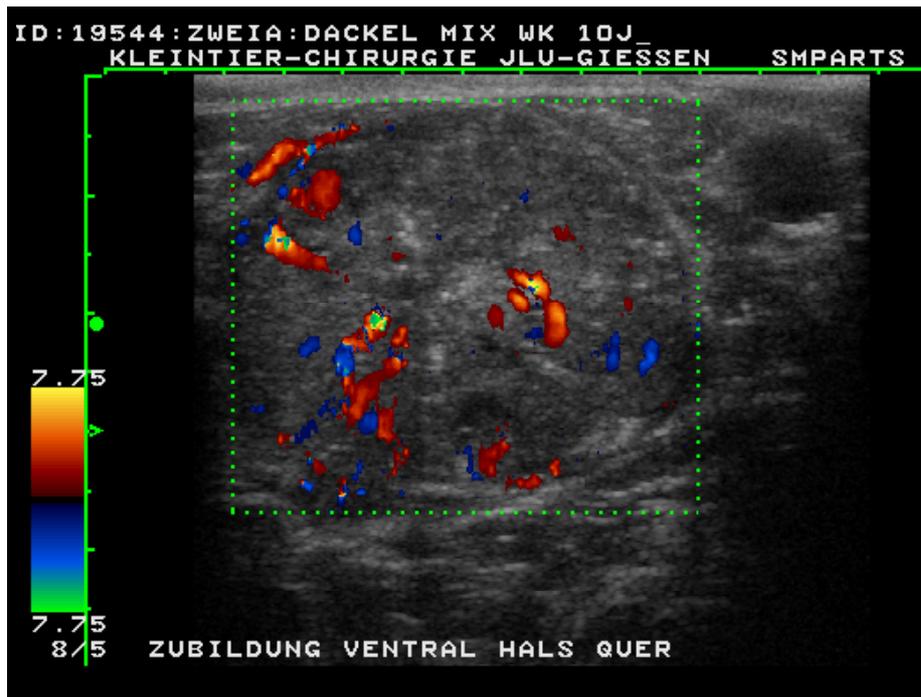


Bild 21: Schilddrüsenkarzinom, Farbdoppler

3) Deutsch Kurzhaar, männlich, 7 Jahre

Im *B-Mode* ist die Zubildung 5,5 x 4 x 5 cm groß und gut abgrenzbar. Die Form ist oval. Das neoplastische Gewebe ist hochgradig inhomogen mit reflexarmer Grundstruktur, mittelgradig echogenen Anteilen und reflexreicheren Bezirken. Multiple reflexlose Areale sind diffus verteilt.

Im *Farbdoppler* und im *Power Angio Mode* kann im kranialen Bereich hochgradige Durchblutung mit stark verzweigten Gefäßen bis 2 mm Durchmesser dargestellt werden. Im kaudalen Anteil der Zubildung ist mittelgradige Durchblutung nachweisbar, zum Teil ziehen diese Gefäße vom Rand ausgehend in die Zubildung ein.

Intraoperativ lässt sich die Neoplasie entlang ihrer Kapsel entfernen. Deutliche Gefäßeinsprossungen sind zu erkennen.

Nach Anschnitt der Kapsel quillt inhomogenes, sulziges Gewebe hervor. Auffällig sind zahlreiche zystische Hohlräume.

4.6.6 Undifferenziertes Karzinom

Ein Patient wurde mit dieser Tumorart vorgestellt und sonographisch untersucht.

1) Golden Retriever, männlich, 8 Jahre.

Im *B-Mode* erscheint die Neoplasie als 5 x 3 x 4 cm großes, unregelmäßig begrenztes, höckriges Gebilde. Das Tumorgewebe ist schlecht abgrenzbar und sitzt direkt der Knochenoberfläche auf. Seine Echotextur ist mittelgradig inhomogen mit unregelmäßigen, reflexarmen und reflexreicheren Arealen, die ineinander übergehen.

Die Untersuchungen im *Farbdoppler* und im *Power Angio Mode* zeigen mittelgradig durchblutetes Tumorgewebe. Zahlreiche Gefäße bis 2 mm Durchmesser sind diffus in der Neoplasie verteilt.

Der Tumor kann nicht vollständig entfernt werden. Bei Manipulation zeigt sich das Gewebe als sehr brüchig und es treten hochgradige Blutungen auf.

Makroskopisch erweist sich das entartete Gewebe als knotige, derbe, inhomogene Masse.

4.6.7 Plattenepithelkarzinom

Dieser meist solide, invasiv wachsende Tumor wurde bei drei Patienten untersucht.

1) Rauhaardackel, weiblich, 8 Jahre.

Das Sonogramm (*B-Mode*) zeigt den 5,1 x 3 x 5,2 cm großen, unregelmäßig begrenzten Tumor. Das veränderte Gewebe ist von seiner Umgebung nicht abgrenzbar und sitzt direkt der Knochenoberfläche auf. Es zeigt hochgradig inhomogene Echostrukturen mit reflexreicheren Anteilen und Bezirken von mittlerer Echogenität. Diffus verteilt fallen einzelne reflexlose, flüssigkeitsgefüllte Hohlräume bis 2 x 2,5 cm Größe auf. Mehrere reflexreiche Gebilde bis 4 mm Größe mit distalem Schallschatten liegen in den gewebigen Anteilen der Neoplasie. Die Knochenoberfläche erscheint aufgeraut, zerfressen. Hier ist die Unterscheidung zwischen Tumor und unterliegendem Gewebe nicht mehr möglich.

Das Gewebe zwischen den zystenartigen Hohlräumen erscheint im *Farbdoppler* und im *Power Doppler* mittelgradig durchblutet. Teilweise zeigen die bis zu 3 mm breiten Gefäße unregelmäßige, torquierte Verläufe.

Der Tumor kann nicht vollständig entfernt werden. Nach Anschnitt der Neoplasie entleert sich intraoperativ körniges, aufgequollenes Gewebe und große Mengen blutigen Sekrets.

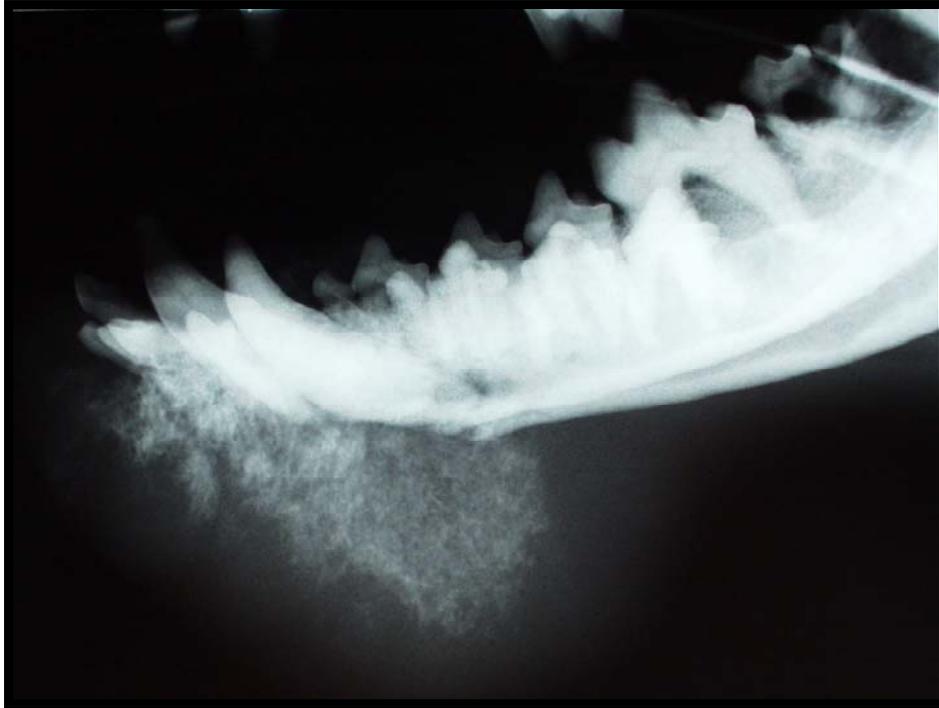


Bild 22: Plattenepithelkarzinom, Röntgenbefund

2) Deutscher Schäferhund, weiblich-kastriert, 9 Jahre.

Im *B-Mode* Sonogramm ist der unregelmäßig geformte Tumor 8,5 x 4,9 x 9,3 cm groß. Das Tumorgewebe ist nicht von seiner Umgebung abgrenzbar, sondern scheint ohne Grenze in das umgebende Gewebe zu wachsen. Das tumorumgebende Gewebe stellt sich deutlich reflexreicher und wolkgig dar. Die Echostruktur der Neoplasie ist mittelgradig inhomogen mit gewebigen Anteilen von mittlerer bis reflexarmer Echogenität. Zusätzlich zeigt das Sonogramm unregelmäßige, flüssigkeitsgefüllte Hohlräume. Multiple reflexreiche Gebilde bis 1 cm Größe mit distalem Schallschatten liegen diffus verteilt. Cranial der Zubildung befindet sich ein 3 x 3 cm großes, zystisches Gebilde mit reflexreichen Septen. Distal der Neoplasie erscheint das Gewebe deutlich reflexreicher.

Im *Farbdoppler* zeigt die Neubildung hochgradige Durchblutung. Multiple Gefäße bis 3,5 mm Durchmesser sprossen in das Tumorgewebe ein. Teils ziehen diese Blutgefäße bis in das Tumorzentrum, teils liegen sie kapselartig um die Tumorgrenzen. Deutlich vermehrte randständige Durchblutung ist nachweisbar.

Im *Power Doppler* zeigt sich vergleichbar hochgradige Durchblutung mit Gefäßen, die vor allem im Randbereich zu erkennen sind. Multiple Blutgefäße bis 3,5 mm Größe ziehen jedoch auch bis in das Tumorzentrum.

Intraoperativ treten hochgradige Blutungen auf. Der Tumor selbst ist mit dem umgebenden Gewebe fest verwachsen.

Im Anschnitt entleert sich aus zystenartigen Hohlräumen klare, rötliche Flüssigkeit. Das Tumorgewebe erscheint körnig-krümelig.

3) Rottweiler-Mix, weiblich, 5 Jahre.

Die sonographische Untersuchung (*B-Mode*) zeigt einen 4 x 2 x 3 cm großen, unregelmäßig geformten Tumor, der sich nicht vom umgebenden Gewebe abgrenzen lässt. Seine Echostruktur ist mittelgradig inhomogen mit reflexreicheren Anteilen und unregelmäßigen Arealen von mittlerer Echogenität. Die Knochenoberfläche ist hochgradig arrodiiert.

Im *Farbdoppler* und im *Power Doppler* zeigt sich mittel-hochgradige Durchblutung mit Blutgefäßen bis 2 mm Durchmesser. Sie sind diffus im gesamten Tumorgewebe verteilt.

Biopsie: Blutung kaum stillbar.

4.6.8 Malignes Blastom

Zwei Neoplasien dieser Tumorart wurden sonographiert.

1) Deutsche Wachtel, männlich-kastriert, 13 Jahre.

Im *B-Mode* ist die Neubildung 5,5 x 3,4 x 5 cm groß und unregelmäßig-knotig. Die Zubildung sitzt direkt der knöchernen Oberfläche auf und zieht in die Zwischenzahnräume. An einzelnen Stellen ist eine 1 mm breite, reflexreiche Randbegrenzung zu erkennen, in den meisten Bereichen ist die Abgrenzung vom umgebenden Gewebe nicht möglich. Die Knochenoberfläche erscheint aufgerauht. Das Tumorgewebe ist geringgradig inhomogen, von mittlerer Echogenität mit vereinzelt reflexreicheren Arealen. Mehrere reflexreiche Gebilde bis 4 mm im Durchmesser mit distalem Schallschatten sind darstellbar. Auch reflexarme, unregelmäßig begrenzte Bezirke fallen auf.

Im *Farbdoppler* zeigt sich mittelgradige-hochgradige Durchblutungsneigung. Vor allem ventral liegen multiple Gefäße bis 1 mm Durchmesser. Hier erscheinen mehrere Blutgefäße fast herdförmig zusammengeballt. Zentral und dorsal sind nur vereinzelt Gefäße darstellbar.

Die *Power Doppleruntersuchung* zeigt hochgradige Durchblutungsneigung vor allem im ventralen Tumorgewebe. Multiple bis 1 mm Durchmesser große Gefäße liegen in zum Teil herdförmiger Anordnung im neoplastischen Gewebe. Zentral und dorsal fallen nur vereinzelte Blutgefäße auf.

Intraoperativ stellt sich der Tumor sehr brüchig mit weichem, sulzigem Gewebe dar. Bei Berührung beginnt das veränderte Gewebe sofort mittelgradig zu bluten. Die Neoplasie ist bereits in die Nasenhöhlen eingebrochen und damit nicht exstirpierbar.

Makroskopisch fällt brüchiges, sulziges Gewebe auf mit rötlich-eitrigen Belägen. Eine Kapsel ist nicht durchgängig erkennbar.

2) Gordon Setter, männlich, 6 Jahre.

Im *B-Mode* fällt eine 1,2 x 1,2 x 1 cm große, rautenförmige Zubildung auf. Sie ist zum umgebenden Gewebe nur schwer abgrenzbar und scheint mit Ausläufern in ihre Umgebung zu ziehen. Die Oberfläche ist unregelmäßig begrenzt. Das Tumorgewebe ist homogen reflexarm mit vereinzelt, reflexreichen Stippchen. Das distale Gewebe erscheint reflexreicher.

Im *Farbdoppler* und im *Power Doppler* sind mehrere Gefäße darstellbar. Sie erreichen Durchmesser von bis zu 0,7 mm. Vor allem der Randbereich der Neoplasie ist besser durchblutet. Insgesamt zeigt das veränderte Gewebe mittelgradige Durchblutungstendenz.

Die betroffene Zehe wird amputiert. Nach Anschnitt zeigt sich schwartig-sulziges Gewebe von weisslich-gelber Farbe.

4.6.9 Malignes Melanom

Bei einem Patienten stellte sich die oberflächliche Zubildung als Tumor der Pigmentzellen heraus.

1) Gordon Setter, männlich, 7 Jahre.

Im *B-Mode* ist der Tumor 1,4 x 1,5 x 1,2 cm groß und rundlich. Er ist durch die 1 mm breite Randbegrenzung gut von der Umgebung abgrenzbar. Die Gewebestruktur ist von mittlerer Echogenität mit einzelnen reflexlosen Arealen bis 4 x 2 mm Größe. Sowohl laterale Schallschatten als auch distale Schallverstärkung sind vorhanden.

Im *Farbdoppler* zeigt sich mittelgradige Durchblutungstendenz. Vor allem vom Randbereich des Tumors ausgehend ziehen mehrere Gefäße bis 1 mm Durchmesser in die Neoplasie. Auch zentral sind mehrere Gefäße zu erkennen.

Im *Power Doppler* ist die Neoplasie ebenfalls als mittelgradig durchblutet einzustufen. Vom Randbereich ausgehend ziehen zahlreiche Gefäße bis 1 mm Durchmesser in das intratumorale Gewebe. Auch zentral ist Durchblutung nachweisbar.

Der Tumor wird mit dem Nachbargewebe entfernt.

Nach Anschnitt der Kapsel weist er dunkles, schmierig-schwartiges Gewebe auf.

4.6.10 Hämangioperizytom

Nur bei einem Patiententen stellte die pathologisch-histologische Untersuchung das Hämangioperizytom fest.

1) Mittelschnauzer, männlich, 15 Jahre.

Das Sonogramm (*B-Mode*) zeigt einen 5,5 x 3,5 x 5 cm großen, ovalen Tumor. Das entartete Gewebe ist nur schlecht von seiner Umgebung abzugrenzen. Deutliche Tumorausläufer ziehen in das umgebende Gewebe. Dieses erscheint auf 1 cm Breite sehr reflexreich. Das Reflexmuster ist mgr. inhomogen mit reflexarmen, unregelmäßigen Arealen, weist aber auch Bereiche von mittlerer Echogenität auf. Mehrere reflexreiche Septen unterteilen die Neoplasie in unterschiedlich große Anteile. Das distale Gewebe erscheint reflexreicher.

Im *Farbdoppler* sowie im *Power Doppler* weist die Neoplasie hochgradige Durchblutungstendenz auf. Multiple Blutgefäße bis 2 mm Durchmesser sind innerhalb der gesamten Tumorfläche darstellbar. Teilweise ziehen sie vom Rand ausgehend in das intratumorale Gewebe, der größte Teil dieser Gefäße konzentriert sich auf die Tumormitte.

Die Zubildung ist intraoperativ nur schlecht vom umgebenden Gewebe zu trennen. Derbe, neoplastische Stränge ziehen zwischen die Muskulatur. Bereits an der Tumoroberfläche ist hochgradige Gefäßneubildung zu erkennen.

Im Anschnitt ist intratumoral schwartiges, glasiges Gewebe mit Septen erkennbar. An mehreren Stellen zeigen sich Bereiche mit blutiger Imbibition.



Bild 23: Hämangioperizyom, B- Mode

4.6.11 Maligne Histiozytose

Zwei Patienten wurden mit maligner Histiozytose untersucht.

1) Berner Sennenhund, männlich, 5 Jahre.

Im *B-Mode* ist der rundliche Tumor 3,9 x 4,1 x 3,9 cm groß. Die Zubildung ist aufgrund ihrer deutlich reflexärmeren Echotextur gut vom umgebenden Gewebe zu unterscheiden. Dieses erscheint auf 1,5 cm Breite sehr reflexreich. Das neoplastische Gewebe stellt sich reflexarm mit kleinen, bis 5 mm großen, reflexlosen Bezirken dar. Kranial befindet sich ein 1,2 x 1,3 cm großer, sehr reflexarmer Bezirk. In ca. 2,5 cm Tiefe ist ein reflexreiches Septum darstellbar,

welches die Zubildung in zwei Anteile unterteilt. Der untere Teil erscheint homogen reflexarm. Deutlich darstellbar ist die distale Schallverstärkung.

Im *Farbdoppler* zeigt sich die Neoplasie hochgradig durchblutet. Zahlreiche Gefäße sind im Sonogramm erkennbar. Multiple Blutgefäße ziehen von ventral in die Neoplasie. Ebenfalls sehr gut durchblutet zeigt sich der gesamte Randbereich, während sie zentral weniger auffällig ist. Die vorhandenen Gefäße sind bis zu 3,5 mm breit und sind teilweise zu Gefäßhaufen zusammengeballt.

Im *Power Doppler* lässt sich hochgradige, vor allem randständige Durchblutungstendenz erkennen. Multiple Blutgefäße bis 3,5 mm Durchmesser ziehen vor allem von ventral in das Tumorgewebe. Teilweise entstehen Gefäßballungen.

Biopsie: Aus den Biopsiestellen treten große Mengen Blut aus.

2) Berner Sennenhund, männlich, 5 Jahre.

Im *B-Mode* erreicht der Tumor eine Größe von mindestens 15-20 x 3 cm. Er ist nicht von seiner Umgebung abgrenzbar und scheint in das umgebende Gewebe überzugehen. Die Knochenoberfläche ist arrodiiert. Das entartete Gewebe ist hochgradig inhomogen mit reflexarmen Anteilen neben reflexlosen Arealen. Ineinanderübergehend lassen sich auch Bereiche von mittlerer und reflexreicherer Echogenität darstellen. Multiple reflexreiche Septen und Stippchen ergänzen das inhomogene Bild. Distal der reflexarmen und reflexlosen Anteile der Neoplasie ist das Gewebe deutlich reflexreicher.

Im *Farbdoppler* und im *Power Angio Mode* weist das Tumorgewebe mittelgradige Durchblutung auf. Gefäße bis 3,5 mm Durchmesser sind diffus intratumoral verteilt. Auffallend sind mehrere, vom Rand einziehende Blutgefäße.

Biopsie: Keine Auffälligkeiten.

4.6.12 Hämangiosarkom

Drei Patienten wiesen Zubildungen dieser Art auf.

1) West Highland Terrier, weiblich, 13 Jahre.

Im *B-Mode* ist der Tumor 7 x 4 x 5,8 cm groß und weist eine ovale Form auf. Das entartete Gewebe ist deutlich reflexärmer als seine Umgebung und dadurch abgrenzbar. Eine Kapsel ist

nicht zu erkennen. Im kaudalen Bereich scheinen Tumorausläufer in das umgebende Gewebe zu ziehen. Die Echotextur ist hochgradig inhomogen mit gewebigen Anteilen von mittlerer Echogenität, reflexarmen, unregelmäßig geformten Arealen und vereinzelt, reflexreichen Bezirken (-1 cm Größe). Im Sonogramm ist zusätzlich ein reflexloses Areal, ca. 5 mm im Durchmesser, erkennbar. Im Randbereich erscheint die Neoplasie deutlich reflexärmer mit mehreren reflexlosen, 1-2 mm großen Rundherden.

Im *Farbdoppler* und im *Power Doppler* ist hochgradige Durchblutungsneigung nachweisbar. Ventral des Tumorrandes verläuft ein 2,5 mm breites Blutgefäß. Von diesem ausgehend ziehen mehrere kleinere Gefäße in das Tumorgewebe. In allen Bereichen des entarteten Gewebes sind multiple Gefäße bis 2 mm Durchmesser erkennbar. Auffällig sind Gefäßballungen sowie oft unregelmäßige, torquierte Blutgefäßverläufe.

Intraoperativ ist die Neoplasie mit dem umgebenden Gewebe fest verwachsen, schon oberflächlich zeichnen sich starke Gefäßeinsprossungen ab.

Makroskopisch sind oberflächlich derbe, bräunliche Areale zu erkennen. Nach Anschnitt fließen größere Mengen Blut ab. Das Tumorgewebe ist mittelgradig inhomogen mit teils drüsenartigen, bräunlichen und schwartigen Anteilen.

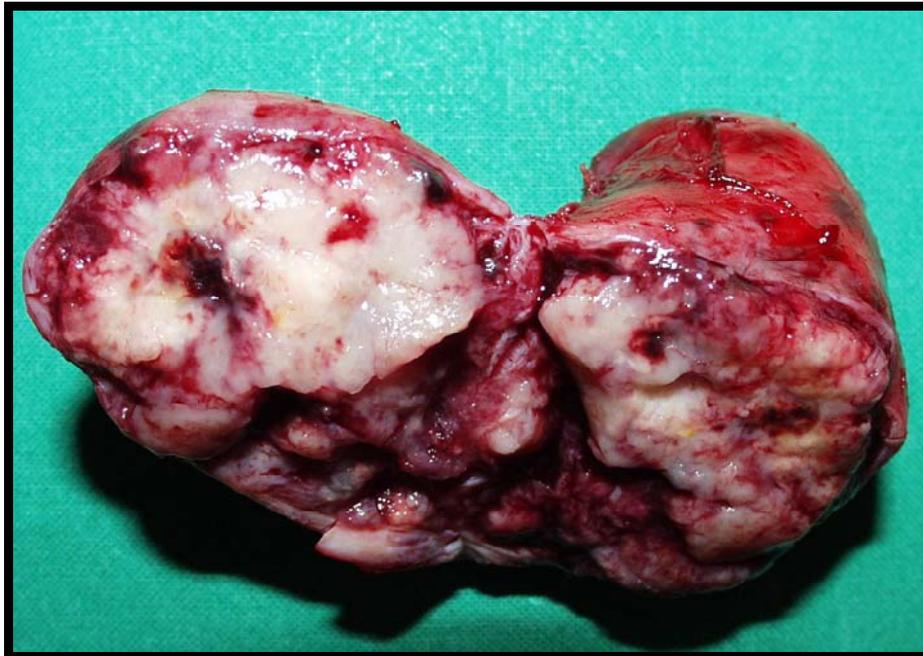


Bild 24: Hämangiosarkom, Anschnitt

2) Großer Schweizer Sennenhund, männlich, 7 Jahre.

Im Sonogramm (*B-Mode*) ist der unregelmäßig geformte Tumor 7 x 4,5 x 6,5 cm groß. Er ist deutlich reflexärmer als seine Umgebung und scheint mit Ausläufern in diese hineinzuziehen. Im Bereich des kranialen Tumoranteils ist abschnittsweise ein 1 mm breiter, reflexreicher Randsaum erkennbar. Das tumorumgebende Gewebe ist auf 5 mm sehr reflexreich. Die Neoplasie ist mittel-hochgradig inhomogen mit unregelmäßigen, reflexarmen Arealen, knotigen, rundlichen Anteilen von mittlerer Echogenität und vereinzelt reflexlosen, unregelmäßig begrenzten Bereichen.

Die Untersuchungen im *Farbdoppler* zeigen mittel-hochgradige Durchblutung mit multiplen Gefäßverläufen in allen Tumoranteilen. Sie erreichen Durchmesser von bis zu 3 mm und weisen teils unregelmäßige Verläufe auf.

Im *Power Doppler* zeigt der Tumor mittel-hochgradige Durchblutungstendenz. In allen Anteilen sind multiple Gefäße bis 2 mm Größe darstellbar. Sie zeigen zum Teil torquierte Verläufe.

Biopsie: Das biopsierte Gewebe ist sehr brüchig und es treten starke Blutungen an der Biopsiestelle auf.

3) Deutscher Schäferhund-Mix, männlich-kastriert, 7 Jahre.

Die *Graubilduntersuchung* ergibt einen 7,2 x 4,5 x 6 cm großen, ovalen Tumor. Aufgrund seiner deutlich reflexärmeren Echogenität ist das Tumorgewebe gut vom umgebenden Gewebe abgrenzbar. Eine Kapsel ist nicht erkennbar. Das tumorumgebende Gewebe ist auf 7 mm sehr reflexreich. Die Echostruktur der Neoplasie ist mittelgradig inhomogen geweblig. Der größte Anteil ist mittelgradig echogen. Diffus verteilt liegen multiple, bis 5 mm große, reflexarme Areale.

Im *Farbdoppler* erweist sich das intratumorale Gewebe als mittel-hochgradig durchblutet. Verschiedene Blutgefäße ziehen am Rand der Zubildung entlang, andere verlaufen diffus im gesamten Tumorgewebe. Der maximal erreichte Durchmesser ist 1 mm.

Im *Power Doppler* ist hochgradige Durchblutungsneigung erkennbar. Einzelne Blutgefäße laufen am Rand der Neoplasie entlang, multiple Gefäße durchziehen diffus verteilt das Tumorgewebe. Sie erreichen Durchmesser von 1 mm.

Die Zubildung wird durch Schwanzamputation entfernt.

Im Anschnitt weist sie hochgradig blutiges, schwartig-rotes Gewebe auf.

4.6.13 Osteosarkom

Bei einer Katze stellte die pathologisch-histologische Untersuchung das Osteosarkom fest.

1) Europäische Kurzhaarkatze, männlich-kastriert, 9 Jahre.

Im *B-Mode* ist die Neoplasie ca. 16 x 6 x 10 cm groß. Sie zeigt eine unregelmäßig höckrige, ovale Form. Eine Kapsel ist nicht erkennbar. Die Zubildung ist deutlich reflexärmer als ihre Umgebung, in die Tumorausläufer einziehen. Das tumorumgebende Gewebe ist auf 5 mm sehr reflexreich. Die gewebigen Anteile der Neoplasie variieren von sehr reflexarm bis reflexreicher. Diffus verteilt liegen intratumoral reflexreiche, septenartige Stränge, die den Tumor in ungleiche Abschnitte unterteilen. Zusätzlich fallen multiple, reflexlose, rundliche Areale bis 1 cm Größe auf, sowie langgestreckte reflexlose Bezirke.

Im *Farbdoppler* und im *Power Doppler* ist das veränderte Gewebe mittel-hochgradig durchblutet. Viele der Blutgefäße ziehen vom Rand ausgehend in das Tumorzentrum. Aber auch alle anderen Anteile sind sehr gut durchblutet. Teilweise liegen die Gefäße haufenartig zusammen. Die größten Blutgefäße erreichen einen Durchmesser von 3,5 mm.

Die Neoplasie ist fest mit dem umgebenden Gewebe verwachsen und auch mit der Knochenoberfläche verklebt. Bei der Exstirpation treten hochgradige Blutungen auf.

Im Anschnitt zeigt sich schwartiges, brüchiges Gewebe.

4.7 Lymphknoten

Insgesamt wurden 18 vergrößerte, periphere Lymphknoten untersucht.

4.7.1 Lymphknotenmetastasen

In zwölf Fällen stellte die zytologische bzw. pathologisch-histologische Untersuchung den metastatischen Befall des entsprechenden Lymphknotens fest. Tabelle 12 a-c zeigt die Ergebnisse von zwölf Lymphknotenmetastasen.

Rasse	Mittelschnauzer m, 15 J.	Irischer Setter m, 8 J.	DSH-Mix m, 5 J.	Beagle m, 10 J.
Größe (cm)	4,3x4,5x4,0 und 4,2x4,5x4,0	3,5x3,3x5,0	3,5x2,3x3,0 und 2,5x1,5x2,0	4,0x3,9x3,5
Form	rund	rund	oval	rund
Abgrenzbarkeit	gut, reflexreicher Randsaum, umgebendes Gewebe auf 8 mm Ø reflexreich	gut, reflexreicher Randsaum, umgebendes Gewebe auf 6 mm Ø reflexreich	gut, reflexreicher Randsaum, an großem Gefäß liegend	gut, reflexarmer Randsaum
Echomuster	mgr. inhomogen, reflexarm mit reflexreichen Anteilen	mgr. inhomogen, reflexarm mit reflexlosen Arealen bis 1 mm, zentral reflexreiches Areal (1x0,5 cm)	ggr. inhomogen, reflexarm mit sehr reflexarmen Arealen (bis 4 mm Ø)	ggr. inhomogen, reflexarm mit reflexlosen Arealen (1mm Ø)
Lat. SS	nein	nein	nein	nein
Dist. SV	ja	nein	ja	ja
Farbdoppler	hgr. Durchblutung, Gefäße bis 1 mm Ø, diffus, unregelmäßige Gefäßverläufe und – ballungen, kapseldurchbrechende Gefäße	mgr. Durchblutung, zentrales Gefäß (1 mm Ø), sonst diffus, auch im Kapselbereich	mgr. Durchblutung, zentrales Gefäß (2,5 mm Ø), sonst diffus, auch im Kapselbereich	mgr.-hgr. Durchblutung, bis 3 mm Ø, zum Teil torquierter Verlauf, diffus
Power Doppler	hgr. Durchblutung mit Gefäßen bis 1 mm Ø, diffus, aberrierende, kapseldurchbrechende Gefäße und Gefäßballungen	mgr. Durchblutung, zentrales Gefäß (1 mm Ø), sonst diffus, auch im Kapselbereich	mgr. Durchblutung, zentrales Gefäß (2,5 mm Ø), sonst diffus, auch im Kapselbereich	hgr. Durchblutung, bis 3 mm Ø, zum Teil torquierter Verlauf, diffus
Makroskopisch	Kapsel, sulziges Gewebe	Biopsie	Biopsie	Biopsie

Tabelle 12a: Sonographische und makroskopische Ergebnisse von Lymphknotenmetastasen
(n=12)



Bild 25: Lymphknotenmetastase, B-Mode



Bild 26: Lymphknotenmetastase, Power Doppler

Rasse	Cairn Terrier mk, 10 J.	Gordon Setter m, 5 J.	BSH w, 8 J.	BSH m, 7 J.
Größe (cm)	2,5x1,8x2,8	3,2x3,5x3,4	4,2x2,3x1,5	5,5x4,9x5,5
Form	oval	rund	länglich	rundlich
Abgrenzbarkeit	schlecht, keine Kapsel	gut, reflexreicher Randsaum	gut, deutlich reflexärmer als Umgebung, kein Randsaum erkennbar	gut, deutlich reflexärmer, sehr reflexarmer Randsaum, umgebendes Gewebe auf 8 mm Ø reflexreich
Echomuster	ggr. inhomogen, reflexarm mit einem 1x0,8 cm großen, reflexlosen Areal	mgr. inhomogen, mgr. echogen mit reflexlosen Arealen (bis 3 mm Ø)	homogen reflexarm	mgr. inhomogen, mgr. echogen mit reflexlosen Arealen (bis 1,5 cm Ø)
Lat. SS	nein	ja	nein	nein
Dist. SV	ja	ja	ja	nein
Farbdoppler	mgr.-hgr. Durchblutung, Gefäße bis 2 mm Ø, zum Teil torquierter Verlauf, peripher	mgr. Durchblutung, ein zentral liegendes Gefäß (2 mm Ø), kapseldurchbrechende Gefäße, diffus	mgr. Durchblutung, Gefäße bis 1 mm Ø, torquierter Verlauf, kapseldurchbrechende Gefäße, diffus	hgr. Durchblutung, Gefäße bis 2 mm Ø, peripher
Power Doppler	hgr. Durchblutung, zum Teil torquierter Verlauf, Gefäße bis 2 mm Ø, peripher	mgr.-hgr. Durchblutung, ein zentrales Gefäß (2 mm Ø), kapseldurchbrechende Gefäße, diffus	mgr.-hgr. Durchblutung, Gefäße bis 1 mm Ø, unregelmäßige Verläufe, kapseldurchbrechende Gefäße, diffus	hgr. Durchblutung, Gefäße bis 2 mm Ø, peripher
Malroskopisch	keine Kapsel, sulziges Gewebe	Kapsel, schwartiges Gewebe	Biopsie	Biopsie, stark blutend

Tabelle 12b: Sonographische und makroskopische Ergebnisse von Lymphknotenmetastasen

(n=12)

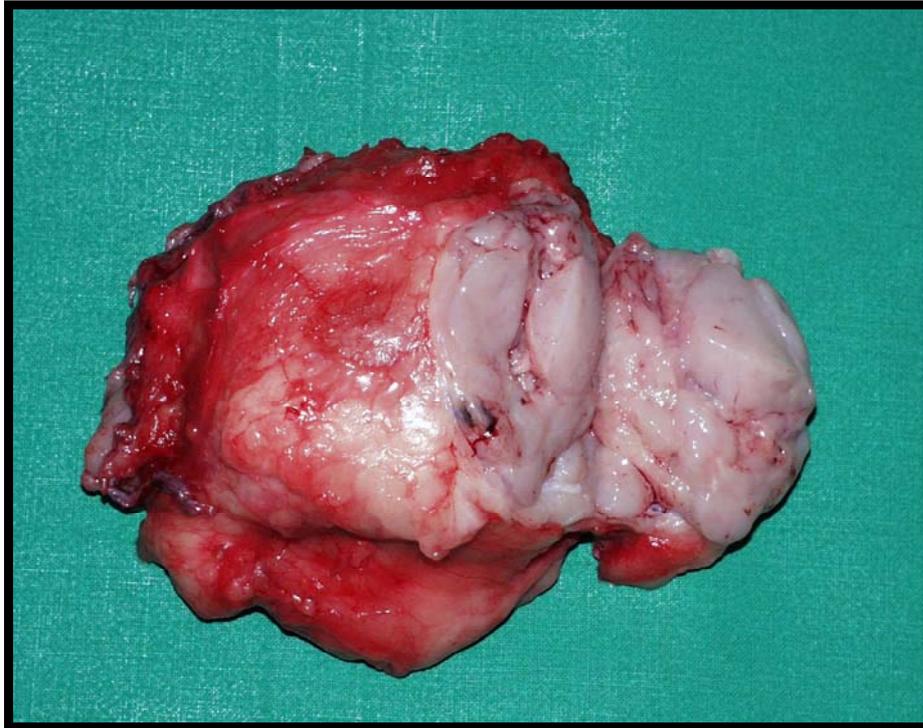


Bild 27: Lymphknotenmetastase, Anschnitt



Bild 28: Lymphknotenmetastase, B-Mode

Rasse	Rottweiler w 4 J.	Hovawart w, 5 J.	Hovawart w, 5 J.	Dobermann w, 10 J.
Größe (cm)	3,3x2,8x2,5	2,4x1,7x1,9	4,5x2,5x3,0	2x1,8x2,0
Form	rundlich-oval	rundlich-oval	oval	rund
Abgrenzbarkeit	gut, reflexreicher Randsaum	gut, reflexreicher Randsaum	gut, reflexreicher Randsaum	gut, reflexreicher Randsaum
Echomuster	ggr. inhomogen, reflexarm mit reflexreichen Stippchen und Arealen	homogen-ggr. inhomogen, reflexarm mit reflexlosen Arealen bis 2 mm Ø	homogen-ggr. inhomogen, reflexarm mit reflexlosen Arealen (bis 2 mm Ø), reflexreiche Stippchen	homogen reflexarm mit reflexreichen Stippchen
Lat. SS	nein	ja	ja	nein
Dist. SV	ja	ja	ja	ja
Farbdoppler	hgr. Durchblutung Gefäße bis 1 mm Ø, diffus, Gefäßkonglo- merate, kapseldurch- brechende Gefäße	mgr.-hgr. Durchblutung, Gefäße bis 2 mm Ø, diffus, Gefäßkonglo- merate, torquierter Verlauf, kapseldurch- brechende Gefäße, ein zentrales Gefäß (2 mm Ø),	mgr. Durchblutung, Gefäße bis 1,5 mm Ø, diffus, kapseldurch- brechende Gefäße, ein zentrales Gefäß (1 mm Ø), unregelmäßige Wandbegrenzung,	mgr. Durchblutung, Gefäße bis 1 mm Ø, diffus, kapseldurch- brechende Gefäße,
Power Doppler	hgr. Durchblutung, Gefäße bis 1 mm Ø, diffus, Gefäßkonglo- merate, kapseldurch- brechende Gefäße	mgr.-hgr. Durchblutung, Gefäße bis 2 mm Ø, diffus, torquierter Verlauf, Gefäßkonglo- merate, kapseldurch- brechende Gefäße, ein zentrales Gefäß (2 mm Ø)	mgr. Durchblutung, Gefäße bis 1,5 mm Ø, diffus, ein zentrales Gefäß (1 mm Ø), kapseldurchbrech- ende Gefäße, unregelmäßige Wandbegrenzung	mgr. Durchblutung, Gefäße bis 1 mm Ø, diffus, kapseldurch- brechende Gefäße
Makroskopisch	Biopsie	Biopsie	Biopsie	Biopsie

Tabelle 12 c: Sonographische und makroskopische Ergebnisse von Lymphknotenmetastasen (n=12)

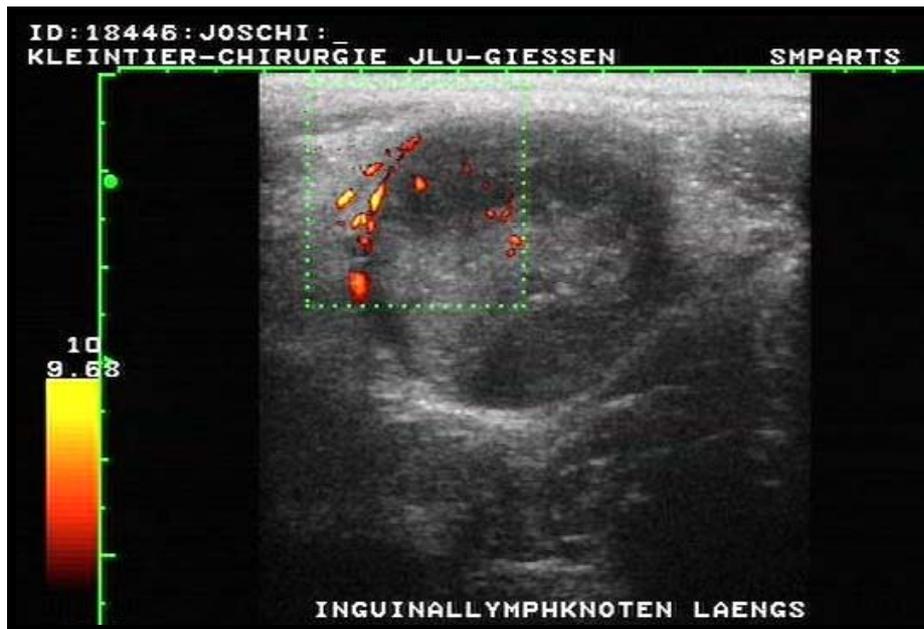


Bild 29: Lymphknotenmetastase, Power Doppler

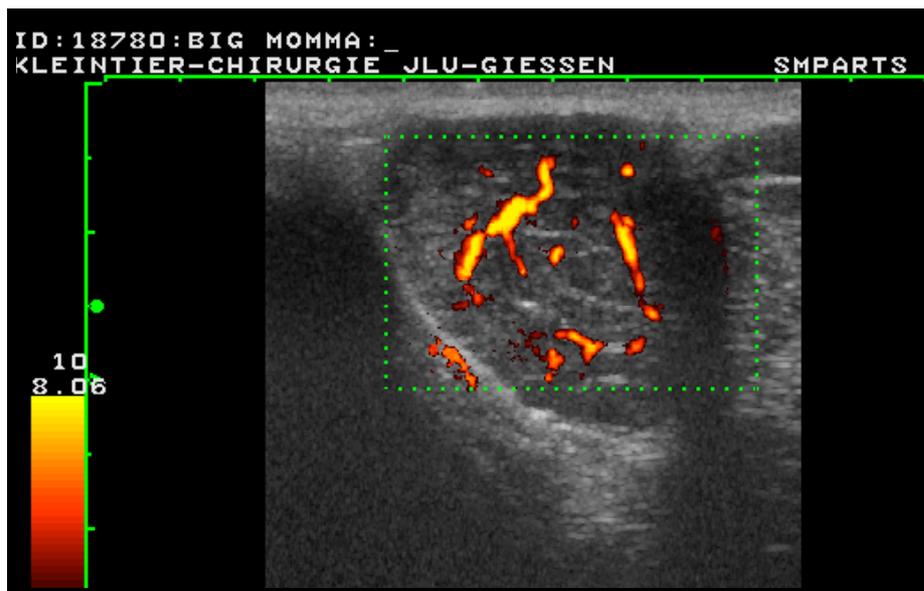


Bild 30: Lymphknotenmetastase, Power Doppler

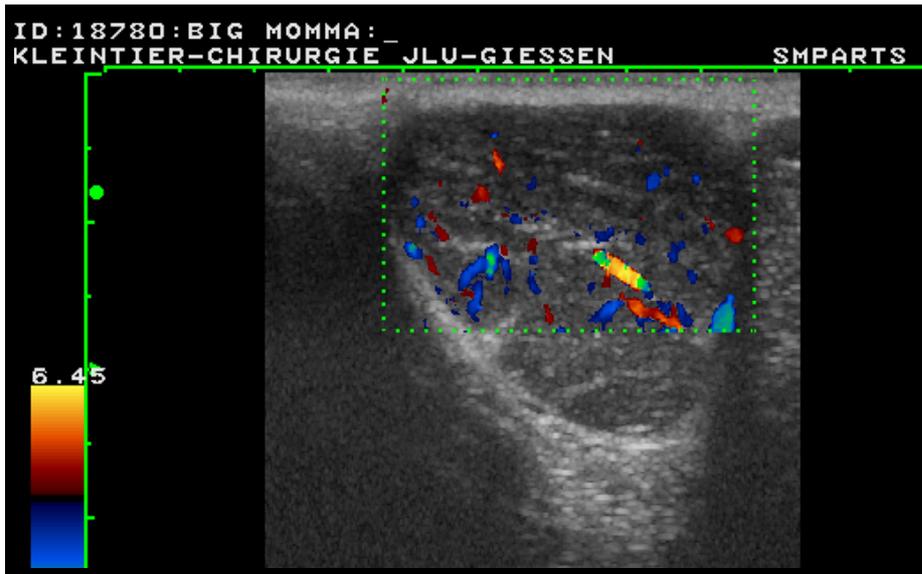


Bild 31: Lymphknotenmetastase, Farbdoppler

4.7.2 Benigne Lymphknotenvergrößerungen

Insgesamt sechs untersuchte Lymphknoten konnten zytologisch als benigne Hyperplasien eingestuft werden. Die Tabellen 13 a-b zeigen die Ergebnisse der Untersuchungen.

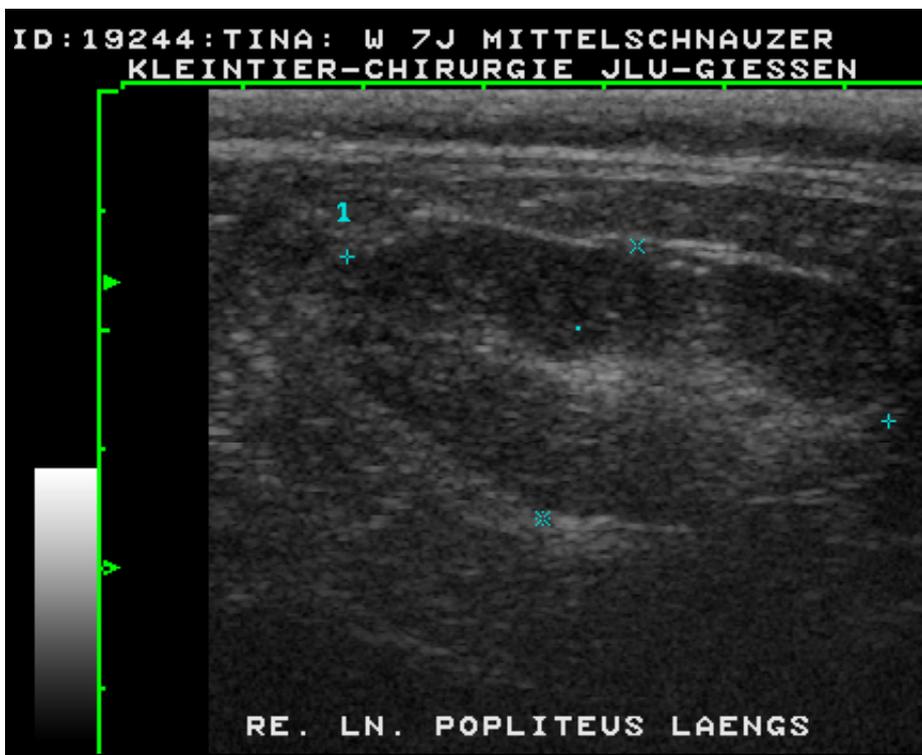


Bild 32: Lymphadenitis, B-Mode

Rasse	Riesenschnauzer wk., 11 J.	Cocker Spaniel m, 11 J	Großpudel m, 5 J.
Größe (cm)	2,5x2,0x2,1	2,5x1,5x2,5	3,5x2,2x3,5
Form	oval	oval	oval
Abgrenzbarkeit	schlecht, keine deutliche Randbegrenzung	gut, reflexreicher Randsaum	gut, reflexreicher Randsaum, umgebendes Gewebe auf 8 mm Ø reflexreich
Echomuster	homogen, mgr. echogen	homogen reflexarm, Hilusfettzeichen	homogen, mgr. echogen
Lat. SS	nein	ja	nein
Dist. SV	nein	ja	ja
Farbdoppler	ggr. Durchblutung, ein zentrales Gefäß (1 mm Ø)	ggr. Durchblutung, schwach verzweigtes Hilusgefäß (1 mm Ø)	ggr. Durchblutung, Hilusgefäß (1 mm Ø), ein Gefäß abzweigend
Power Doppler	ggr. Durchblutung, ein zentrales Gefäß (1 mm Ø)	ggr. Durchblutung, schwach verzweigtes Hilusgefäß (1 mm Ø)	ggr. Durchblutung, Hilusgefäß (1 mm Ø), ein Gefäß abzweigend
Makroskopisch	Zytologie	Zytologie	Zytologie

Tabelle 13a: Sonographische Ergebnisse entzündlich vergrößerter Lymphknoten (n=6)

Rasse	Labrador-Mix w, 5 J.	Mittelschnauzer w, 7 J.	Mittelschnauzer w, 7 J.
Größe (cm)	1,3x0,8x0,8	2,3x1,3x1,1	2,8x1,2x1,2
Form	oval	oval	oval
Abgrenzbarkeit	gut, deutlich reflexärmer als Umgebung	gut, reflexreicher Randsaum	gut, reflexreicher Randsaum
Echomuster	homogen, mgr. echogen	homogen, reflexarm, Hilusfettzeichen	ggr. inhomogen, reflexarm mit einem hgr. reflexarmem Areal (1x0,8 cm), Hilusfettzeichen
Lat. SS	nein	nein	nein
Dist. SV	nein	nein	nein
Farbdoppler	ggr. Durchblutung, Hilusgefäß (0,5mm Ø), davon abzweigend wenige kleine Blutgefäße, zentrale Durchblutung	ggr.-mgr. Durchblutung, von dorso-kranial zieht ein Gefäß ins Zentrum (1 mm Ø) und verzweigt sich dort, zentral mehrere kleine Gefäße	ggr.-mgr Durchblutung, von kranial ziehen einzelne Gefäße bis 1 mm Ø ins Zentrum und verzweigen sich dort, ausschließlich zentrale Durchblutung.
Power Doppler	ggr. Durchblutung, Hilusgefäß (0,5 mm Ø), davon abzweigend wenige kleine Blutgefäße, zentrale Durchblutung	ggr.-mgr. Durchblutung, ein Gefäß (1 mm Ø) zieht von dorso-kranial ins Zentrum und verzweigt sich dort, einzelne kleine Gefäße zentral	ggr.-mgr. Durchblutung, von kranial ziehen einzelne Gefäße bis 1 mm Ø ins Zentrum und verzweigen sich dort, ausschließlich zentrale Durchblutung
Makroskopisch	Zytologie	Zytologie	Zytologie

Tabelle 13b: Sonographische Ergebnisse von entzündlich vergrößerten Lymphknoten (n=6)

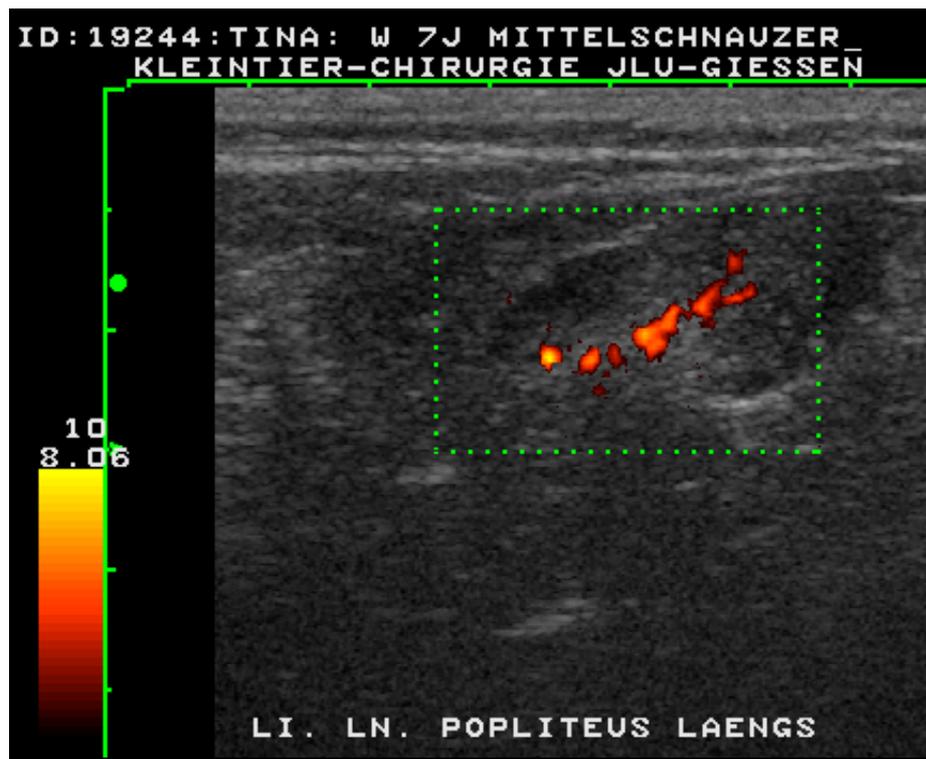


Bild 33: Lymphadenitis, Power Doppler

5 Ergebnisse

5.1 Benigne Hauttumoren

Der am häufigsten in dieser Studie untersuchte benigne Hauttumor war das *Lipom*. Es war aufgrund seiner charakteristischen Struktur schon im B-Mode sicher als solches zu diagnostizieren. Es war mehr oder weniger oval und durch eine reflexreiche, dünne Randzone gut von seiner Umgebung abgrenzbar. Diese Randzone entsprach makroskopisch der dünnen Tumorkapsel. Die Tumorgöße variierte sehr stark, wobei Ausmaße bis zu 8 cm im Durchmesser vorkamen. Im Durchschnitt erreichten die untersuchten Lipome die Größe von 4,6 x 2,8 x 4,4 cm. Die Echotextur des Lipoms stellte sich in allen Fällen homogen dar. Auf der reflexarmen Grundstruktur verteilten sich diffus reflexreiche Stippchen und Striche. Sechs der zwölf untersuchten Lipome wiesen reflexreiche Septen unterschiedlicher Länge auf, die den Tumor in einzelne Anteile unterteilten. Nur bei vier Lipomen war die distale Schallverstärkung darstellbar, ein Lipom zeigte laterale Schallschatten.

Die Untersuchungen im Farbdoppler ergaben bei allen Lipomen eine geringgradige Durchblutungstendenz. Nur vereinzelte Blutgefäße konnten im Fettgewebe dargestellt werden. Sechs Fettgeschwulste wiesen ausschließlich im Randbereich vereinzelt Gefäße auf, in den sechs anderen Fällen konnten Gefäße auch im Tumorzentrum nachgewiesen werden. In allen Fällen handelte es sich aber um vereinzelt auftretende, kleine Blutgefäße ohne pathologische Erscheinungsbilder.

Im Power Doppler bestätigte sich die geringgradige Durchblutungsneigung aller Lipome. Auch hier waren kleine Blutgefäße im Tumorzentrum oder in der Peripherie nachweisbar.

Bei vier der untersuchten benignen Hauttumoren handelte es sich um *infiltrative Lipome*. Sie erreichten Durchmesser bis zu 15 x 6,0 x 10 cm (\emptyset 9,3 x 4,2 x 5,8 cm). In zwei Fällen war die regelmäßige Form nicht mehr erkennbar. Im Gegensatz zum Lipom war die Abgrenzung zum umgebenden Gewebe nicht sicher möglich. Ausläufer des Tumorgewebes zogen zwischen die Muskulatur oder anderes umgebendes Gewebe. Reflexreiche Randzonen waren nicht oder nur an kleinen Teilen der Zubildung erkennbar. Die Echostruktur erwies sich als mittelgradig (n=3) bis hochgradig (n=1) inhomogen. Auffällig war das Gemisch aus reflexreicheren, reflexarmen und mittelgradig echogenen Bezirken, die ohne Abgrenzung ineinander übergingen. Auch typisch lipomartige Bezirke, also reflexarm mit reflexreichen Stippchen, kamen immer vor, sowie Areale, die sehr wolkige Strukturen aufwiesen. Keines der untersuchten Gebilde besaß laterale Schallschatten, und nur bei einem infiltrativen Lipom war

distale Schallverstärkung erkennbar. Die Untersuchungen im Farbdoppler und im Power Doppler zeigten die geringgradige Durchblutung, die dem Lipom entsprach. Anhand der lipomartigen Anteile im sonographischen Bild wurde die Verdachtsdiagnose „infiltratives Lipom“ in allen vier Fällen gestellt, die sich durch die pathologisch-histologische Untersuchung bestätigte.

Fünf der benignen Neoplasien waren *Histiozytome*. Sie zeigten eine runde (n=3) oder ovale (n=2) Form. Alle fünf Histiozytome waren gut abgrenzbar, die Echotextur war homogen (n=4) oder geringgradig inhomogen (n=1). In jeweils drei Fällen konnte lateraler Schallschatten oder distale Schallverstärkung dargestellt werden. Die Untersuchungen im Farbdoppler zeigten in drei Fällen geringgradige Durchblutung, zweimal waren keine Gefäße intratumoral nachweisbar. Im Power Doppler konnten vier Histiozytome als geringgradig durchblutet eingestuft werden, in einem Fall konnte analog zur Farbdoppler Untersuchung kein Gefäß intratumoral nachgewiesen werden. Makroskopisch wiesen alle fünf eine schmale Kapsel auf. Anhand der sonographischen Untersuchung konnte die Diagnose „Histiozytom“ nicht gestellt werden, da das Erscheinungsbild sich als nicht charakteristisch für Histiozytome erwies.

Die zwei untersuchten *Dermoidzysten* waren oval und gut vom umgebenden Gewebe abgrenzbar. In einem Fall zeigte das Sonogramm die reflexreiche Randbegrenzung. Die Echotextur war mittelgradig inhomogen (n=1) bzw. geringgradig inhomogen (n=1). Distale Schallverstärkung war in einem Fall erkennbar. Die Durchblutungsneigung war geringgradig. Makroskopisch besaß eine der Dermoidzysten eine Kapsel, nach Anschnitt entleerte sich bei beiden bräunliches Sekret.

Die 3 sonographierten *Adenome* waren von ovaler Form und gut abgrenzbar. Die Echotextur erwies sich als mittelgradig inhomogen (n=2) bzw. homogen (n=1). Sie zeigten distale Schallverstärkung, aber nur in einem Fall waren laterale Schallschatten darstellbar. Das Sonogramm im Farbdoppler bzw. im Power Doppler zeigte geringgradige Durchblutung (n=2) oder gering-mittelgradige Durchblutung (n=1). Die Bestimmung der Tumorart war anhand des sonographischen Bildes nicht möglich.

Der untersuchte *benigne Misch tumor* war rund mit reflexreicher Randbegrenzung. Die Echostruktur war homogen. Das distale Gewebe war reflexreich, die Durchblutungsneigung geringgradig. Makroskopisch zeigte sich eine dünne Kapsel.

Die Form der *Calcinosis cutis circumscripta* war rund (n=1) bzw. oval (n=1). Beide konnten im Sonogramm nur schlecht abgegrenzt werden und erschienen hochgradig inhomogen. Zentral befanden sich reflexreiche Gebilde mit distalem Schallschatten. Das distale Gewebe

war in einem Fall reflexreicher. Die Durchblutungsneigung war bei beiden gering. In beiden Fällen wurde die Verdachtsdiagnose „Calcinosis cutis circumscripta“ sonographisch gestellt und pathologisch-histologisch bestätigt.

Pilomatrixom: Fünf Pilomatrixome wurden untersucht. Sie wiesen ovale (n=4) oder runde (n=1) Formen auf. Vier dieser Neoplasien waren gut abgrenzbar, zwei mit reflexreichem Randsaum, in einem Fall war die deutliche Abgrenzung nicht möglich. Das intratumorale Gewebe war homogen (n=2), mittelgradig inhomogen (n=1) oder hochgradig inhomogen (n=2). Zwei Pilomatrixome wiesen reflexreiche Gebilde mit Schallschatten auf, drei zeigten reflexlose Areale. Distale Schallverstärkung war in vier Fällen erkennbar, nur ein Pilomatrixom zeigte laterale Schallschatten. Die Durchblutungstendenz war geringgradig (n=2), mittelgradig (n=2) oder hochgradig (n=1). Die untersuchten Pilomatrixome wiesen sehr unterschiedliche sonographische Bilder auf. Das Vorliegen von massiven Entzündungsmerkmalen in drei Fällen könnte diese Tatsache erklären. Die eindeutige Artbestimmung war jedoch durch die sonographische Untersuchung nicht möglich.

Schweißdrüsenmisch tumor: Der untersuchte Tumor war oval und durch die reflexreiche Randbegrenzung gut abgrenzbar. Die Grundstruktur war homogen. Sowohl lateraler Schallschatten als auch distale Schallverstärkung waren erkennbar. Im Farbdoppler und im Power Doppler war die Durchblutung gering.

Zystisches Trichoepitheliom: Die Form war rund (n=1) bzw. oval (n=1). Beide wiesen einen reflexreichen Randsaum auf und waren gut abgrenzbar. Das intratumorale Gewebe war homogen (n=1) bis geringgradig inhomogen (n=1). Sowohl laterale Schallschatten als auch distale Schallverstärkung waren vorhanden. Die Durchblutungsneigung war bei beiden Neoplasien gering.

Die Artbestimmung des benignen Tumors gelang nur bei Lipomen, infiltrativen Lipomen und bei der Calcinosis cutis circumscripta. Andere benigne Hauttumoren zeigten kein charakteristisches Bild. Die zweite Frage, die mit dieser Arbeit geklärt werden sollte, war, ob es anhand bestimmter Charakteristika gelingt, die Unterscheidung zwischen benignen und malignen Hauttumoren treffen zu können. Zur Klärung dieser Fragestellung sollen nachfolgend zunächst alle benignen Tumoren auf das Vorhandensein bestimmter charakteristischer Merkmale überprüft werden.

Insgesamt wiesen von 38 untersuchten, benignen Tumoren 35 (92,11 %) regelmäßige Formen auf. Neun (23,68 %) zeigten eher rundliche Gestalt, 26 (68,42 %) Neoplasien waren deutlich

oval. Nur bei drei (7,89 %) benignen Hauttumoren konnte keine annähernd regelmäßige Form gefunden werden.

In 31 (81,58 %) Fällen war das neoplastische Gewebe gut vom umgebenden gesunden Gewebe abgrenzbar. 21 (55,26 %) dieser Tumoren zeigten schmale, reflexreiche Randbegrenzungen, die makroskopisch einer dünnen Kapsel entsprachen, während zehn (26,32 %) Neoplasien nur durch ihre reflexärmere Struktur und den scharfen Außenrand abzugrenzen waren. Sieben (18,42 %) der untersuchten gutartigen Neubildungen erwiesen sich als schlecht abgrenzbar. Bei ihnen konnte die klare Trennung zwischen Tumorgewebe und physiologischem Gewebe nicht erfolgen.

In drei (7,89 %) Fällen erschien das tumorumgebende Gewebe reflexreich und zeigte eine eher wolkige Struktur.

Die Echostruktur der einzelnen Tumoren variierte sehr stark. Homogene oder geringgradig inhomogene Strukturen wiesen 25 (65,79 %) der 38 Tumoren auf. In acht (21,05 %) Fällen konnte das intratumorale Gewebe als mittelgradig inhomogen, in fünf (13,16 %) Fällen als hochgradig inhomogen eingestuft werden. Die Grundstruktur bei allen benignen Hauttumoren war mittelgradig echogen bis reflexarm. Auffällig waren zusätzliche reflexärmere oder reflexlose Areale, zum Teil unregelmäßig begrenzt und von unterschiedlicher Größe, sowie reflexreichere Tumoranteile. In einigen Fällen (Calcinosis cutis circumscripta, Haarfollikeltumor etc.) konnten reflexreiche Gebilde mit distalem Schallschatten dargestellt werden, die Verkalkungsherden entsprachen.

22 (57,89 %) der untersuchten benignen Neoplasien zeigten eine geringe bis deutliche distale Schallverstärkung, nur bei neun (23,68 %) Tumoren konnten laterale Schallschatten nachgewiesen werden.

In Untersuchungen im Farbdoppler sowie im Power Doppler stellten sich die sonographierten benignen Hauttumoren relativ einheitlich dar. In 32 (84,21 %) Fällen wiesen sie eine geringgradige Durchblutungsneigung auf. In einem Fall (2,63 %) konnte eine geringgradige-mittelgradige Durchblutung festgestellt werden. Zwei (5,26 %) der untersuchten benignen Neoplasien wiesen eine mittelgradige Gefäßanzahl auf, während bei einem Tumor (2,63 %) mittel-hochgradige Gefäßdarstellungen möglich waren. Drei der Neubildungen mit vermehrter Durchblutung wiesen histologisch massive Entzündungsanzeichen auf. In zwei (5,26 %) Fällen konnten keine intratumoralen Gefäße nachgewiesen werden. Die detektierten Gefäße zeigten keine pathologischen Auffälligkeiten und erreichten Durchmesser von bis zu drei mm. Ausschließliche Durchblutung im Randbereich zeigten 20 (52,63 %) Neubildungen.

16 (42,11 %) Tumoren wiesen ein diffuses Durchblutungsmuster auf.

5.2 Entzündliche Zubildungen

15 Zubildungen waren entzündlicher Genese. Als *Abszeß* wurden elf (73,33 %) von ihnen bezeichnet, vier (26,67 %) waren pyogranulomatöse Entzündungen. Die durchschnittliche Größe der untersuchten Abszesse lag bei 5,9 x 2,8 x 4,8 cm. Sieben (63,64 %) dieser Zubildungen waren oval, zwei (18,18 %) stellten sich als rundliche Gebilde dar, während bei zwei (18,18 %) Abszessen keine Form zu definieren war.

In sechs Fällen (54,55 %) zeigte das Sonogramm deutliche Abgrenzbarkeit des veränderten Gewebes durch eine bis zu mehreren Millimetern breite, reflexreiche Randbegrenzung. Fünf Abszesse (45,45 %) zeigten keine deutliche Randbegrenzung. Das sogenannte „Sandwichphänomen“, also das abwechselnde Auftreten reflexreicher und reflexarmer Gewebeschichten im Randbereich der entzündlichen Veränderung, wiesen acht (72,73 %) Abszesse auf. Auffällig waren des weiteren bei zehn (90,91 %) der elf Abszesse flüssigkeitsgefüllte Hohlräume mit hochgradig korpuskulären Flüssigkeitsbewegungen. Laterale Schallschatten konnten an keinem der elf Abszesse nachgewiesen werden, während acht (72,73 %) distale Schallverstärkung zeigten.

Die Untersuchungen im Farbdoppler und im Power Doppler ergaben ein breites Durchblutungsspektrum: Ein (9,09 %) Abszeß mit geringgradiger, fünf (45,45 %) mit gering-mittelgradiger, zwei (18,18 %) mit mittelgradiger und ein (9,09 %) Abszeß mit mittel-hochgradiger Durchblutung wurden dokumentiert. In jeweils einem Fall zeigte die Farbdoppleruntersuchung eine geringgradige (bzw. mittelgradige) Durchblutungstendenz, während die Untersuchung im Power Doppler eine gering-mittelgradige (bzw. mittel-hochgradige) Blutgefäßversorgung feststellte. Die detektierten Blutgefäße konzentrierten sich auf den gewebigen Randbereich der Zubildungen. In zehn (90,91 %) der elf Fälle wurde sonographisch anhand der entzündlichen Schichtung im Randbereich („Sandwichphänomen“) und dem Vorhandensein des flüssigkeitsgefüllten Hohlraumes die richtige Diagnose „Abszeß“ gestellt. In einem Fall wurde der Abszeß als gewebiger, maligner Tumor eingestuft.

Bei vier der entzündlich verursachten Zubildungen handelte es sich um *pyogranulomatöse Entzündungen*. Sie erreichten eine durchschnittliche Größe von 4,0 x 2,2 x 3,5 cm.

Drei (75 %) dieser Zubildungen wiesen eine ovale Form auf, während eine (25 %) Neoplasie eine rundliche Gestalt hatte. Bei zwei (50 %) ovalen Zubildungen zeigte das Sonogramm eine deutliche Abgrenzung zum gesunden Gewebe durch einen reflexreichen Randsaum. Eine entzündliche Veränderung (25 %) wies diesen Randsaum nicht auf, hier war das umgebende Gewebe auf ca. 5 mm sehr reflexreich und wolkig. Die vierte, pyogranulomatös-entzündliche

Zubildung wies keine Randbegrenzung auf. Hier schien das veränderte Gewebe invasiv in die gesunde Umgebung einzudringen. In zwei (50 %) Fällen stellte sich die sonographierte Zubildung geringgradig inhomogen gewebig dar. Zwei Zubildungen (50 %) wiesen einen nur kleinen, flüssigkeitsgefüllten Hohlraum auf. Laterale Schallschatten konnten nur bei einer (25 %) der vier Veränderungen festgestellt werden, zwei (50 %) der Zubildungen zeigten distale Schallverstärkung.

Die Untersuchungen im Farbdoppler und im Power Doppler zeigten gering-mittelgradige (n=2, 50 %), mittelgradige (n=1, 25 %) sowie mittel-hochgradige (n=1, 25 %) Blutgefäßansammlungen in diesen Zubildungen. Alle vier Fälle wurden sonographisch falsch als gewebige, maligne Zubildung eingestuft.

5.3 Zysten der Glandula mandibularis (Meliceris)

Drei der vorgestellten Zubildungen waren Zysten der Glandula mandibularis (*Meliceris*). Sie erreichten die durchschnittliche Größe von 6,8 x 4,3 x 2 cm. Ihre Form war oval (n=2) bzw. rundlich-oval (n=1). Sie wiesen reflexreiche Randbegrenzungen auf (n=2) oder waren durch einen gewebigen Rand von ihrer Umgebung abgegrenzt (n=1). Bei allen Speicheldrüsenzysten zeigte das Sonogramm eine Zubildung, die fast ausschließlich aus einem mit hochgradig korpuskulärer Flüssigkeit gefüllten Hohlraum bestand. Dieser ließ sich bei zwei Zubildungen bis zur Glandula mandibularis verfolgen. Distale Schallverstärkung konnte bei allen drei Neubildungen nachgewiesen werden. Die Durchblutungsneigung beschränkte sich auf den Kapselbereich und erwies sich als geringgradig (n=1, 33,33 %) bzw. gering-mittelgradig (n=2, 66,67 %). Makroskopisch entleerte sich nach Anschnitt der Kapsel zähfließende, gelblich-bräunliche Flüssigkeit. In allen drei Fällen konnte mittels des Graubildes aufgrund der Lokalisation der Zubildung, den in zwei Fällen nachweisbaren Übergang zur Glandula mandibularis sowie anhand des sonographischen Erscheinungsbildes die richtige Diagnose gestellt werden.

5.4 Maligne, oberflächliche Tumoren

Innerhalb der malignen Hautneoplasien war das *Fibrosarkom* mit elf untersuchten Tumoren am häufigsten. Sie erreichten Größen von mehr als 20 cm im Durchmesser (Ø 9,1 x 4,0 x 7,5 cm). Auffällig war bei sieben Neoplasien der Verlust der regelmäßigen Form. Die gute Abgrenzbarkeit vom umgebenden Gewebe ergab sich bei fünf Fibrosarkomen aufgrund ihrer deutlich reflexärmeren Grundstruktur. Zwei von ihnen wiesen zusätzliche, reflexreiche Randzonen auf. Bei sechs Neubildungen war die Abgrenzung vom umgebenden Gewebe

anhand des Erscheinungsbildes im Sonogramm nicht möglich. In drei Fällen zeigte das tumorumgebende Gewebe eine reflexreichere und wolkige Struktur.

Nur ein Fibrosarkom, im Durchmesser der kleinste der untersuchten Tumoren (0,9 cm), war homogen. Das intratumorale Gewebe erschien sehr reflexarm, fast reflexlos. Alle anderen Fibrosarkome wiesen mittel-hochgradig inhomogene Echomuster mit unregelmäßigen, reflexarmen, reflexreichen sowie mittelgradig echogenen Bezirken auf. Sehr auffällig waren flüssigkeitsgefüllte Hohlräume. Bei zehn Fibrosarkomen konnten diese, mit korpuskulärer Flüssigkeit gefüllten, reflexlosen Areale nachgewiesen werden. Makroskopisch entleerte sich nach Anschnitt aus zystenartigen Hohlräumen rosafarbene Flüssigkeit.

Bei drei untersuchten Tumoren zeigte das Sonogramm intratumoral reflexreiche Gebilde mit distalem Schallschatten. Laterale Schallschatten konnten nur in zwei Fällen nachgewiesen werden, wohingegen bei sieben Fibrosarkomen das distale Gewebe deutlich reflexreicher war. Alle elf Fibrosarkome wiesen sowohl im Farbdoppler als auch im Power Angio Mode eine mittel- bzw. hochgradige Durchblutungsneigung mit multiplen Gefäßdarstellungen auf. Zusätzlich konnten pathologische Merkmale wie unregelmäßiger Gefäßverlauf oder sehr starke Verzweigungen mit variierendem Gefäßdurchmesser bei sechs Tumoren dargestellt werden. Obwohl die Neigung dieser Tumorart zur Bildung flüssigkeitsgefüllter Hohlräume auffällig war, konnte dieses Kriterium nicht zur ausschließenden Artdiagnose „Fibrosarkom“ herangezogen werden, da auch bei Tumoren anderer Gewebeart solche Hohlräume nachweisbar waren.

Mastzelltumoren: Insgesamt acht Neoplasien wurden sonographisch untersucht. Sie wiesen ovale (n=4) oder runde (n=4) Formen auf. Sechs Mastzelltumoren waren gut abgrenzbar, in einem Fall zeigte das Sonogramm eine reflexreiche Randbegrenzung. Zwei Neoplasien waren schlecht abgrenzbar. Das tumorumgebende Gewebe war in drei Fällen reflexreich und wolkig verändert. Die Echotextur reichte von homogen (n=3), geringgradig inhomogen (n=2) bis mittelgradig inhomogen (n=3). Laterale Schallschatten zeigten fünf, eine distale Schallverstärkung sechs der untersuchten acht Neubildungen. Der Durchblutungsmodus variierte von geringgradig (n=1) über mittelgradig (n=5) bis hochgradig (n=2). Die detektierten Gefäße befanden sich im Randbereich (n=3) oder waren diffus über das gesamte tumorale Gewebe verteilt (n=5). In zwei Fällen konnten unregelmäßige Verläufe oder starke Verzweigungen der Blutgefäße nachgewiesen werden. Makroskopisch zeigten fünf Mastzelltumoren keine Kapsel, während eine Zubildung eine dünne Wandbegrenzung aufwies. Zwei Tumoren wurden bioptiert. Die sonographische Artdiagnose war nicht möglich.

Die untersuchten Mastzelltumoren variierten deutlich in ihrer Echostruktur und Echogenität, sowie in der Abgrenzbarkeit vom umgebenden Gewebe.

Hämangiosarkom: Ihre Form war entweder oval (n=2) oder unregelmäßig (n=1). In zwei Fällen war die Abgrenzung zum umgebenden Gewebe schlecht, das tumorale Gewebe eines Hämangiosarkoms erschien deutlich reflexärmer und dadurch abgrenzbar. Das tumorumgebende Gewebe war in einem Fall reflexreich und wolkig. Die Echostruktur erschien mittelgradig (n=1) bis hochgradig (n=2) inhomogen. Alle drei Hämangiosarkome wiesen hochgradige, diffuse Durchblutungsneigungen mit zum Teil (n=2) unregelmäßigen Blutgefäßverläufen oder –zusammenballungen auf. Im Graubild fanden sich keine übereinstimmenden Merkmale, anhand derer die Gewebebestimmung möglich gewesen wäre. Ausschließlich in der hochgradigen Durchblutungsneigung zeigten die drei Tumoren Übereinstimmungen.

Maligne Histiozytose: Die sonographische Form war rund (n=1) bzw. unregelmäßig (n=1). In einem Fall war die Abgrenzung zur Umgebung möglich, im anderen Fall wies der Tumor Ausläufer ins Gewebe auf. Das tumorumgebende Gewebe war bei einer Neoplasie reflexreich (n=1). Das intratumorale Gewebe war geringgradig (n=1) bzw. hochgradig (n=1) inhomogen mit reflexlosen Arealen. Beide Neubildungen zeigten distale Schallverstärkung. Die Durchblutungstendenz war mittelgradig (n=1) bzw. hochgradig (n=1). In einem Fall konzentrierten sich die gefundenen Gefäße auf den Randbereich, im anderen lagen sie diffus verteilt.

Malignes Melanom: Die sonographierte Zubildung war rund mit reflexreichem Randsaum. Die Echostruktur war geringgradig inhomogen mit reflexlosen Arealen. Sowohl laterale Schallschatten als auch distale Schallverstärkung waren erkennbar. Die Durchblutungsneigung war mittelgradig und konzentrierte sich auf den Randbereich.

Plattenepithelkarzinom: Alle drei untersuchten Plattenepithelkarzinome zeigten unregelmäßige Formen und waren nicht von der Umgebung abgrenzbar. Das tumorumgebende Gewebe erschien bei einem Tumor reflexreich verändert. Die Grundstruktur war mittelgradig (n=2) bzw. hochgradig (n=1) inhomogen. In zwei Fällen konnten jeweils reflexlose Areale bzw. reflexreiche Gebilde mit Schallschatten dargestellt werden. Eine Neoplasie zeigte distale Schallverstärkung. Die Durchblutungstendenz variierte von mittelgradig (n=1) bis hochgradig (n=2). Zweimal lagen die Gefäße diffus verteilt, einmal eher im Randbereich. Bei einer Neubildung waren unregelmäßige Gefäßverläufe erkennbar. Anhand des sonographischen Erscheinungsbildes war die Bestimmung der Tumorart nicht möglich.

Malignes Blastom: Die Form der sonographierten zwei Tumoren war unregelmäßig (n=1) bzw. rautenförmig (n=1). Beide waren schlecht abgrenzbar. Das intratumorale Gewebe erschien geringgradig inhomogen (n=1) oder homogen (n=1). Ein Tumor zeigte intratumoral reflexreiche Gebilde mit distalen Schallschatten. Das distale Gewebe erschien in einem Fall reflexreicher. Die Durchblutung war mittelgradig (n=1)–hochgradig (n=1), diffus (n=1) oder im Randbereich (n=1).

Undifferenziertes Karzinom: Dieser Tumor war unregelmäßig geformt und nur schlecht abgrenzbar. Das Tumorgewebe erschien mittelgradig inhomogen. Die Durchblutung war mittelgradig diffus.

Schilddrüsenkarzinom: Zwei Schilddrüsenkarzinome waren oval, eines rundlich-oval. Alle drei waren gut abgrenzbar, davon wies ein Tumor eine reflexreiche Randbegrenzung auf. Das tumorumgebende Gewebe erschien in einem Fall reflexreicher. Die Echotextur war mittelgradig (n=1) bis hochgradig (n=2) inhomogen. Alle Tumoren zeigten intratumoral reflexlose Areale. Ein Schilddrüsenkarzinom enthielt reflexreiche Gebilde mit distalem Schallschatten. Distale Schallverstärkung konnte in zwei Fällen dargestellt werden. Die drei Neoplasien wiesen hochgradige Durchblutungstendenzen auf mit diffus verteilten Gefäßen, die in einem Fall unregelmäßige Verläufe zeigten. Durch die sonographische Untersuchung konnte die Zuordnung der Neoplasie zur Schilddrüse sicher erfolgen. Anhand der Lokalisation, der inhomogenen Struktur und der hochgradigen Blutgefäßneubildung wurde in allen drei Fällen die Verdachtsdiagnose Schilddrüsenkarzinom gestellt.

Adenokarzinom: Zwei der vier sonographierten Tumoren waren oval, ein Tumor zeigte eine bohnenförmige Gestalt, eine Neoplasie erschien unregelmäßig geformt. Die Abgrenzung vom umgebenden Gewebe war in zwei Fällen gut erkennbar, in zwei Fällen war keine Begrenzung möglich. Nur ein Tumor wies reflexreiche Randbegrenzungen auf. Das tumorumgebende Gewebe war zum Teil sehr reflexreich (n=2). Intratumoral erschien das Gewebe geringgradig (n=1) bis mittelgradig (n=3) inhomogen. Bei einem Adenokarzinom konnten reflexlose Areale nachgewiesen werden. Distale Schallverstärkung war in drei Fällen, laterale Schallschatten nur in einem Fall erkennbar. Die Durchblutungsneigung variierte von mittelgradig (n=1) über mittel-hochgradig (n=1) bis hochgradig (n=2). Die Gefäße lagen diffus (n=3) oder im Randbereich (n=1) verteilt und zeigten unregelmäßige Verläufe und Zusammenballungen (n=3). Aufgrund des unterschiedlichen sonographischen Erscheinungsbildes war die gewebliche Zuordnung nicht möglich.

Liposarkom: Diese Tumorart wurde einmal untersucht, war länglich und aufgrund der reflexarmen Struktur gut abgrenzbar. Das intratumorale Gewebe erschien mittel-hochgradig

inhomogen. Sowohl lateraler Schallschatten als auch distale Schallverstärkung waren erkennbar. Die Durchblutungstendenz war mittel-hochgradig. Die nachgewiesenen Gefäße zeigten einen teilweise unregelmäßigen Verlauf.

Osteosarkom: Dieser Tumor war unregelmäßig geformt und nicht von seiner Umgebung abgrenzbar. Das tumorumgebende Gewebe erschien reflexreicher. Die Echostruktur war mittelgradig inhomogen mit reflexlosen Arealen. Die Durchblutungsneigung war diffus, mittel-hochgradig mit haufenartig zusammengeballten Gefäßen.

Hämangioperizytom: Hier zeigte das Sonogramm einen ovalen, schlecht abgrenzbaren Tumor. Das tumorumgebende Gewebe erschien reflexreicher. Das neoplastische Gewebe wies mittelgradig inhomogene Strukturen auf und war hochgradig diffus durchblutet. Distale Schallverstärkung war erkennbar.

Entsprechend den benignen Hauttumoren konnte im Fall der malignen Tumoren keine gewebliche Zuordnung der Neoplasie anhand des sonographischen Erscheinungsbildes erfolgen. Ausschließlich im Fall der untersuchten Schilddrüsenkarzinome konnte anhand der Lokalisation und somit der eindeutigen Zuordnung zur Schilddrüse die Verdachtsdiagnose „Schilddrüsenkarzinom“ gestellt werden. In zehn von elf Fällen erwies sich die Verdachtsdiagnose „Fibrosarkom“ aufgrund der nachgewiesenen, flüssigkeitsgefüllten Hohlräume als richtig. Nachfolgend soll überprüft werden, ob maligne Tumoren identische Merkmale aufweisen, anhand derer man sie sonographisch als „maligne“ einstufen kann.

Insgesamt wiesen von 41 malignen Tumoren 16 (39,02 %) unregelmäßige Formen auf, während 25 (60,98 %) Neoplasien regelmäßig geformt waren. In 20 Fällen (48,78 %) war die Abgrenzung vom umgebenden Gewebe möglich. Von diesen 20 Tumoren wiesen aber nur sechs (14,63 %) reflexreiche Randbegrenzungen auf, alle anderen konnten nur aufgrund der reflexärmeren Struktur von der Umgebung unterschieden werden. 21 (51,22 %) Neoplasien zeigten deutlich invasives Wachstum. Das tumorumgebende Gewebe erschien bei 14 (34,15 %) Neoplasien deutlich reflexreicher und wolkig verändert. Das intratumorale Gewebe war fünfmal (12,19 %) homogen, sechsmal (14,63 %) geringgradig inhomogen und bei 30 (73,17 %) Neubildungen mittel-hochgradig inhomogen. Reflexlose, flüssigkeitsgefüllte Areale wurden 19 mal (46,34 %) gefunden. Sieben (17,07 %) Tumoren wiesen Verkalkungsareale auf. Das distale Gewebe erschien bei 25 (60,98 %) malignen Zubildungen reflexreicher, während zehn (24,39 %) Tumoren laterale Schallschatten zeigten. Auffällig war, dass nur ein Tumor (2,44 %) geringgradige Durchblutungsneigung aufwies, die übrigen 40 (97,56 %) Neoplasien waren mittel-hochgradig durchblutet. Die Gefäße konzentrierten

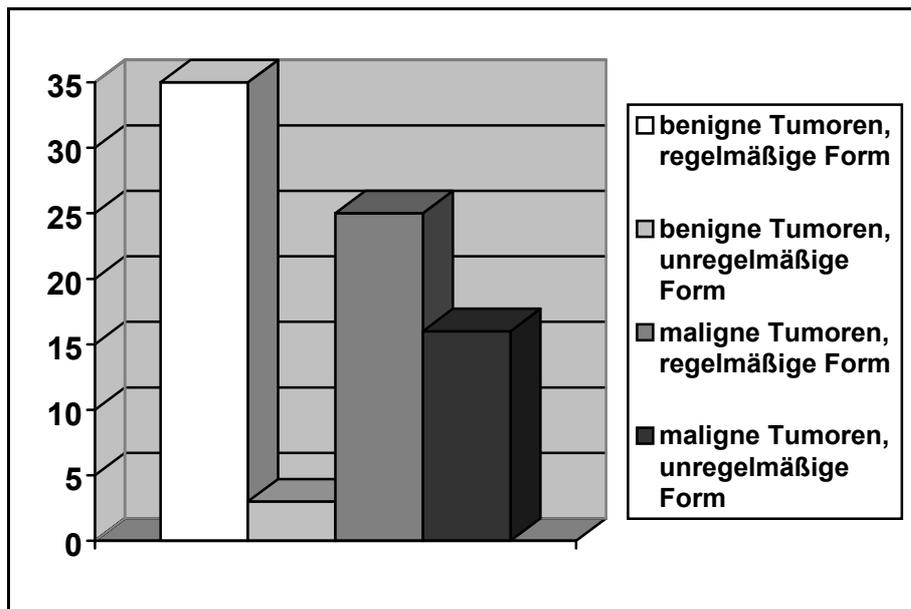
sich in 13 (31,71 %) Fällen auf den Tumorrand, bei 28 (68,29 %) Tumoren verteilten sich diese Blutgefäße diffus im Tumorgewebe.

Unregelmäßigkeiten im Gefäßverlauf zeigte das Sonogramm bei 13 (31,71 %) Neoplasien.

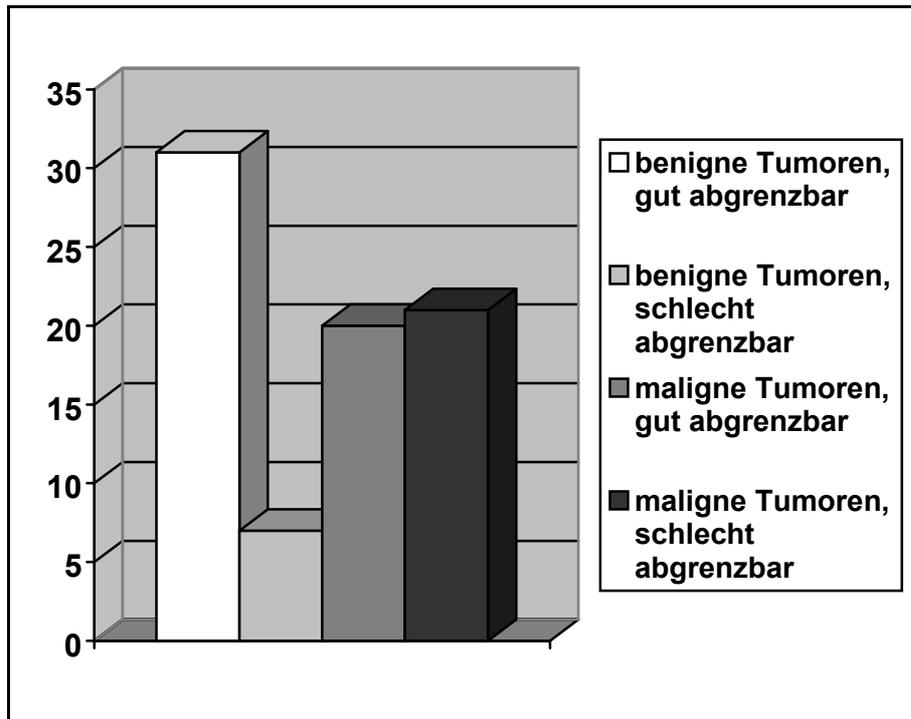
Makroskopisch wiesen nur fünf (12,19 %) maligne Neubildung eine Tumorkapsel auf.

5.4.1 Vergleich maligne und benigne Tumoren

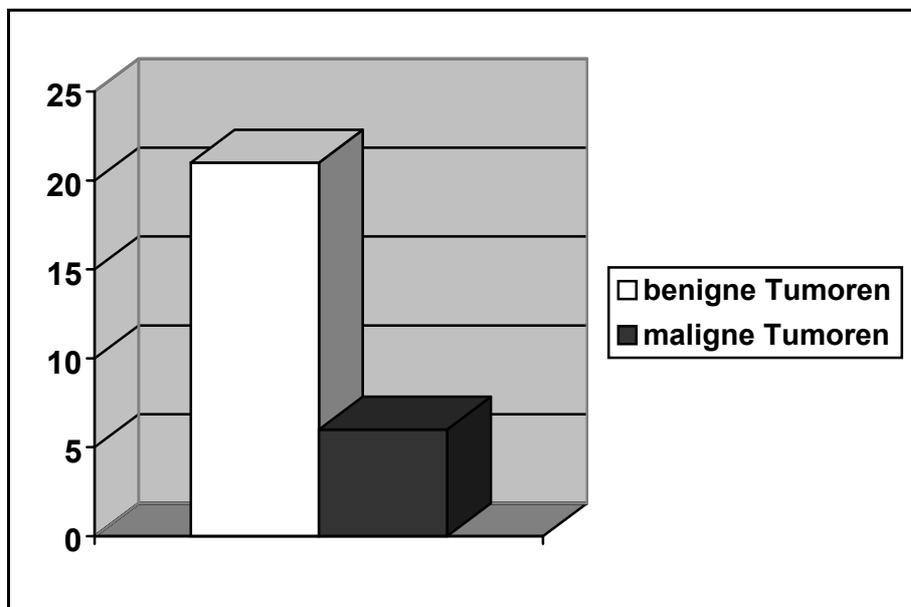
a) Form



Graphik 3: Verteilung benigne/maligne Tumoren im Kriterium „Form“

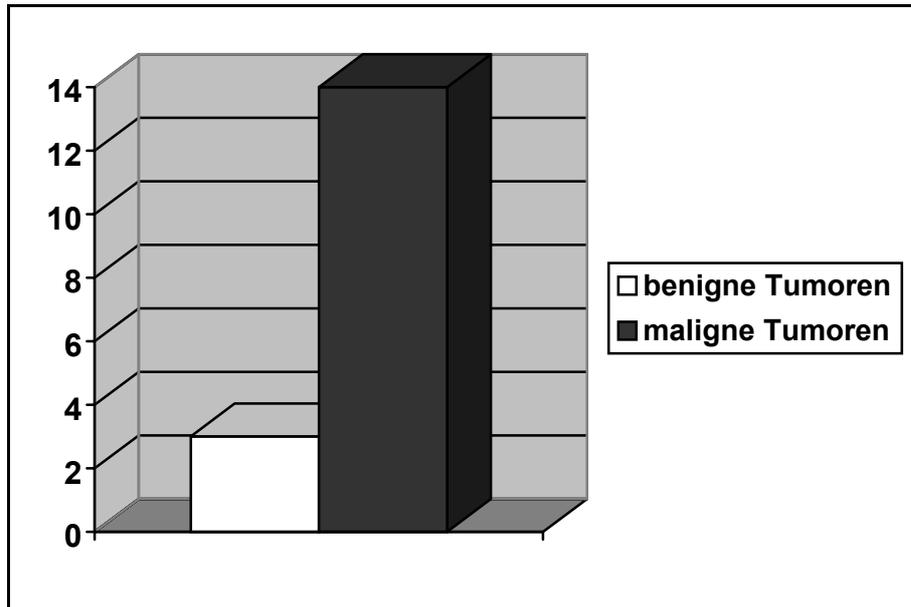
b) Abgrenzbarkeit

Graphik 4: Verteilung benigne/maligne Tumoren im Kriterium „Abgrenzbarkeit“

c) Reflexreicher Randsaum

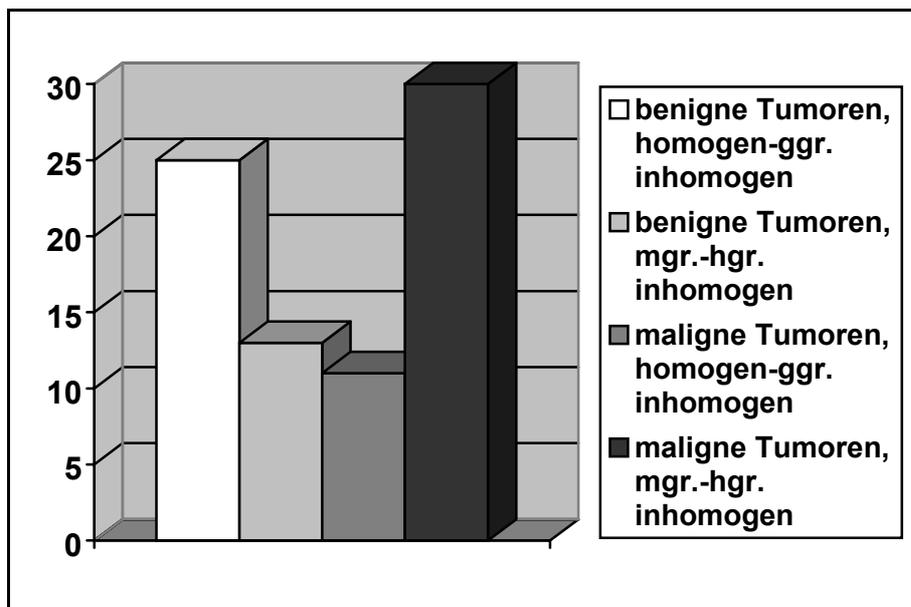
Graphik 5: Verteilung benigne/maligne Tumoren im Kriterium „Randsaum“

d) Tumorumgebendes Gewebe reflexreich



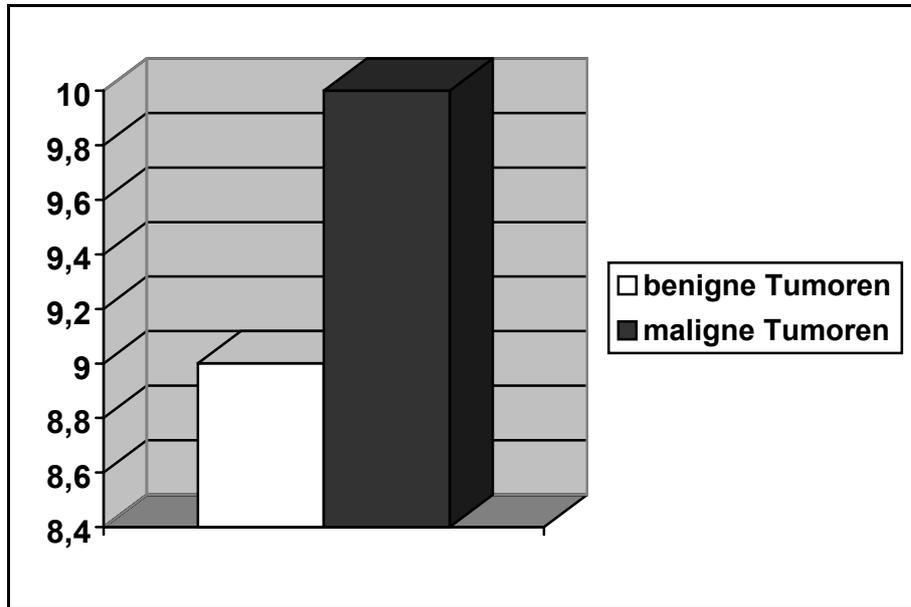
Graphik 6: Verteilung benigne/maligne Tumoren im Kriterium „umgebendes Gewebe reflexreich“

e) Echostruktur



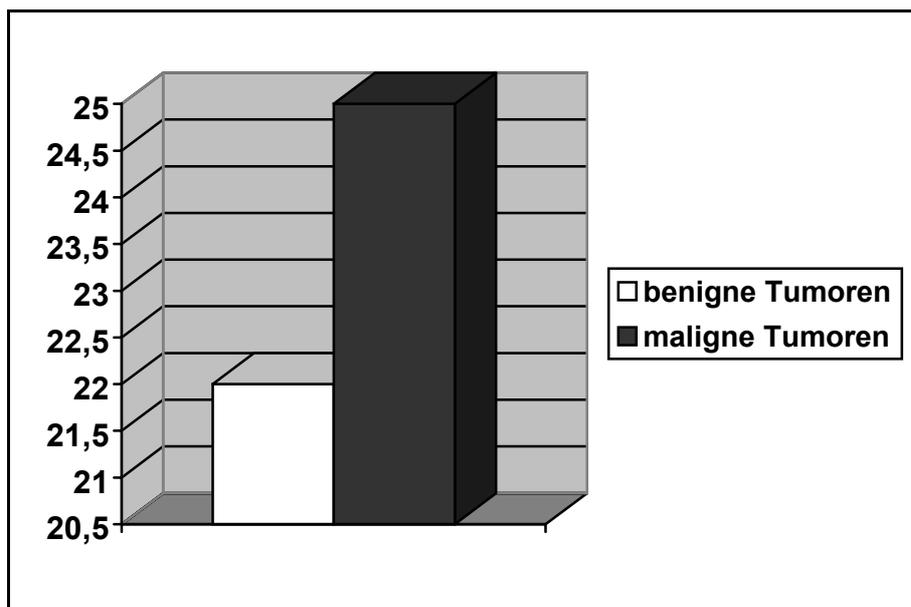
Graphik 7: Verteilung benigne/maligne Tumoren im Kriterium „Echostruktur“

f) Laterale Schallschatten



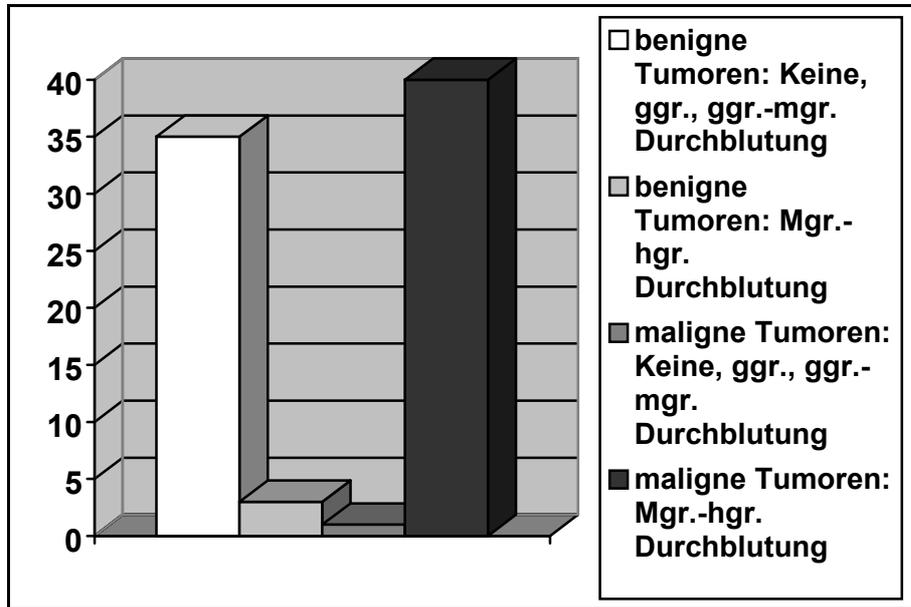
Graphik 8: Verteilung benigne/maligne Tumoren im Kriterium „laterale Schallschatten“

g) Distale Schallverstärkung



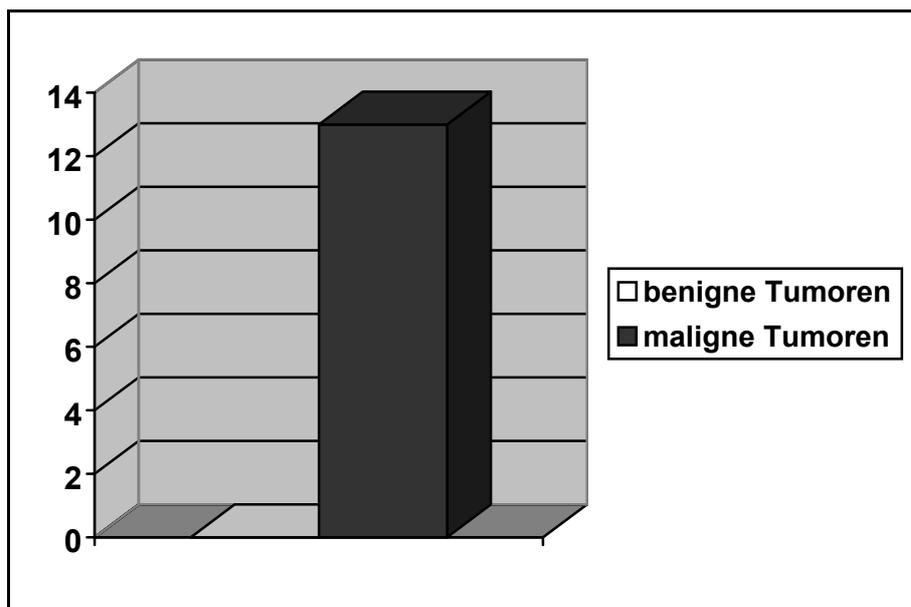
Graphik 9: Verteilung benigne/maligne Tumoren im Kriterium „distale Schallverstärkung“

h) Durchblutungsneigung



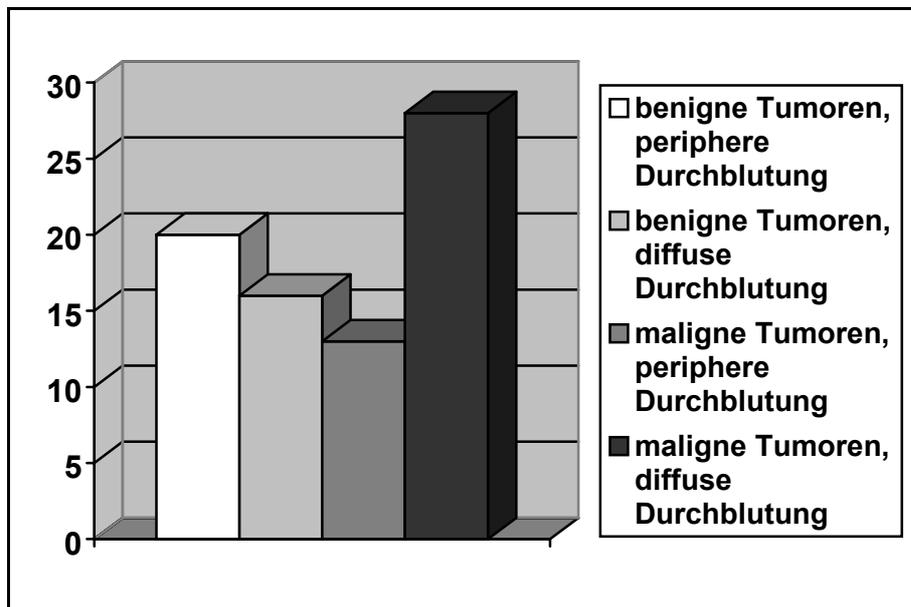
Graphik 10: Verteilung benigne/maligne Tumoren im Kriterium „Durchblutungsneigung“

i) Pathologische Gefäßmuster



Graphik 11: Verteilung benigne/maligne Tumoren im Kriterium „pathologische Gefäßmuster“

j) Gefäßmuster



Graphik 12: Verteilung benigne/maligne Tumoren im Kriterium „Gefäßmuster“

Wie aus den Graphiken 3-12 zu ersehen, sind Charakteristika wie Form und Abgrenzbarkeit keine sicheren Kriterien zur Unterscheidung zwischen benignen und malignen Tumoren. Die gute Abgrenzbarkeit in Zusammenhang mit der Darstellung eines reflexreichen Randsaumes gibt schon deutlichere Hinweise auf Benignität. Trotzdem zeigten auch sechs maligne (14,63 %) Tumoren die reflexreiche Randbegrenzung. Andererseits konnte bei 17 (44,74 %) benignen Tumoren die Randzone nicht dargestellt werden. Die Echostruktur, sowie das Vorhandensein oder Fehlen von lateralen Schallschatten oder distaler Schallverstärkung gaben keinen Aufschluß auf die Dignität. Deutliche Unterschiede zwischen benignen und malignen Tumoren zeigt die Graphik 10 „Durchblutungsneigung“: Drei (7,89 %) benigne Neoplasien wiesen eine vermehrte (mgr.-hgr.) Durchblutung auf, während 40 (97,56 %) maligne Neubildungen mittelgradig bis hochgradig durchblutet waren. Das Vorhandensein von pathologischen Gefäßmustern (starke Verzweigungen, irreguläre Verläufe, Gefäßkaliberschwankungen etc.) scheint beweisend für die Malignität eines Tumors zu sein. Keiner der benignen Neoplasien wies solche Gefäßmuster auf. Das Fehlen solcher Merkmale kann aber nicht zum Ausschluß der Diagnose „maligner Tumor“ führen, da bei 28 (68,29 %) der malignen Neoplasien keine Gefäßunregelmäßigkeiten erkennbar waren. Die Blutgefäßverteilung (diffus oder peripher) zeigte sich in allen Fällen sehr ausgeglichen und konnte daher nicht zur Beurteilung der Dignität herangezogen werden.

Nach oben genannten Kriterien wurde jeder Tumor sonographisch untersucht und anhand der Ergebnisse als benigne oder maligne Neoplasie eingestuft. Die *Genauigkeit* (Häufigkeit der richtigen Diagnose bezogen auf alle Untersuchungen) der Untersuchung wurde wie folgt berechnet:

$$(\text{richtig positiv} + \text{richtig negativ} / \text{Anzahl der Untersuchungen}) \times 100 = \%$$

Alle richtig als „maligner Tumor“ erkannten Neoplasien wurden als richtig positiv bewertet, alle richtig als „benigne Neubildung“ eingeordneten Neoplasien als richtig negativ. Hierbei ergab sich für die *Genauigkeit* der Untersuchungen $((39+47)/97) \times 100 = 88,66 \%$. In diese Berechnung flossen die Ergebnisse aller benignen und malignen Tumoren, sowie diejenigen der entzündlichen Neubildungen. Nicht eingerechnet wurden die Ergebnisse der untersuchten 18 Lymphknotenveränderungen.

5.5 Lymphknotenmetastasen

Insgesamt 18 vergrößerte Lymphknoten wurden sonographisch untersucht. Zwölf von ihnen wurden pathologisch-histologisch bzw. zytologisch als Lymphknotenmetastasen eingestuft. Die GröÙte erreichte einen Durchmesser von 5,5 x 4,9 x 5,5 cm (\emptyset 3,5 x 2,9 x 3,1 cm).

Die im Sonogramm erkennbaren Formen waren relativ ausgeglichen. Sieben Lymphknoten (58,33 %) wiesen runde Formen auf, fünf (41,67 %) waren oval. Die Abgrenzung vom umgebenden Gewebe war überwiegend gut (n=10), bei acht (66,67 %) hyperplastischen Lymphknoten zeigte das Ultraschallbild reflexreiche Randbegrenzungen. In zwei Fällen (16,67 %) war die deutliche Abgrenzung vom umgebenden Gewebe nicht möglich. Dreimal (25,0 %) erschien das tumorumgebende Gewebe reflexreich und wolkgig. Die Grundstruktur der vergrößerten Lymphknoten erwies sich als homogen (n=2), geringgradig inhomogen (n=6), sowie mittel-hochgradig inhomogen (n=4). Bei keinem der metastatischen Lymphknoten wurde das Hilusfettzeichen gesehen. Zehn Mal (83,33 %) konnte distale Schallverstärkung nachgewiesen werden, in drei Fällen (25,0 %) laterale Schallschatten. Die Durchblutungsneigung war mittelgradig (n=6) bzw. hochgradig (n=6). In drei Fällen (25,0 %) zeigte das Sonogramm ein zentral liegendes, sich verzweigendes Blutgefäß. Diffuse Gefäßverteilungen mit deutlicher Durchblutung im Randbereich sowie zentral wiesen zehn Metastasen (83,33 %) auf. Bei zwei (16,67 %) Lymphknoten konzentrierte sich die Durchblutung auf den Kapselbereich. Unregelmäßigkeiten im Gefäßverlauf wurden in sieben Fällen (58,33 %) nachgewiesen.

5.6 Benigne Lymphknotenhyperplasien

Sechs benigne Lymphknotenhyperplasien wurden untersucht. Die Größte unter ihnen war 3,5 x 2,2 x 3,5 cm groß (Ø 2,4 x 1,5 x 2,0 cm). Alle Lymphknoten wiesen ovale Formen auf. Die Abgrenzbarkeit war in fünf Fällen (83,33 %) gut möglich, vier mal (66,67 %) zeigte das Sonogramm reflexreiche Randbegrenzungen. Nur einmal (16,67 %) war die Abgrenzung vom umgebenden Gewebe nicht sicher möglich. Dieses umgebende Gewebe erschien bei einem Lymphknoten (16,67 %) reflexreich und wolkig. Die Echostruktur war homogen (n=5) bzw. geringgradig inhomogen (n=1). Das sogenannte Hilusfettzeichen konnte dreimal (50,0 %) nachgewiesen werden. Distale Schallverstärkung wiesen zwei Lymphknoten (33,33 %), laterale Schallschatten nur Einer (16,67 %) auf. Die Durchblutungsneigung war geringgradig (n=4) bis mittelgradig (n=2). Hierbei fiel die ausschließlich zentrale Ansammlung von Blutgefäßen auf.

Die korrekte Einschätzung der vergrößerten Lymphknoten war anhand des Graubildes nicht möglich. Weder Größe, Form, Abgrenzbarkeit, Echomuster noch das Vorhandensein oder Fehlen von Hilusfettzeichen, lateralen Schallschatten bzw. distaler Schallverstärkung waren charakteristisch für benigne oder maligne Lymphknotenveränderungen. Mit Hilfe der Farbdoppler und Power Doppler Untersuchungen erfolgte jedoch in allen 18 Fällen die korrekte Einschätzung. Die untersuchten benignen Lymphknotenvergrößerungen wiesen in einem Fall nur ein einzelnes, zentral gelegenes Blutgefäß auf, in fünf Fällen zweigten sich von diesem zentral liegenden Blutgefäß kleine Gefäße ab.

Im Fall der Lymphknotenmetastasen fielen bei sieben Lymphknoten unregelmäßige Gefäßverläufe auf sowie bei allen diffus verteilte und kapseldurchbrechende Blutgefäße auf.

6 Diskussion

6.1 Vergleich der Ergebnisse von oberflächlichen Tumoren mit Untersuchungen aus der Humanmedizin und Veterinärmedizin

Die Entstehung der Neoplasie erfordert das Abweichen vom normalen Zellverhalten mit exzessiver Proliferation der veränderten Zellen. Nur dadurch können mehr oder weniger große Gewebemassen entstehen, die im sonographischen Bild darstellbar sind (STEVENS und LOWE 1997).

Im Falle der benignen Neoplasien weisen die Zellen einen sehr ähnlichen Differenzierungsgrad wie das Ursprungsgewebe auf (EDER 1990, STEVENS und LOWE 1997). Sonographisch wiesen in der vorliegenden Untersuchung 65,79 % (25 von 38) der gutartigen Hauttumoren homogene bzw. geringgradig inhomogene Echostrukturen auf. Bei 21,05 % (n=8) konnte das intratumorale Gewebe als mittelgradig inhomogen eingestuft werden, 13,16 % (n=5) erwiesen sich als hochgradig inhomogen. Bei drei der mittel-hochgradig inhomogenen Hauttumoren stellte die histologische Untersuchung eine zusätzliche, massive Entzündung fest, was das inhomogenere sonographische Erscheinungsbild erklären könnte.

Maligne Zellen weisen unterschiedliche Differenzierungsgrade auf, sie können dem Ursprungsgewebe ähneln (hochdifferenziert) oder kaum noch Ähnlichkeit mit ihrem Gewebeursprung aufweisen (wenig differenziert) (EDER 1990, STEVENS und LOWE 1997). Von 41 untersuchten malignen Hauttumoren erschien die Echostruktur von 30 Tumoren (73,17 %) mittel-hochgradig inhomogen, während sechs (14,63 %) geringgradig inhomogen und fünf (12,19 %) homogen waren. Die in dieser Arbeit durchgeführten Untersuchungen zeigten also bei benignen Tumoren bei ca. 65 % ein homogenes Erscheinungsbild, während sich ca. 73 % der malignen Zubildungen mittel-hochgradig inhomogen darstellten.

Benigne Tumoren, deren Zellen dem Ursprungsgewebe sehr ähnlich sind, wachsen in der Regel lokal und expansiv, d.h. sie verdrängen das umgebende Gewebe. Durch diesen Druck können Parenchymzellen zugrunde gehen, während andere Bindegewebszellen sich verdichten und eine kapselartige Begrenzung bilden (SCHUBERT und BETHKE 1987, EDER 1990). Sonographisch konnte in den vorliegenden Untersuchungen diese kapselartige Begrenzung bei 21 benignen Tumoren (55,26 %) als schmaler, reflexreicher Randsaum nachgewiesen werden. Bei weiteren zehn (26,32 %) benignen Neubildungen war die Abgrenzung vom umgebenden Gewebe aufgrund ihrer scharf abgegrenzten Oberfläche und der deutlich reflexärmeren Struktur ebenfalls gut möglich. Von insgesamt 38 gutartigen

Zubildungen zeigten 31 (81,58 %) Tumoren ein lokales, nicht invasives Wachstum. In sieben (18,42 %) Fällen war die Abgrenzung des Tumorgewebes nicht sicher möglich. Makroskopisch wiesen 25 (65,79 %) benigne Tumoren eine dünne Tumorkapsel auf, zehn (26,32 %) zeigten keine kapselartige Begrenzung. Drei benigne Tumoren wurden ausschließlich anhand von Biopsien bzw. Zytologien untersucht, so dass die Untersuchung auf Tumorkapsel nicht erfolgen konnte.

Von den untersuchten 41 malignen oberflächlichen Tumoren wiesen nur sechs (14,63 %) die sonographisch erkennbare, durchgängige reflexreiche Randzone auf. Makroskopisch konnten bei fünf von ihnen schmale Tumorkapseln nachgewiesen werden. Ein Tumor wurde bioptiert, hier konnte das Vorhandensein der Kapsel nicht überprüft werden.

Manche Tumoren können mit Hilfe von selbst produzierten Enzymen und zytotoxischen Substanzen umgebendes Gewebe angreifen, zerstören oder im Wachstum hemmen. Die zugrunde gegangenen Zellen bilden die Ernährungsgrundlage für die Tumorzellen (feedlayer effect). Aus diesem Grund befinden sich in der Umgebung der Tumoren oft entzündliche oder nekrotische Zonen. Diese peritumoralen Destruktionszonen breiten sich mit dem Tumor aus (BIRKMAYER 1984, SCHUBERT und BETHKE 1987). Bei 14 (34,15 %) sonographierten malignen Neoplasien zeigte das Sonogramm peritumorale Zonen, innerhalb derer sich reflexreiches, wolkig verändertes Gewebe befand. Diese Zonen maßen bis zu 1,5 cm an der breitesten Stelle. Innerhalb der untersuchten benignen Tumoren war bei drei (7,89 %) von 38 das tumorumgebende Gewebe bis auf 2 cm im Durchmesser reflexreich und wolkig. In zwei der drei Fälle lagen histologisch nachgewiesene massive pyogranulomatöse Entzündungen im Randbereich des benignen Tumors vor.

Für das Tumorstadium ist die entsprechende Nährstoffversorgung unerlässlich. Daher müssen neoplastische Zellen eine ausreichende Gefäßversorgung entwickeln. Diesen Vorgang, der durch zahlreiche Faktoren wie Proteine, angiogenetische Enzyme, Wachstumsfaktoren etc. gesteuert wird, bezeichnet man als Angiogenese. Diese Faktoren werden von vielen Tumorzellen selbst sezerniert. Tumoren, die diese Blutversorgung nicht entwickeln, werden kaum größer als 1-3 mm (RIEDE et al. 1995, STEVENS und LOWE 1997, RYAN und WILDING 2000, SUH 2000, LI et al. 2001, NEEMAN et al. 2001). Auf diese Weise entsteht intratumoral ein neues Gefäßnetz. Die neugebildeten Kapillaren können bis zu 1,5 % der Tumormasse ausmachen, was etwa dem 400fachen der normalen Gewebedurchblutung entspricht (GRESKÖTTER 1996, KESSLER und MISDORP 1999). Die vorliegenden Untersuchungen mit Farbdoppler bzw. Power Doppler zeigten im Falle der benignen Hauttumoren recht einheitliche Bilder. In 32 (84,21 %) der 38 Fälle wiesen sie

geringgradige Durchblutungsneigungen auf. Zwei Tumoren (5,26 %) zeigten im Farbdoppler keine intratumoralen Gefäße, während im Power Doppler in einem Fall (2,63 %) eine sehr geringgradige Durchblutung zu erkennen war. Im zweiten Fall konnte auch der Power Doppler keine intratumoralen Blutgefäße nachweisen. Ein (2,63 %) benigner Tumor wies gering-mittelgradige Durchblutung auf, während zwei (5,26 %) Neoplasien mittelgradig durchblutet waren. Nur eine (2,63 %) benigne Hautneoplasie zeigte mittel-hochgradige intratumorale Gefäßneubildung. Drei der Zubildungen mit vermehrter Durchblutung wiesen histologisch massive Entzündungsanzeichen auf, was die vermehrte Durchblutung erklären könnte. Die Untersuchungen der malignen Tumoren ergaben ein völlig anderes Bild. Hier konnte nur ein (2,44 %) Tumor als geringgradig durchblutet eingestuft werden. Die restlichen 40 (97,56 %) Neoplasien waren mittel-höchstgradig durchblutet.

Zur Bildung des notwendigen Gefäßnetzes bilden die Tumorzellen nicht nur neue Gefäße, sie übernehmen auch parasitär Teile des Blutgefäßnetzes des Wirtsorganismus. Dadurch kommt es jedoch zu oft weitgehenden Umbaumaßnahmen der betreffenden Blutgefäße. Das Gefäßnetz ist inhomogen, der Tumorrand ist oft besser durchblutet als das Zentrum. Auch Gefäßkaliberschwankungen, unregelmäßige Verzweigungen von Gefäßbäumen und Gefäßabbrüche kommen vor (RIEDE et al. 1995, GRESKÖTTER 1996, STEVENS und LOWE 1997). Solche Unregelmäßigkeiten im Blutgefäßsystem des Tumors konnte in den eigenen Untersuchungen bei keiner der benignen Neoplasien sonographisch nachgewiesen werden. Eine ausschließliche Durchblutung im Randbereich zeigten 20 (52,63 %) Zubildungen, 16 (42,11 %) Tumoren wiesen einen diffusen Durchblutungsmodus auf. Im Gegensatz zu diesem Ergebnis wiesen 13 (31,71 %) der 41 malignen Neubildungen Unregelmäßigkeiten wie stark verzweigte Gefäße oder torquierte Gefäßverläufe auf. Bei 13 (31,71 %) der 41 Tumoren konzentrierte sich die sonographisch darstellbare Blutversorgung auf den Randbereich des neoplastischen Gewebes. In 28 Fällen (68,29 %) war die Durchblutung diffus nachweisbar.

Bei wenig differenzierten Tumoren kann häufig die Stromabildung mit dem Wachstum der Neoplasie nicht Schritt halten. Durch die bessere Durchblutung des Randbereiches können zentral liegende Zellen aufgrund der Mangelversorgung absterben (sog. Tumornekrose), desweiteren zerstört der Tumor selbst, durch sein schnelles Wachstum, Teile des Blutgefäßnetzes (GRESKÖTTER 1996, STEVENS und LOWE 1997). 19 (46,34 %) maligne Neoplasien wiesen sonographisch erkennbare, reflexlose, zum Teil mit korpuskulärer Flüssigkeit gefüllte Areale auf. Diese stellten sich nach Tumoranschnitt makroskopisch als Zonen mit Gewebeshohlräumen oder Areale mit weichem, fast flüssigem Gewebe dar.

Sieben (18,42 %) der untersuchten benignen Hauttumoren wiesen ebenfalls reflexlose Areale im Sonogramm auf. In drei Fällen erreichten sie nur wenige Millimeter Ausmaße, in zwei Fällen waren sie bis zu 2 cm groß. Zwei der untersuchten Pilomatrixome zeigten sonographisch einen zentral gelegenen reflexlosen Hohlraum, der mit korpuskulärer Flüssigkeit gefüllt war.

Die sonographische Untersuchung oberflächlicher Tumoren bietet zahlreiche zusätzliche Informationsmöglichkeiten für den Untersucher, die durch die klinische oder radiologische Untersuchung alleine nicht erfasst werden können. Vor allem die präoperative sonographische Untersuchung der Neoplasie hinsichtlich ihrer exakten Größe, Position, Form, Ausbreitungsart (expansiv oder invasiv) und ihrer Beziehung zu angrenzenden Organen (Einbruch, Verdrängung etc.) erbringt wichtige Zusatzinformationen. Desweiteren stellt sie ein reproduzierbares, nichtinvasives Diagnostikum dar (GUTWALD et al. 1993, DUMMER et al. 1995, LASSAU et al. 1997, GARBE und BLUM 1999, ULRICH und VOIT 2001). Die sonographisch festgestellte Größe der Neubildung ist teilweise höher, als palpatorisch angenommen und entspricht sehr exakt der histologisch festgestellten Größe des Tumors (LASSAU et al. 1997). Bei den Untersuchungen dieser Arbeit wurden die Vorteile der Sonographie ebenfalls festgestellt. Alle Untersuchungen wurden präoperativ durchgeführt. Scheinbar palpatorisch kleinere Tumoren stellten sich im Sonogramm sehr häufig um einiges größer dar, als vermutet. Ihre sonographisch gemessenen Ausmaße entsprachen sehr genau den postoperativ festgestellten Maßen. Oberflächlichen Neoplasien sieht man oft klinisch ihren Ausbreitungsmodus nicht an. Eine oberflächlich rundliche Zubildung, die gut abgegrenzt erscheint, kann trotzdem Tumorausläufer in das umgebende Gewebe haben. Mit Hilfe des Ultraschalls konnten diese in der Regel nachgewiesen werden. Andererseits bestand auch die Möglichkeit, die gegebenenfalls vorhandene Tumorkapsel und damit die Tumorgrenze zu ermitteln. Auch die Bestimmung der Position der Neoplasie im Gewebe und ihre Lage zu wichtigen, umgebenden Organen war sonographisch möglich. Nicht selten befanden sich die untersuchten Zubildungen im Bereich größerer Blutgefäße. Diese Tatsache konnte sonographisch festgestellt werden. Ein weiterer Vorteil der Sonographie war sicherlich die Möglichkeit, die Zugehörigkeit der Neoplasie zu bestimmten Organen festzustellen. Vor allem im Halsbereich stellte sich dieser Vorteil im Verlauf der Untersuchungen heraus (z.B. Schilddrüsenkarzinome, Meliceris, vergrößerte Lymphknoten). Auch diese Information konnte die Veränderung der Operationsstrategie bedeuten. Als weiterer, sehr großer Vorteil war die Reproduzierbarkeit dieses nicht invasiven, leicht durchzuführenden und nicht schmerzhaften Untersuchungsverfahrens zu nennen. Meist konnten die Tiere bereits in

wachem Zustand sonographiert werden und so sehr einfach Informationen über den geweblichen Zustand der Neubildung eingeholt werden. Auch die gezielte perkutane Punktion von subkutanem Gewebe ist möglich (BLUM 1999, ULRICH und VOIT 2001) und wurde an einigen der untersuchten Neoplasien erfolgreich durchgeführt.

Die Artdiagnose, sowie die Dignitätseinordnung mit Hilfe des sonographischen Erscheinungsbildes im B-Mode scheint bei Hauttumoren schwierig bis unmöglich. GUTWALD et al. (1993), DUMMER et al. (1995), Lassau et al (1997), GARBE und BLUM (1999) sowie SCHRÖDER et al. (2001) verneinten die Möglichkeit der genauen geweblichen Einschätzung. Ausnahme bildete hier das Lipom, das anhand seiner Struktur sicher diagnostiziert werden konnte. Andere benigne Tumoren waren in der Regel glatt begrenzt, homogen und zeigten kein infiltratives Wachstum (GUTWALD et al. 1993). HEINRITZ et al. (1995) dagegen gelang die histologische Einordnung in 80 % der Fälle.

Die Artdiagnose der untersuchten oberflächlichen Tumoren erwies sich auch in dieser Studie als sehr schwierig. Sicher zu diagnostizieren war das Lipom. Aufgrund seines charakteristischen Erscheinungsbildes im B-Mode (reflexarme Grundstruktur mit reflexreichen Stippchen und Strichen, dünne reflexreiche Randbegrenzung) ist dieser Tumor sicher identifizierbar. Die restlichen untersuchten, benignen Tumoren zeigten ein oft sehr uneinheitliches sonographisches Bild, auch wenn es sich um die gleiche Tumorart handelte. Andererseits wiesen Zubildungen mit unterschiedlichem, geweblichen Ursprung deutliche Überschneidungen im Erscheinungsbild auf. Anhand der Echostruktur konnte die Artdiagnose deshalb nicht durchgeführt werden.

Dies galt in gleichem Maße für alle untersuchten malignen Tumoren. Auch hier unterschieden sich artgleiche Tumoren zum Teil sehr deutlich in ihrer Echostruktur, artfremde Tumoren wiesen dagegen Ähnlichkeiten auf. Die Ausnahme stellte hier das Fibrosarkom dar. Diese Tumorart zeigte sehr übereinstimmende Erscheinungsbilder. In zehn von elf Fällen zeigte das Sonogramm eine inhomogene Struktur mit multiplen reflexlosen, flüssigkeitsgefüllten Arealen. Nur das kleinste untersuchte Fibrosarkom mit einer Größe von ca. 0,9 cm wies diese Hohlräume nicht auf. Bei Vorliegen solcher reflexlosen Areale wurde stets die Verdachtsdiagnose Fibrosarkom gestellt. Da jedoch auch einige andere maligne Tumoren flüssigkeitsgefüllte Hohlräume aufwiesen, war der Ausschluß einer anderen Tumorart nicht sicher möglich.

Vergleichbar zu den Ergebnissen von GUTWALD et al. (1993) wiesen 35 (92,11 %) der 38 benignen Tumoren eine regelmäßige Form auf. In 31 (81,58 %) Fällen war die Tumoroberfläche glatt begrenzt. 21 (55,26 %) benigne Veränderungen wiesen eine

reflexreiche Randzone auf, zehn (26,32 %) Neoplasien konnten aufgrund ihrer glatten Randbegrenzung und ihrer reflexärmeren Struktur sehr gut abgegrenzt werden. Sie zeigten kein infiltratives Wachstum. Die von GUTWALD et al. (1993) beschriebene Homogenität der meisten benignen Tumoren ließ sich bestätigen. 25 (65,79 %) benigne Hauttumoren zeigten im Sonogramm ein homogenes bzw. nur geringgradig inhomogenes Bild. In acht (21,05 %) Fällen war die Echostruktur mittelgradig, in fünf (13,16 %) Fällen sogar hochgradig inhomogen. Von 13 mittel-hochgradig inhomogenen Neubildungen waren vier infiltrative Lipome, zwei Pilomatrixome mit massiver Entzündung, ein Leiomyom, eine Dermoidzyste, zwei Adenome und zwei Calcinosis cutis circumscripta.

GUTWALD et al. (1993) beschrieben glatte Begrenzungen aber auch im Falle einiger untersuchter maligner Neoplasien, so dass dieses Merkmal kein Hinweis auf die Dignität der jeweiligen Neoplasie gab. 25 (60,98 %) der 41 in dieser Studie sonographierten malignen Neubildungen wiesen regelmäßige Formen auf. In beinahe der Hälfte der Fälle (n=20, 48,78 %) war die Abgrenzung vom umgebenden Gewebe möglich. In 14 Fällen (34,15 %) gelang die Abgrenzung ausschließlich aufgrund der reflexarmen Grundstruktur des Tumors, nur in sechs (14,63 %) Fällen konnten sonographisch reflexreiche Randbegrenzungen nachgewiesen werden. Die glatte Begrenzung der Tumormasse war demzufolge auch in dieser Arbeit nicht als eindeutiges Unterscheidungskriterium zwischen malignen und benignen Tumoren zu bewerten.

In den Untersuchungen von LASSAU et al. (1997) und GARBE und BLUM (1999) waren die meisten Zubildungen hypoechogen. Alle 79 sonographisch untersuchten Neoplasien dieser Arbeit waren von mittlerer-reflexärmerer Grundstruktur und meist deutlich echoärmer als ihr umgebendes Gewebe. Zusätzlich wiesen die einzelnen Zubildungen reflexreichere Bezirke, reflexlose Areale oder auch Verkalkungsherde auf. Sichere Ultraschallphänomene, wie sie KORTING et al. (1999) für einige Hauttumoren angibt, konnten in den eigenen Untersuchungen nicht eruiert werden. Merkmale, wie z.B. die distale Schallverstärkung oder laterale Schallschatten waren keine durchgängigen Charakteristika einzelner Tumorarten, sondern traten auch innerhalb einer Tumorart nicht immer auf. Im Falle der benignen Hautneoplasien wiesen 22 (57,89 %) distale Schallverstärkung sowie neun (23,68 %) laterale Schallschatten auf. Innerhalb der malignen Neubildungen zeigte das Sonogramm in 25 (60,98 %) Fällen distale Schallverstärkung, zehn (24,39 %) wiesen laterale Schallschatten auf.

Entsprechend den Ergebnissen von GUTWALD et al. (1993), DUMMER et al. (1995), LASSAU et al. (1997) und SCHRÖDER et al. (2001) konnte auch in dieser Studie oft keine Dignitätseinschätzung ausschließlich anhand der Graubildmorphologie erfolgen.

GARBE und BLUM (1999) beschreiben die Möglichkeit der sonographischen Differenzierung entzündlicher Veränderungen.

In der vorliegenden Untersuchung handelte es sich bei 15 der unter Tumorverdacht stehenden Zubildungen um entzündliche Veränderungen. In zehn Fällen konnte dies durch die sonographische Untersuchung bestätigt werden und so die Diagnoseänderung mit nachfolgender Therapie erfolgen.

Von diesen 15 Zubildungen waren elf Abszesse. Bei zehn (90,91 %) zeigte das Sonogramm einen schmalen, gewebigen Randbereich sowie einen mit korpuskulärer Flüssigkeit gefüllten Hohlraum. Das sogenannte „Sandwichphänomen“, d.h. das abwechselnde Auftreten reflexarmer und reflexreicher Schichten im Randbereich der Zubildung, welches als Merkmal für entzündliche Veränderungen angesehen wird, wurde in acht (72,73 %) Fällen beobachtet. Nur bei einem chronischen Abszeß (9,09 %) konnte kein flüssigkeitsgefülltes Areal dargestellt werden. Dieser Abszeß wurde sonographisch als gewebige Zubildung eingestuft. Intraoperativ entleerte sich aus dem Zentrum dieser Neoplasie dick-cremiges Abszessmaterial. Bei zehn (90,91 %) von elf Abszessen wurde die richtige Diagnose anhand des sonographischen Erscheinungsbildes gestellt. Die Abgrenzung von tumorösen Veränderungen war damit bis auf die Ausnahme „chronischer Abszeß“ sehr gut möglich.

Vier der untersuchten, histologisch als entzündliche Veränderung eingestuft, Zubildungen waren pyogranulomatöse Entzündungen. Hier konnten sonographisch keine deutlichen Entzündungsmerkmale festgestellt werden, so dass alle vier Neubildungen als gewebige Zubildung eingestuft wurden. Diese Diagnose wurde erst durch die histologische Untersuchung revidiert. In diesen vier Fällen wurde anhand des sonographischen Erscheinungsbildes die falsche Diagnose gestellt.

Die drei untersuchten Meliceris wurden sonographisch als solche diagnostiziert. Anhand der Lage der Zubildungen, dem sonographischen Erscheinungsbild (großer, flüssigkeitsgefüllter Hohlraum) und dem in zwei Fällen nachgewiesenen Übergang zur Glandula mandibularis war bereits sonographisch die Zuordnung der Zubildung möglich.

Die farbdopplersonographische Untersuchung bzw. Untersuchung mit Power Doppler erleichtert die Dignitätseinschätzung von Tumoren in der Humanmedizin. Maligne Tumoren scheinen verstärkte Neigungen zur Blutgefäßneubildung zu haben. LEE et al. (1995), GRISCKE et al. (1996), GIOVAGNORIO et al. (1999), SCHRÖDER et al. (1999), KARAMAN et al. (2001) und SCHRÖDER et al. (2001) beschreiben übereinstimmend den Nachweis vermehrter Durchblutung bei malignen Neoplasien. Dies konnte durch die durchgeführten Untersuchungen dieser Studie bestätigt werden. Von 38 benignen

Zubildungen wiesen 32 (84,21 %) eine geringgradige Durchblutung auf. Zwei (5,26 %) Tumoren erwiesen sich sonographisch als mittelgradig durchblutet. Ein Tumor (2,63 %) wurde jeweils als geringgradig-mittelgradig bzw. mittel-hochgradig durchblutet eingestuft. In zwei (5,26 %) Fällen konnten intratumoral keine Blutgefäße nachgewiesen werden. Im Gegensatz zu den Untersuchungen von GIOVAGNORIO et al. (1999), KARAMAN et al. (2001) und SCHRÖDER et al. (2001), in denen ein großer Prozentsatz der benignen Hauttumoren sonographisch avaskulär waren, konnten in der hier vorliegenden Studie bis auf einzelne Ausnahmen in allen benignen Tumoren Blutgefäße nachgewiesen werden.

40 (97,56 %) der untersuchten malignen Neoplasien wiesen dagegen eine mittelgradige bzw. hochgradige Durchblutung auf. Nur ein (2,44 %) bösartiger, oberflächlicher Tumor zeigte geringgradige Durchblutung. Diese Zahlen bestätigen die vermehrte Angiogenese bei malignen Tumoren.

KARAMAN et al. (2001) wiesen den engen Zusammenhang zwischen dem sonographisch nachgewiesenen Durchblutungsmuster (diffus, peripher) und der Tumordicke nach.

Innerhalb der vorliegenden Untersuchung zeigten von 38 benignen Neoplasien 20 (52,63 %) Neubildungen periphere Durchblutungsmuster, 16 (42,11 %) wiesen diffus verteilte Gefäße auf. Bei den sonographierten malignen Zubildungen konzentrierten sich die Gefäße in 13 (31,71 %) Fällen auf den Randbereich, bei 28 (68,29 %) waren diffuse Durchblutungsmodi erkennbar. Ein Zusammenhang zwischen Tumordicke und Durchblutungsmuster konnte nicht gefunden werden.

SCHRÖDER et al. (2001) beschreiben als wichtigstes Dignitätsmerkmal den Gefäßflächenanteil am Tumorquerschnitt. Bei einem Wert über 5 % liegt der Verdacht auf Malignität nahe. Voraussetzung hierfür ist jedoch der Ausschluß entzündlicher Veränderungen. Dies korreliert mit den Ergebnissen dieser Studie: Von vier benignen Hauttumoren, die vermehrte Durchblutung aufwiesen, stellte die histologische Untersuchung in drei Fällen eine zusätzliche, massive, pyogranulomatöse Entzündung fest. Desweiteren wurde im Verlauf der Untersuchungen vier mal die Fehldiagnose „maligner Tumor“ gestellt, da die untersuchte Neoplasie eine erhöhte Durchblutung im gewebigen Anteil und keinerlei entzündliche Anzeichen zeigte. Erst die histologische Untersuchung stellte die richtige Diagnose „pyogranulomatöse Entzündung“. Die Dignitätsbeurteilung wird demnach sehr erschwert, wenn entzündliche Veränderungen vorliegen, die als solche sonographisch nicht erkannt werden können bzw. wenn gutartige Tumoren entzündliche Komponenten aufweisen. Mit Hilfe von kontrastmittelverstärkten Farbdoppler und Power Doppler Untersuchungen wiesen GRUNER et al. (1998), SCHROEDER et al. (1998), STUHRMANN et al. (1998),

SCHROEDER et al. (1999), CHAUDHARI et al. (2000) und MOON et al. (2000) morphologisch irreguläre Gefäße (Gefäßkaliberschwankungen, starke Verzweigungen, torquierter Verlauf, Durchbrechen der Tumorkapsel etc.) bei malignen Mammatumoren nach und werteten diese Blutgefäße als Zeichen für Malignität. LEUWER et al. (1996) beschreibt diese Veränderungen bei malignen Kopf-Hals Tumoren. Solche irregulären Gefäßverläufe konnten in der eigenen Untersuchung bei keinem der sonographisch untersuchten benignen Tumoren festgestellt werden. Im Gegensatz hierzu zeigten 13 (31,71 %) maligne Zubildungen diese Gefäßveränderungen. Das Vorhandensein solcher irregulären Gefäße scheint also ein deutlicher Hinweis auf Malignität zu sein, ihr Fehlen den bösartigen Tumor jedoch nicht auszuschließen.

Bereits HAHN et al. (1990) beschreibt die Möglichkeit der Gewinnung wertvoller Zusatzinformationen bei Tumoren bei Tieren durch die Ultraschalluntersuchung. Er nennt hier vor allem die Messung der exakten Größe und den Ausbreitungsmodus der Neoplasie (infiltrativ, abgegrenzt). Auch klinisch unentdeckte Zubildungen können mit Hilfe der Sonographie nachgewiesen werden. Diese Vorteile haben sich in den vorliegenden Studien bestätigt. Die sonographisch vermessene Tumorgöße entsprach sehr viel exakter den wahren Ausmaßen der Neubildung als die in der klinischen Untersuchung festgestellten. Desweiteren konnte bei insgesamt 28 (35,44 %) Neoplasien (sieben benigne, 21 maligne) keine deutliche Tumorgrenze festgestellt werden. Bei 21 (55,26 %) benignen bzw. sechs (14,63 %) malignen Neoplasien zeigte das Sonogramm einen reflexreichen Randsaum, der sich bei exstirpierten Zubildungen als schmale Tumorkapsel herausstellte. So konnte die sonographische Untersuchung in vielen Fällen invasives Wachstum ausschließen oder bestätigen. In den Fällen, in denen die Abgrenzung des Tumorgewebes von seiner Umgebung anhand der sonographisch darstellbaren glatten Oberflächenbegrenzung und der reflexärmeren Struktur erfolgte, konnte sonographisch zellulär invasives Wachstum nicht eindeutig ausgeschlossen werden.

Bei der Unterscheidung von malignen und benignen Zubildungen der Mamma bei der Hündin anhand der Graubildmorphologie beschreiben GONZALES de BULNES et al. (1998) und WEHREND et al. (2001) hohe Treffsicherheiten bei der Dignitätsbeurteilung. Nach WEHREND et al. (2001) weisen benigne und maligne Mammatumoren jeweils drei übereinstimmende Merkmale auf, anhand derer die Dignität mit 90 %iger Sicherheit bestimmt werden kann. Die Genauigkeit der hier vorliegenden Untersuchungen lag bei 88,66 %.

Bei WISNER et al. (1994), POULSON-NAUTRUP et al. (1996) sowie REESE et al. (2001) geben Kriterien wie großer Durchmesser, höckrige Oberfläche, Inhomogenität, schlechte Abgrenzbarkeit sowie der Grad der Vaskularisation nur einen Hinweis auf Malignität beim Schilddrüsentumor. Die sichere Dignitätsbeurteilung ist jedoch nicht möglich. Die in der eigenen Untersuchung sonographierten drei Schilddrüsenkarzinome waren mit 4-5 cm im Durchmesser bereits im fortgeschrittenem Stadium. Sie zeigten im Sonogramm gute Abgrenzbarkeit, ein Schilddrüsenkarzinom wies eine reflexreiche Randbegrenzung auf, die sich makroskopisch als Kapsel herausstellte. Höckrige Oberflächen konnten nicht festgestellt werden. Übereinstimmend mit den oben beschriebenen Untersuchungen war die Echotextur mittel-hochgradig inhomogen. Desweiteren zeigten alle drei Karzinome hochgradige Durchblutungsneigung.

Vergleichbar mit den Untersuchungen von Zubildungen im Halsbereich (WISNER et al. 1994) war die alleinige Dignitätsbeurteilung im Graubild in den eigenen Untersuchungen durch das oft ähnliche Aussehen von malignen und benignen Tumoren erschwert bis unmöglich.

6.2 Vergleich der Ergebnisse von Lymphknoten mit Untersuchungen aus der Humanmedizin und Veterinärmedizin

Benigne Lymphknotenveränderungen zeigen nach Untersuchungen von KORTING et al. (1997) eine länglich-ovale Form und sind glatt begrenzt. Im Sonogramm sind sie als reflexärmere Gebilde mit eventuell zentral ausgeprägter, echogener Binnenzone (sog. Hilusfettzeichen) zu erkennen. Sie erreichen selten Größen von mehr als 2-3 cm (BUNDSCHU et al. 1992, Schmidt 1999). Der sogenannte Solbiati-Quotient (Maximal- zu Minimaldurchmesser) liegt bei > 2 (KORTING et al. 1997). Im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen wurden sechs benigne Lymphknotenhyperplasien untersucht. Die durchschnittlich erreichte Größe betrug 2,4 x 1,5 x 2,0 cm. Die Größte unter ihnen wies im Sonogramm 3,5 x 2,2 x 3,5 cm auf. Fünf (83,33 %) Lymphknoten zeigten eine ovale Form, einer (16,67 %) war oval-rundlich. Das Hilusfettzeichen konnte in drei (50,0 %) Fällen nachgewiesen werden. Die Abgrenzung vom umgebenden Gewebe war fünf (83,33 %) mal gut möglich. Vier (66,67 %) Lymphknoten wiesen sonographisch reflexreiche Randbegrenzungen auf, in einem (16,67 %) Fall war die Abgrenzung nicht eindeutig.

Der Solbiati-Quotient war bei fünf (83,33 %) Lymphknoten < 2 , nur ein (16,67 %) Lymphknoten wies einen Solbiati-Quotienten von > 2 auf (1,25, 1,66, 1,56, 1,63, 1,77, 2,3). Alle benignen Lymphknotenhyperplasien erschienen homogen-geringgradig inhomogen.

Lymphknotenmetastasen stellen sich in der Humanmedizin prall-oval bis rund dar, sind meist schlecht abgegrenzt und eher inhomogen. Für Malignität spricht ein Solbiati-Quotient von < 2 . Unscharf begrenzt zeigt sich ein metastatischer Lymphknoten vor allem bei Kapseldurchbruch und Gefäßinfiltration. Auch echodichte Einschlüsse durch Verkalkungen oder Koagulationsnekrosen treten auf (DELORME und DEBUS 1998, BEUSCHER-WILLEMS 1999, SCHMIDT 1999).

Die in der eigenen Studie untersuchten Lymphknotenmetastasen wiesen eine durchschnittliche Größe von 3,5 x 2,9 x 3,1 cm auf. Die Größte unter ihnen maß sonographisch 5,5 x 4,9 x 5,5 cm. Die Abgrenzbarkeit vom umgebenden Gewebe war mehrheitlich gut (zehn von zwölf, 83,33 %). Acht (66,67 %) Lymphknoten zeigten im Sonogramm reflexreiche Randbegrenzungen. Nur in zwei (16,67 %) Fällen war keine sichere Abgrenzung möglich. Die Grundstruktur erwies sich als homogen (n=2, 16,67 %), geringgradig inhomogen (n=6, 50 %), sowie mittel-hochgradig inhomogen (n=4, 33,33 %). Die im Sonogramm erkennbaren Formen waren relativ ausgeglichen: Sieben (58,33 %) Lymphknoten wiesen eine runde Form auf, fünf (41,67 %) waren eher oval geformt. Bei keinem der malignen Lymphknoten konnte das Hilusfettzeichen nachgewiesen werden. Der Solbiati-Quotient war bei allen < 2 (0,95, 1,06, 1,52, 1,03, 1,39, 0,91, 1,82, 1,12, 1,17, 1,41, 1,80, 1,11).

Die eigenen Ergebnisse stimmen mit den Untersuchungen von MORITZ und LUDWIG (1999) überein. Sie untersuchten vergrößerte zervikale Lymphknoten und fanden sehr unheitliche Bilder. Im B-Mode entsprachen zwar die meisten entzündlich veränderten Lymphknoten den oben genannten Kriterien, doch wiesen immerhin 45 % einen Solbiati-Quotient von < 2 auf. Einige zeigten inhomogene Strukturen bzw. unscharfe Randbegrenzungen. Auch die Lymphknotenmetastasen wiesen ein eher uneinheitliches Bild auf mit homogener Struktur und einem Solbiati-Quotient von > 2 .

Da auch die im Verlauf dieser Untersuchungen sonographierten Lymphknoten ein eher unheitliches Bild bei den oben genannten Kriterien zeigten, konnten die Ergebnisse von BUNDSCHU et al. (1992), KORTING et al. (1997), BEUSCHER-WILLEMS (1999) und SCHMIDT (1999) nicht bestätigt werden. Auch das Kriterium „Hilusfettzeichen“, welches von WATERMANN (2001) als besseres Kriterium zur Dignitätsbeurteilung vorgeschlagen wurde, erscheint eher unsicher, da es nur bei 50 % der benignen Lymphknoten sonographisch nachweisbar war. Hier scheint nur der positive Nachweis beweisend zu sein, das Fehlen des Hilusfettzeichens aber Benignität nicht auszuschließen. Anhand der Ergebnisse dieser

Untersuchungen scheint die Unterscheidung zwischen benignen und malignen Lymphknoten im Graubild nur selten sicher zu gelingen.

Humanmedizinische Untersuchungen von vergrößerten Lymphknoten mit Hilfe des Farbdopplers bzw. des Power Dopplers zeigen unterschiedliche Ergebnisse. LUDWIG und MORITZ (1999), MOEHRLE et al. (1999), MORITZ (1999), STEINKAMP et al. (1999) beschreiben intensive, hiläre Durchblutung, das Vorhandensein von Hilusgefäßen, sowie das Fehlen von aberrierend verlaufenden Gefäßen als Zeichen für Benignität. Periphere Durchblutung, das Fehlen von Hilusgefäßen, Durchbruch von Blutgefäßen durch die Lymphknotenkapsel, fokale Perfusionsdefekte sowie aberrierend laufende Gefäße sprechen für Malignität. Lymphknoten, welche mit malignen Lymphomen befallen sind, wiesen sowohl im Zentrum, als auch in der Peripherie starke Durchblutungsanzeichen auf. BENZEL et al. (1996) gibt dagegen an, dass die farbdopplersonographische Untersuchung keine sicheren Kriterien für benigne und maligne Lymphknotenveränderungen aufzeigen kann.

Zwölf Lymphknotenmetastasen wurden im Verlauf der eigenen Untersuchungen mit Hilfe des Farbdopplers bzw. Power Dopplers untersucht. Die Durchblutungsneigung war mittelgradig (n=6, 50 %) bzw. hochgradig (n=6, 50 %). In drei Fällen (25 %) zeigte das Sonogramm ein zentral liegendes, sich verzweigendes Gefäß. Diffuse Durchblutung im Randbereich (mit Durchbruch der Kapsel) und im Zentrum wiesen zehn (83,33 %) Lymphknotenmetastasen auf. Bei zwei (16,67 %) Lymphknoten konzentrierte sich die Durchblutung auf den Kapselbereich. Unregelmäßigkeiten im Gefäßverlauf konnten in sieben (58,33 %) Fällen nachgewiesen werden.

Sechs benigne Lymphknotenveränderungen wurden sonographiert. In vier (66,67 %) Fällen wurde die Durchblutung als geringgradig eingestuft, in zwei (33,33 %) Fällen als mittelgradig. Auffallend war bei allen sechs Lymphknoten die ausschließlich zentrale Durchblutung. Unregelmäßigkeiten im Gefäßverlauf oder kapseldurchbrechende Blutgefäße konnten nicht dargestellt werden.

Die Untersuchung des Durchblutungsmodus eines vergrößerten Lymphknotens scheint wertvolle Zusatzinformationen hinsichtlich der Dignität zu liefern. Das Vorhandensein des Hilusgefäßes als Zeichen für Benignität konnte zwar nicht bestätigt werden, da drei Lymphknotenmetastasen ein solches zentral liegendes Blutgefäß aufwiesen. Die anderen, oben genannten Merkmale liessen sich jedoch nachvollziehen. Randständige Durchblutung sowie kapseldurchbrechende Gefäße zeigten nur Lymphknotenmetastasen. Desweiteren konnten nur bei ihnen Unregelmäßigkeiten im Gefäßverlauf sonographisch dargestellt werden. Im Unterschied jedoch zu den Untersuchungen aus der Humanmedizin zeigten nicht

nur mit malignen Lymphomen befallene Lymphknoten diffuse Durchblutungsmuster. Keine der zwölf untersuchten Lymphknotenmetastasen waren maligne Lymphome, dennoch wiesen zehn Lymphknoten diesen diffusen Durchblutungsmodus auf.

Wie im Bereich der Mammasonographie hat sich in der Humanmedizin in den letzten Jahren der Einsatz von Kontrastmitteln bei der Lymphknotendiagnostik durchgesetzt. Mit ihrer Hilfe können auch kleinste Blutgefäße sichtbar gemacht werden und so noch genauer ein für maligne bzw. benigne Veränderungen typisches Gefäßmuster ausgearbeitet werden. In zusätzlichen, veterinärmedizinischen Studien sollte ebenfalls der Einsatz dieser Diagnostikmöglichkeit an einer größeren Anzahl von Patienten geprüft werden.

WISNER et al. (1994) beschreibt in seinen Untersuchungen entzündlich veränderte Lymphknoten bei Tieren als vergrößert, rund bis oval, gut abgegrenzt und reflexarm. Drei Patienten mit Lymphknotenmetastasen wiesen ebenfalls vergrößerte, runde bis ovale reflexarme Lymphknoten auf. Sie waren durch eine reflexreiche Randzone gut abgegrenzt. Die Differenzierung zwischen benignen und malignen Veränderungen war im Graubild nicht möglich. Die in den eigenen Untersuchungen gefundenen Ergebnisse decken sich mit denen von WISNER et al. (1994). Zwar wiesen alle entzündlich vergrößerten Lymphknoten eine ovale Form auf, aber auch fünf Lymphknotenmetastasen waren oval geformt. Die Form scheint in der Veterinärmedizin kein sicheres Dignitätskriterium zu sein. Alle Lymphknoten waren vergrößert. Auch wenn im Durchschnitt die Lymphknotenmetastasen größer wurden, erreichten auch die benignen Lymphknotenhyperplasien größere Ausmaße. Die Abgrenzbarkeit war ebenfalls kein Dignitätskriterium. Die Abgrenzung war bei zehn Lymphknotenmetastasen gut, achtmal zeigte das Sonogramm eine reflexreiche Randbegrenzung. Nur in zwei Fällen war die sichere Begrenzung nicht möglich. Fünf benigne Lymphknotenhyperplasien waren gut abgegrenzt, vier mittels einer reflexreichen Randbegrenzung, ein entzündlich vergrößerter Lymphknoten zeigte sonographisch keine eindeutigen Grenzen. Alle untersuchten Lymphknoten waren mittelgradig echogen bis reflexarm. Auch PUGH (1994), LUERSSSEN und JANTHUR (1996) und POULSON-NAUTRUP et al. (1996) weisen auf die Ähnlichkeiten beider Arten der Lymphknotenveränderung im Graubild hin. HOMCO (1996) erklärt ebenfalls die Dignitätsbeurteilung bei Lymphknoten im B-Mode als sehr schwierig, gibt aber an, dass Lymphknotenmetastasen oft runder und deutlich reflexärmer sind. Dies konnte zwar in dieser

Studie ebenfalls festgestellt werden, machte aber die Dignitätseinschätzung im Graubild trotzdem in vielen Fällen schwierig bis unmöglich.

7 Zusammenfassung

Ziel dieser Arbeit war es, die Wertigkeit der sonographischen Untersuchung im Hinblick auf die Artdiagnose bzw. die Dignitätsbeurteilung von oberflächlichen Neoplasien zu überprüfen. In die Untersuchungen wurden 115 Patienten einbezogen, die klinisch oberflächliche Zubildungen jeglicher Art aufwiesen.

Jede Zubildung wurde zunächst im *B-Mode* auf Größe, Form, Abgrenzbarkeit vom umgebenden Gewebe, Echotextur und Reflexmuster, sowie distale Schallverstärkung bzw. laterale Schallschatten überprüft. In anschließenden *Farbdoppler* bzw. *Power Doppler* Untersuchungen wurde der Durchblutungsmodus der betreffenden Neoplasie festgestellt. Je nach Anzahl der detektierten Blutgefäße erfolgte die Einteilung in geringgradige, mittelgradige oder hochgradige Durchblutung. Eine Häufung der Gefäße im Randbereich, in der Mitte des Tumors oder eine diffuse Durchblutung wurden dokumentiert. Desweiteren wurde die Größe der Blutgefäße, sowie eventuelle pathologische Verlaufsmuster festgestellt. Anhand der sonographischen Ergebnisse wurde anschließend eine Verdachtsdiagnose gestellt. Im Anschluß an die Sonographie erfolgte bei einem Teil der Tumoren die chirurgische Exstirpation mit histologischer Untersuchung, in anderen Fällen wurde das neoplastische Gewebe ausschließlich bioptiert und histologisch untersucht bzw. anhand von Zellentnahmen die zytologische Untersuchung angeschlossen. Die hierdurch gewonnenen Ergebnisse wurden dann mit der zuvor getroffenen Verdachtsdiagnose verglichen und die Übereinstimmung überprüft.

Die Artdiagnose bzw. Bestimmung des Gewebetyps der Neoplasien konnte im *B-Mode* in den meisten Fällen nicht erfolgen. Die Ausnahme bildete das Lipom, welches mit seiner reflexarmen Grundstruktur mit reflexreichen Stippchen schon im Graubild sicher zu erkennen war. Eingeschränkt bestimmbar war das Fibrosarkom, welches ab einer bestimmten Größe die Neigung besaß, flüssigkeitsgefüllte Hohlräume neben inhomogenen Gewebeabschnitten zu bilden, aus denen sich nach Anschnitt rötliche Flüssigkeit entleerte. Da jedoch auch andere Tumorarten solche reflexlosen Areale bildeten, war die sichere Artdiagnose nicht möglich. Alle anderen Tumoren, ob benigne oder maligne, wiesen keine charakteristischen Kennzeichen im B-Mode auf, anhand derer man den Gewebeursprung sonographisch erkennen konnte.

Auch die Untersuchungen mit Hilfe des *Farbdopplers* bzw. *Power Dopplers* gaben keinen Hinweis auf die Tumorart.

Desweiteren sollte mit dieser Arbeit geklärt werden, ob die Dignitätseinschätzung von Tumoren anhand des sonographischen Erscheinungsbildes möglich ist. Die Untersuchungen im B-Mode zeigten, dass sowohl benigne als auch maligne Tumoren sonographisch gut abgegrenzt oder invasiv erscheinen konnten. Der Anteil der malignen Tumoren, die invasiv wuchsen, war jedoch deutlich höher. Die Echotextur reichte bei beiden Gruppen von homogen bis hochgradig inhomogen. Im Falle der gutartigen Tumoren war die Grundstruktur durchschnittlich homogener, ein inhomogenes Erscheinungsbild wurde in manchen Fällen durch zusätzliche, entzündliche Komponenten hervorgerufen. Dennoch war auch das Merkmal der Homogenität, genauso wie die regelmäßige Form alleine kein Dignitätskriterium.

Die Untersuchung des Durchblutungsmodus erbrachte zusätzliche Hinweise: 34 von 38 benignen Zubildungen wiesen keine oder geringgradige Durchblutung auf. Vier gutartige Zubildungen zeigten gering-mittelgradige bzw. mittel-hochgradige Gefäßansammlungen. Bei drei von ihnen konnten histologisch massive Entzündungsanzeichen nachgewiesen werden. Im Fall der malignen Zubildungen erwiesen sich 40 von 41 Tumoren als mittel-hochgradig durchblutet. Dies bestätigte die deutliche Tendenz maligner Tumoren zu verstärkter Blutgefäßneubildung. Der Durchblutungsintensität bzw. dem -muster (diffus, zentral, peripher) konnten kein Hinweise auf die Tumorart entnommen werden. Das Vorhandensein von Unregelmäßigkeiten im Gefäßverlauf (torquiert, Kapseldurchbruch, starke Verzweigungen, Gefäßabbrüche etc.) war jedoch ein deutlicher Hinweis auf Malignität.

Fasste man die Ergebnisse der Graubilduntersuchung mit der Farbdoppler- bzw. Power Doppleruntersuchung zusammen, so lag die Genauigkeit der Dignitätsbeurteilung bei 88,66 %. Schwierigkeiten ergaben sich bei entzündlich verursachten Zubildungen, welche sonographisch keine Merkmale einer Entzündung zeigten (z.B. pyogranulomatöse Entzündungen) sowie bei benignen Tumoren, die zusätzliche entzündliche Anteile aufwiesen. Die Unterscheidung tumoröser Erkrankungen von entzündlichen Veränderungen (z.B. Abszeß) oder von Zubildungen anderer Genese (z.B. Meliceris) gelang in den allermeisten Fällen. Auch hier führten entzündliche Zubildungen, die sich wie tumoröses Gewebe darstellten, zu Fehldiagnosen.

Im Fall der untersuchten Lymphknotenvergrößerungen konnte anhand des Erscheinungsbildes im B-Mode keine Dignitätsbestimmung erfolgen. Form, Größe, Abgrenzbarkeit, Echomuster sowie der sogenannte Solbiati-Quotient waren keine sichere Dignitätskriterien. Die zusätzliche Auswertung von Durchblutungskriterien scheint jedoch die richtige Beurteilung

einer Lymphknotenvergrößerung sehr viel sicherer zu machen. Weitere Untersuchungen an größeren Patientenzahlen, auch mit Kontrastmittelgabe, sollten durchgeführt werden.

Die zytologische bzw. histologische Untersuchung von oberflächlichen Zubildungen ist der diagnostische Schritt, der sich der Exstirpation einer Neoplasie anschließen bzw. im Vorfeld der operativen Behandlung durchgeführt werden sollte, um die Tumorart zu bestimmen. Die sonographische Untersuchung kann jedoch wertvolle Zusatzinformationen liefern. Die präoperative Sonographie von Zubildungen zeigt in den meisten Fällen die Ursache der Neoplasie (Abszeß, gewebiger Tumor, Meliceris, Schilddrüsentumor etc.) und kann so die nachfolgende Therapie beeinflussen oder korrigieren. Auch Wachstumsmerkmale wie Invasivität, Kapselbildung, starke Durchblutung, Einbruch in Gefäße oder die nahe Lage zu wichtigen Organen können sonographisch bestätigt bzw. ausgeschlossen werden. Diese Zusatzinformationen können für anstehende Operationen verwertet werden. Abschließend ist durch die korrekte Auswertung aller Merkmale der Neoplasie im B-Mode sowie im Farb- oder Power Doppler die Dignitätsbeurteilung in vielen Fällen möglich.

8 Summary

The aim of this study was to determine the valency of ultrasonography of skin tumors in relation to the kind of tumor and his biological behaviour. 115 patients with superficial neoplasia were examined clinically and ultrasonographically.

Each neoplasia has been examined in **B-Mode** for size, shape, differentiation from the environment, echostructure, distal enhancement and lateral shadowing. Then each tumor was determined for blood supply in the following **Color Doppler** and **Power Doppler** sonography. The classification of blood supply into low, medium and high degree was depending on the number of blood vessels. Also an increasing frequency of blood vessels at the margin, in the middle of the tissue as well as diffuse blood supply was documented. Additionally sizes and pathological signs of blood vessels were established.

On the basis of all results of the ultrasonographic examination we made a tentative diagnosis. Some of the tumors underwent surgery and histological examination, some were examined cytologically. These results were compared with our tentative diagnosis.

In most of the cases it was not possible to determine the kind of the tissue of a certain tumor in B-Mode. Only the lipoma was reliable to be recognized in B-Mode because of its typical hypoechogen structure with hyperechogen lines and spots. The fibrosarcoma which had the tendency to form liquid caves with pale pink fluid was less determinable. As other malignant tumors also showed such liquid cavities, no safe diagnosis was possible.

All other malignant or non-malignant tumors did not show any characteristic signs in B-Mode to make a safe diagnosis by means of the origin of tissue. Also the examination in Color Doppler and Power Doppler did not give any secure hint about the mode of tumor tissue.

In addition, this study should prove the biological behaviour (malignant or non-malignant) of skin tumors with ultrasonography if possible. The examinations in B-Mode showed, that non-malignant as well as malignant tumors can be differentiated well from their environment or that they grow invasiv. Proportionally there were more non-malignant tumors which were well seperated from their environment than malignant tumors. The echostructures of both groups were homogeneous up to highly inhomogeneous, but the non-malignant tumors were proportionally more homogeneous. An inhomogeneous appearance from some non-malignant neoplasia was provoked by inflammation. Like the homogeneity, the regular shape was no secure criterion to differentiate between malignant and non malignant tumors.

The examination of the circulation mode pointed out better results: 34 of 38 non-malignant tumors had none or low blood supply. Four non-malignant tumors showed a higher degree of circulation. Three of them histologically had massive signs of inflammation. 40 of 41 malignant tumors showed medium to high circulation. This fact confirms the tendency of a malignant tumor for an increasing blood supply.

Pathological changes of blood vessels were clear signs of malignancy. None of the non-malignant tumors showed these irregular vessels, but their absence was no proof for a non-malignant tumor.

Summing up it may be said that the accuracy of the ultrasonographic examination resulted in 88,66 %. There were problems in non-malignant tumors with signs of inflammation, which were misinterpreted as malignant. The differentiation of a tumor and a neoplasia of other origin by ultrasound (for example abscess, meliceris etc.) was no problem in most of the cases.

The examination of enlarged lymph nodes showed, that neither size, shape or echostructure were safe signs to differentiate between lymph node metastasis and lymphadenitis. Also the so called Solbiati-Quotient was of no better help. The additional evaluation of the criterion of circulation may be the right way for a much safer interpretation. Further examinations by a higher number of patients also with enhanced Color Doppler or Power Doppler sonography should follow. The cytologic or histologic examination of superficial tumors is the diagnostic step which should be made prior to surgery or after it to determine the tissue of the tumor and its biological behaviour. The ultrasound of a skin tumor can give valuable information. The pre-operative ultrasound shows in most of the cases the cause of the neoplasia (abscess, tumor, thyroid tumor etc.) and can change the following therapy. Also features of tumor growth can be found: invasiveness, high blood supply, capsulation or break-in into vessels. These additional informations can be used for a planned surgery.

Finally, by the correct interpretation of all ultrasonographic signs, it is possible to determine the biological behaviour of a tumor in many cases.

9 Literaturverzeichnis

Aluffi, P., Fonio, N., Gandini, G., Pia, F. (1997):

Doppler-color ultrasonography in the diagnosis of parotid tumors, Acta Otorhinolaryngol. Ital. 1997; 17, 52-57.

Barr, F. (1990):

Diagnostic Ultrasound in the Dog and Cat, Blackwell Scientific Publications, Oxford, Kapitel 1: Principles of Diagnostic Ultrasound, 1, 12-20.

Barr, F. (1992):

Ultraschalldiagnostik bei Hund und Katze, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Kapitel 1: Grundlagen des diagnostischen Ultraschalls, 4-7.

Benzel, W., Zenk, J., Iro, H. (1995):

Farbdopplersonographische Untersuchungen von Parotistumoren, HNO 1995; 43, 25-30.

Benzel, W., Zenk, J., Winter, M., Iro, H. (1996):

Farbdopplersonographische Untersuchungen von benignen und malignen Halslymphknoten, HNO 1996; 44, 666-671.

Beuscher-Willems, B., Schmidt, G. (1999):

Ultraschall Kursbuch, 3. Auflage, Thieme Verlag, Stuttgart, Einführung in die Farbkodierte Duplexsonographie, 326-340.

Birkmayer, J.G.D. (1984):

Tumorbiologie, Karger Verlag, Basel, Spezifische Eigenschaften von Krebszellen, 169-173.

Bonath, K.H. (1991):

Kleintierkrankheiten, Band 2: Chirurgie der Weichteile, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, Kapitel 12.1.1.: Tumoren der Haut und des Unterhautgewebes, 341-357.

Braun, B., Günther, R., Schwerk, W., Kaarmann, H., Wessels, G. (1991):

Ultraschalldiagnostik, Lehrbuch und Atlas, ecomed, Landsberg-München-Zürich, Kapitel 2.1: Physikalische Grundlagen, 1-36.

Braun, B., Günther, R., Schwerk, W., Schuler, A. (1998):

Ultraschalldiagnostik, Lehrbuch und Atlas, ecomed, Landsberg-München-Zürich, Kapitel 2.2: Untersuchungstechnik und Artefakte, 1-42.

Bundschu, H.-D., Hus, W., Preim, D. (1992):

Abdominelle Ultraschalldiagnostik in der Praxis, Hippokrates Verlag, Stuttgart, 3. Auflage, Kapitel 6: Lymphknoten, 98-105.

Chaudhari, M.H., Forsberg, F., Voodarla, A., Saikali, F.N., Goonewardene, S., Needleman, L., Finkel, G.C., Goldberg, B.B. (2000):

Breast tumor vascularity identified by contrast enhanced ultrasound and pathology: initial results, Ultrasonics 2000; 38, 105-109.

Choi, H.Y., Kim, H.Y., Baek, S.Y., Kang, B.C., Lee, S.W. (1999):

Significance of resistive index in color Doppler ultrasonogram: differentiation between benign and malignant breast masses, Clin. Imaging 1999; 23; 284-288.

Dahme, E., Weiss, E., Teifke, J.P. (1999):

Grundriß der speziellen pathologischen Anatomie der Haustiere, 5. Auflage, Enke Verlag, Stuttgart, Kapitel 15: Haut, 484-485, 536-546.

Delorme, S., Debus, J. (1998):

Ultraschalldiagnostik, Duale Reihe, Hippokrates Verlag, Stuttgart, Kapitel 13: Halslymphknoten, 377-380, 384-388.

Delorme, S., Huber, S. (1998):

Doppler sonography of breast tumors, Anticancer Res. 1998; 18, 2155-2158.

Detmar, M. (2000):

Tumor angiogenesis, J. Investig. Dermatol. Symp. Proc 2000; 5, 20-23.

Dummer, W., Blaheta, H.J., Bastian B.C., Schenk, T., Brocker, E.V., Remy, W. (1995):

Preoperative characterization of pigmented skin lesions by epiluminescence microscopy and high-frequency ultrasound Arch. Dermatol. 1995; 131, 279-285.

Eder, M., Gedigk, P. (1990):

Allgemeine Pathologie und Pathologische Anatomie, 33. Auflage, Springer Verlag, Berlin, Kapitel 5: Pathologie des Wachstums und der Differenzierung, 252-263, 281-283, 289-291.

Fidler, I.J. (2000):

Regulation of Neoplastic Angiogenesis, J. Natl. Cancer Inst. Monogr. 2000; 10-14.

Flais, S., Lassau, N., Leclere J. (1996):

Tumor vascularization: contribution of Doppler ultrasonography, J. Radiol. 1996; 77, 1207-1212.

Fritsch, R., Gerwing, M. (1993):

Sonographie bei Hund und Katze, Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, Allgemeiner Teil, 3-9.

Garbe, C., Blum, A. (1999):

Ultraschalldiagnostik der Haut und Lymphknoten, Steinkopff Verlag, Darmstadt, Kapitel 1: Die Entwicklung der Ultraschalldiagnostik in der Dermatologie, 1-5, Kapitel 2: Physikalische Grundlagen des Ultraschalls und der Einsatz verschiedener Ultraschallköpfe, 13-14, Kapitel 4: Indikationen für sonographische Untersuchungen, 23-26, Kapitel 8: Diagnostisches Vorgehen und Differentialdiagnosen echoreicher und echoarmer Raumforderungen im 7,5 MHz-Ultraschallbild, 60-77, Kapitel 10: Darstellung von Hauttumoren und entzündlichen Hautkrankheiten mit hochauflösendem Ultraschall, 98-104.

Giovagnorio, F., Andreoli, C., De Cicco, M.L. (1999):

Color Doppler sonography of focal lesions of the skin and subcutaneous tissue, J. Ultrasound Med. 1999; 18, 89-93.

Gladisch, R. (1992):

Praxis der abdominellen Ultraschalldiagnostik, 2. Auflage, Schattauer Verlag, Stuttgart, Kapitel 1: Einführung in die sonographische Diagnostik, 2-16.

Gonzalez de Bulnes, A., Garcia Fernandez, P., Mayenco Aguirre, A.M., Sanchez de la Muela, M. (1998):

Ultrasonographic imaging of canine mammary tumours, Vet. Rec. 1998, 19-26; 143, 687-689.

Green, R., Farrow, C.S. (1996):

Small Animal Ultrasound, Lippincott-Raven, Philadelphia, Kapitel 2: How Ultrasound works, 18-26.

Greskötter, K.-R. (1996):

Pathologie/Klinische Medizin, Band 1, Uni Med. Verlag AG, Lorch, Kapitel 6: Neoplasien, 154, 159, 211, 226-231.

Grischke, EM., von Fournier, D., Sohn, C., Wallwiener, D., Bastert, G. (1996):

Diagnostic value of Doppler ultrasound in evaluation of breast tumors, Zentralbl. Gynäkol. 1996; 118, 553-559.

Gruner, C., Schonwalder, A., Schulz-Wendtland, R., Lang, N., Bautz, W. (1998):

Welche Rolle spielt die Farbdopplersonographie, unterstützt mit dem Echosignalverstärker Levovist, in der komplementären Mammadiagnostik, Aktuelle Radiol. 1998; 8, 58-62.

Gutwald, J., Krug, B., Chatterjee, T. (1993):

Bildgebende Diagnostik kutaner und subkutaner Tumoren, in: Zeitschrift für Hautkrankheiten, H+G, 12(1993), 795-803.

Hahn, K.A., Lantz, G.C., Salisbury, S.K., Blevins, W.E., Widmer, W.R. (1990):

Comparison of survey radiography with ultrasonography and x-ray computed tomography for clinical staging of subcutaneous neoplasms in dogs, J. Am. Vet. Med. Assoc. 1990; 196, 1795-1798.

Heinritz, H., Benzel, W., Hoffmann, K., Iro, H. (1995):

Darstellung oberflächlicher Hauttumoren im HNO-Bereich. Hochfrequenzultraschall im Vergleich mit Computertomographie und Kernspintomographie, HNO 1995; 43, 6-11.

Homco, L.D. (1996):

Small Animal Ultrasound, Lippincott-Raven, Philadelphia/New York, Kapitel 17: Lymph Nodes, 322.

Jeffrey, R.B.J. JR., Ralls, P.W. (1998):

Color and Power Doppler Sonography. A Teaching file, Lippincott-Raven, Philadelphia/New York, Kapitel 1: Principles, Pitfalls and Practical Hints, 2-18.

Johnston, G.R. (1991):

Ultrasonographic Features of Testicular Neoplasia, in: Modern Veterinary Practice, 72, No.11; 281.

Karaman, G.C., Karaman, C.Z., Sendur, N., Akdilli, A., Basak, S., Savk, E.B. (2001):

Power Doppler ultrasonography for the evaluation of skin tumors other than malignant melanoma, Eur. Radiol. 2001; 11, 1111-1116.

Kellner, H., Reimers, C.D. (1996):

Sonographie der Bewegungsorgane, Urban und Schwarzenberg, München-Wien-Baltimore, Kapitel 1: Grundlagen, 3-20.

Kessler, M. (1999):

Kleintieronkologie, Diagnose und Therapie von Tumorerkrankungen bei Hunden und Katzen, Parey Verlag, Berlin, Kapitel 14: Tumoren der Haut, 219-254.

Kessler, M., Misdorp, W. (1999):

Kleintieronkologie, Diagnose und Therapie von Tumorerkrankungen bei Hunden und Katzen, Parey Verlag, Berlin, Kapitel 1: Ätiologie und Pathologie von Krebserkrankungen, 11-12.

Klews, P.-M., Ewen, K. (1998):

Moderne Bildgebung, Referenz Reihe Radiologische Diagnostik, Thieme Verlag, Stuttgart, Kapitel 9: Physik und Technik der Ultraschalldiagnoseverfahren, 197-222.

Koch, H.-J., Müller, G.H., Kirk, R.W., Scott, D.W. (1993):

Kleintierdermatologie, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Kapitel 20: Neoplastische Erkrankungen, 724-786.

Korting, H.C, Sterry, W., Carl, M. (1997):

Diagnostische Verfahren in der Dermatologie, Blackwell-Wissenschafts-Verlag, Oxford, Kapitel 3: 7.5 MHz-Sonographie: Ultraschalluntersuchung der subkutanen Lymphknoten in der dermatologischen Tumornachsorge, 23-26.

Korting, H.C., Gottlöber, P., Schmidt-Wendtner, M.-H., Peter, R.U. (1999):

Ultraschall in der Dermatologie, Blackwell-Wissenschafts-Verlag, Oxford, Kapitel 1: Allgemeiner Teil, 3-5, 26-29.

Kramer, M. (1992):

Die sonographische Anatomie des Schultergelenkes und seines Weichteilmantels beim erwachsenen Hund, Inaugural-Dissertation JLU-Giessen.

Kutschker, C., Allgayer, B., Hauck, W. (1996):

Dignitätseinschätzung unklarer Mammatumoren mit Hilfe der farbkodierten Dopplersonographie, *Ultraschall in Med* 1996; 17, 18-22.

Lassau, N., Spatz, A., Avril MF., Tardivon, A., Margulis, A., Mamelle, G., Vanel, D., Leclere J. (1997):

Value of high-frequency US for preoperative assessment of skin tumors, *Radiographics* 1997; 17, 1559-1565.

Lee, W.J., Chu J.S., Houg S.J., Chung M.F., Wang S.M., Chen K.M. (1995):

Breast cancer angiogenesis: a quantitative morphologic and Doppler imaging study, *Ann. Surg. Oncol.* 1995; 2, 246-251.

Lee, W.J., Chu, J.S., Huang, C.S., Chang, M.F., Chang, K.J., Chen, K.M. (1996):

Breast cancer vascularity: color Doppler sonography and histopathology study, *Breast Cancer Res. Treat.* 1996; 37, 291-298.

Leuwer, R., Westhofen, M., Henke R.P. (1996):

Was leistet die farbkodierte Duplexsonographie in der Diagnostik von Kopf-Hals-Tumoren, *Laryngorhinootologie* 1996; 75, 95-99.

Li, C., Guo, B., Bernabeu, C., Kumar, S. (2001):

Angiogenesis in breast cancer: The role of transforming growth factor beta and CD105, *Microsc. Res. Tech.* 2001; 52, 437-449.

Liekens, S., De Clercq, E., Neyts, J. (2001):

Angiogenesis: regulators and clinical applications, *Biochem. Pharmacol.* 2001; 61, 253-270.

Lutz, H. (1989):

Ultraschallfibel Innere Medizin, 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin, Kapitel 1: Einführung, 3-37.

Moehrle, M., Blum, A., Rassner, G., Juenger, M. (1999):

Lymph node metastases of cutaneous melanoma: diagnosis by B-scan and color Doppler sonography, *J Am. Acad. Dermatol.* 1999; 41, 703-709.

Moon, W.K., Im, J.G., Noh, D.Y., Han, M.C. (2000):

Nonpalpable breast lesions: evaluation with power Doppler US and mikrobubble contrast agent-initial experience, *Radiology* 2000; 217, 240-246.

Moritz, J.D., Ludwig, A. (1999):

Fortschritte in der Lymphknotendiagnostik, Interdisziplinäre Fortbildungsveranstaltung, Georg- August- Universität Göttingen, 10-11.

Moritz, J.D., Ludwig, A., Oestmann, JW. (2000):

Contrast-enhanced color Doppler sonography for evaluation of enlarged cervical lymph nodes in head and neck tumors, *Am. J. Röntgenol.* 2000; 174, 1279-1284.

Neeman, M., Provenzale, J.M., Dewhirst M.W. (2001):

Magnetic resonance imaging applications in the evaluation of tumor angiogenesis, *Semin. Radiat. Oncol.* 2001; 11, 70-82.

Poulsen Nautrup, C., Tobias, R., Luerssen, D., Janthur, M. (1996):

Atlas und Lehrbuch der Ultraschalldiagnostik bei Hund und Katze, Schlütersche Verlagsanstalt und Druckerei GmbH & Co., Hannover
Kapitel 10.8.2: Sonographie der erkrankten Lymphknoten, 244-247.

Poulson Nautrup, C., Tobias, R., Kästner, W., Depken, U. (1996):

Atlas und Lehrbuch der Ultraschalldiagnostik bei Hund und Katze, Schlütersche Verlagsanstalt und Druckerei GmbH & Co., Hannover, Kapitel 2: Physikalische Grundlagen, 21-37, Kapitel 4: Sonographische Phänomene und Artefakte, 66-72, Kapitel 7: Hals, 116-122.

Pugh, C.R. (1994):

Ultrasonographic examination of abdominal lymph nodes in the dog, *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 1994; 35, 110-115.

Reese, S., Büchler, F., Kraft, W. (2001):

Die sonographische Schilddrüsenuntersuchung bei der Katze, *Tierärztl. Prax.* 2001; 29, 184-90.

Reinikainen, H., Rissanen, T., Paivansalo, M., Paakko, E., Jauhiainen, J., Suramo, I. (2001):

B-Mode, power Doppler and contrast-enhanced power Doppler ultrasonography in the diagnosis of breast tumors, *Acta Radiol.* 2001; 42, 106-113.

Rickert, D., Jecker, P., Metzler, V., Lehmann, T., Ernst, E., Westhofen, M. (2000):

Color-coded duplex sonography of cervical lymph nodes: improved differential diagnostic assessment after administration of the signal enhancer SH U 508A (Levovist), *Eur. Arch. Otorhinolaryngol.* 2000; 257, 453-458.

Riede, U.-N., Schaefer, H.-E., Wiestler, O.D., Müller, H.J. (1995):

Allgemeine und spezielle Pathologie, 4. Auflage, Thieme Verlag, Stuttgart, Kapitel 7: Störungen des Zellwachstums, 370-377.

Ruhland, F., Strubel, S., Michel, T., Budner, M., Heinrich, J. (2001):

Schallverhalten von Fibroadenomen und medullären Karzinomen der Mamma- ist eine sonographische Differentialdiagnostik möglich?, *Ultraschall in Med* 2001; 22, 35.

Ryan, C.J., Wilding, G. (2000):

Angiogenesis inhibitors. New agents in cancer therapy, *Drugs Aging* 2000; 17, 249-255.

Saaristo, A., Karpanen, T., Alitalo, K. (2000):

Mechanisms of angiogenesis and their use in inhibition of tumor growth and metastasis, *Oncogene* 2000; 19, 6122-6129.

Sahin-Akyar, G., Sumer, H. (1996):

Color Doppler ultrasound and spectral analysis of tumor vessels in the differential diagnosis of solid breast masses, *Invest. Radiol.* 1996; 31, 72-79.

Schmidt, G. (1999):

Ultraschall Kursbuch, 3. Auflage, Lymphknoten-sonographie, Thieme Verlag, Stuttgart, Lymphknoten-sonographie, 121-131.

Schroeder, R.J., Mäurer, J., Vogl, T.J., Hidajat, N., Hadijuana, J., Venz, S., Weber, S., Felix, R. (1999):

D-galactose-based signal-enhanced color Doppler sonography of breast tumors and tumorlike lesions, *Invest. Radiol.* 1999; 34, 109-115.

Schroeder, R.J., Mäurer, J., Hidajat, N., Willam, C., Hell, B., Weber, S., Vogl, T., Felix, R. (1998):

Signalverstärkte farbkodierte Duplexsonographie reaktiv und metastatisch vergrößerter Lymphknoten, *Röfo. Fortschr. Geb. Röntgenstr. Neuen Bildgeb. Verfahren* 1998; 168, 57-63.

Schröder, R.-J., Zlowodzki, M., Teichgräber, U. (1999):

Farbdopplersonographische Dignitätsbeurteilung von Hauttumoren, *Ultraschall in Med.* 1999; 20, 80.

Schröder, R.J., Maurer, J., Zlowodski, M., Hidajat, N., Schlums, D., Weber, S., Felix, R. (2001):

Vascularization of malignant and benign skin tumours measured by D-galactose-based signal-enhanced colour Doppler sonography, *Acta Radiol.* 2001; 42, 294-301.

Schubert, G.E., Bethke, B.A. (1987):

Lehrbuch der Pathologie, 2. Auflage, de Gruyter Verlag, Berlin-New York, Kapitel 4: Tumorpathologie, 151-157.

Steinkamp, H.J., Teichgräber, U.K., Mueffelman, M., Hosten, N., Kenzel, P., Felix, R. (1999):

Differential diagnosis of lymph node lesions semiquantitative approach with power Doppler, Invest. Radiol. 1999; 34, 509-515.

Stengel, Heike (1997):

Sonographische Darstellung des Kniegelenkes und seiner Weichteile beim gesunden erwachsenen Hund, Inaugural Dissertation JLU Giessen.

Stevens, A., Lowe, J. (1997):

Pathologie, Ullstein/Mosby Verlag, Berlin/Wiesbaden, Kapitel 4: Neoplasie, 34-56.

Stuhrmann, M., Aronius, R., Roefke, C., Schietzel, M. (1998):

Vaskularisation von Mammatumoren: Einsatz des Ultraschallkontrastmittels in der Dignitätsbeurteilung. Vorläufige Ergebnisse, Röfo. Fortschr. Geb. Röntgenstr. Neuen Bildgeb. Verfahren 1998; 169, 360-364.

Stünzi, H., Weiss, E., Karbe, E. (1990):

Allgemeine Pathologie für Tierärzte und Studierende der Tiermedizin, 8. Auflage, Paul Parey Verlag, Berlin/Hamburg, Kapitel 11: Geschwülste, 317-318.

Stützel, K. (1994):

Abdominelle Sonographie bei Hund und Katze, Verlag Medicus Partner, Budapest, Kapitel 2: Instrument und physikalische Grundlagen, 28-33.

Suh, D.Y (2000):

Understanding angiogenesis and its clinical applications, Ann. Clin. Lab. Sci. 2000; 30, 227-238.

Tschammler, A., Gunzer, U., Reinhart, E., Höhmann, D., Feller, A.C., Müller, W., Lackner, K. (1999):

Dignitätsbeurteilung vergrößerter Lymphknoten durch qualitative und semiquantitative Auswertung der Lymphknotenperfusion mit FKDS, Fortschr. Röntgenstr. 1991; 154, 414.

Tschammler, A., Heuser, B., Otto, G. (1999):

Normale und Pathologische Gefäßmuster in Lymphknoten: Farbduplexsonographie und Histopathologie, in: Ultraschall in Med. 1999; 20, 87.

Ulrich, J., Voit, C. (2001):

Ultrasound in dermatology. Part 2. Ultrasound of regional lymph node basins and subcutaneous tumours, Eur. J. Dermatol. 2001; 11, 73-79.

Watermann, D., Hörig, K., Orlowska-Volk, M., Kieback, D.G. (2001):

Evaluation sonographischer Dignitätskriterien axillärer Lymphknoten beim Mammakarzinom, Ultraschall in Med 2001; 22, 107.

Wehrend, A., Marquardt, C., Bostedt, H., Burkhardt, E. (2001):

Mammasonographie bei der Hündin- ein diagnostisches Mittel zur präoperativen Dignitätseinschätzung tumoröser Herdbefunde, Ultraschall in Med 2001; 22, 70.

Wick, G., Schwarz, S., Förster, O., Peterlik, M., Cross, H., Winterberger, U., Krieg, T., Nerlich, T. (1989):

Funktionelle Pathologie, 2. Auflage, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Kapitel 1: Zellmembran und Zellkern, 5, Kapitel 4: Onkogene, 72, 80-81, Kapitel 6: Bindegewebe, 110.

Wisner, E.R., Nyland, T.G., Mattoon, J.S. (1994):

Ultrasonographic examination of cervical masses in the dog and cat, Veterinary Radiology & Ultrasound, 1994; 35, 310-315.

Wolf, K.-J., Fobbe, F., Klews, P.-M. (1993):

Farbkodierte Duplexsonographie, Grundlagen und klinische Anwendung,
Thieme Verlag, Stuttgart-New York, Kapitel 1: Einführung in die Farbkodierte
Duplexsonographie (FKDS), 1-13.

Wright, I.A., Pugh, N.D., Lyons, K., Webster, D.J., Mansel, R.E. (1998):

Power Doppler in breast tumors: a comparison with conventional colour
Doppler imaging, Eur. J. Ultrasound 1998; 7, 175-181.

Zoller, W.G., Gresser, U., Zöllner, N. (1994):

Einführung in die Ultraschalldiagnostik, Karger Verlag, Basel, 2. Auflage,
Kapitel 2: Grundlagen der Ultraschalldiagnostik, 5-21.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich herzlich bei allen bedanken, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. E. Schimke für die Überlassung des Themas und seine engagierte Unterstützung bei der Erstellung dieser Arbeit.

Desweiteren danke ich herzlich und in besonderem Maße Herrn Prof. Dr. M. Kramer für die hervorragende Betreuung, für seine wertvollen Ratschläge und den uneingeschränkten Beistand.

Ich möchte mich weiterhin bei der Konrad Adenauer Stiftung eV. nicht nur für ihre finanzielle Unterstützung sondern auch für die Möglichkeit der Teilnahme an interessanten Seminaren und dem Kennenlernen vieler Studenten und Doktoranden anderer Fachrichtungen und dem damit verbundenen Erfahrungsaustausch sehr herzlich bedanken.

Für die fachkundige Einführung in die Ultraschalldiagnostik und die stetige, hilfsbereite und freundschaftliche Unterstützung danke ich ganz besonders dem gesamten Ultraschallteam der Kleintierchirurgie der Justus Liebig Universität Giessen.

Ebenso möchte ich mich bei allen anderen Mitarbeitern der Kleintierchirurgie herzlich bedanken, ohne deren Mithilfe die Erstellung dieser Arbeit nicht möglich gewesen wäre.

Ferner bedanke ich mich bei allen, die unermülich Korrektur gelesen haben.

Zu guter Letzt danke ich meiner Familie und meinen Freunden für die allgegenwärtige Unterstützung auch in schwierigen Phasen.