

**Aus dem Institut für Tieranatomie der Tierärztlichen Fakultät  
der Ludwig-Maximilians-Universität München**

Vorstand: Univ.-Prof. Dr. Dr. h. c. H.-G. Liebich

**Thermographische Untersuchung  
der gesunden und der tumorös veränderten  
kaninen Mamma**

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde  
der Tierärztlichen Fakultät  
der Ludwig-Maximilians-Universität München

vorgelegt

von

Alfons Franz  
aus Hameln

München 2007

**Gedruckt mit der Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät  
der  
Ludwig-Maximilians-Universität München**

Dekan: Univ.Prof. Dr. E. P. Märtlbauer

Referent: Univ.-Prof. Dr. Poulsen Nautrup

Korreferenten: Univ.-Prof. Dr. Hirschberger  
Univ.-Prof. Dr. Stangassinger

Tag der Promotion: 20. Juli 2007

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>1. Einleitung</b>	<b>7</b>
<b>2. Literaturübersicht</b>	<b>8</b>
<b>2.1. Die kanine Milchdrüse</b>	<b>8</b>
2.1.1. Ontogenese der kaninen Milchdrüse	8
2.1.2. Anatomischer und histologischer Aufbau der kaninen Mamma	8
2.1.3. Arterielle Gefäße der kaninen Mamma	11
2.1.4. Venöse Gefäße der kaninen Mamma	13
2.1.5. Lymphatische Entsorgung der kaninen Mamma	14
<b>2.2. Kanine Mammatumoren</b>	<b>14</b>
2.2.1. Ätiologie der Mammatumoren	14
2.2.2. Klassifikation der Mammatumoren	17
2.2.3. Vorkommen der Mammatumoren	20
2.2.4. Altersabhängigkeit der Mammatumoren	21
2.2.5. Rassenverteilung der Mammatumoren	22
2.2.6. Lokalisation der Mammatumoren	23
2.2.7. Metastasierung der Mammatumoren	24
2.2.8. Prognose der Mammatumoren	26
2.2.9. Diagnose der Mammatumoren	28
<b>2.3. Die Thermographie</b>	<b>30</b>
2.3.1. Grundlagen	30
2.3.1.1. Physiologie der Körpertemperatur	30
2.3.1.2. Wärmeaustausch zwischen Körper und Umgebung	31
2.3.1.3. Geschichte der Temperaturmessung	32
2.3.1.4. Physik der Flüssigkristallthermographie	33
2.3.1.5. Flüssigkristallthermographie in der Medizin	34
2.3.1.6. Infrarotthermographie	36

2.3.1.7.	Thermographie in der Tiermedizin	37
2.3.1.8.	Thermobiologie von Brusttumoren der Frau	39
2.3.1.9.	Interpretation von Brustthermogrammen in der Humanmedizin	41
2.3.1.10.	Die Aussagefähigkeit der Thermographie in der Mammadiagnostik bei Frauen	42
<b>3.</b>	<b>Material und Methoden</b>	<b>45</b>
<b>3.1.</b>	<b>Tiermaterial</b>	<b>45</b>
3.1.1.	Vorstellung und Altersverteilung aller untersuchten Hündinnen	45
3.1.2.	Rassenverteilung aller untersuchten Hündinnen	46
3.1.3.	Altersverteilung der Hündinnen mit Mammatumoren	47
3.1.4.	Rassenverteilung der Hündinnen mit Mammatumoren	47
3.1.5.	Anzahl und Lokalisationen der Mammatumoren	48
<b>3.2.</b>	<b>Thermographie-Equipment</b>	<b>49</b>
3.2.1.	Bereitstellung eines Thermographie-Equipments	49
3.2.2.	Bereitstellung eines geeigneten Untersuchungsraumes	50
<b>3.3.</b>	<b>Vorbereitung und plattenthermographische Untersuchung der Hündinnen</b>	<b>50</b>
3.3.1.	Klinische Untersuchung der Hündinnen	50
3.3.2.	Plattenthermographische Untersuchung der Mamma	51
3.3.3.	Interpretation und Klassifikation der Thermogramme	52
3.3.4.	Statistik	53
<b>4.</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>54</b>
4.1.	Plattenthermographische Mammauntersuchungen juveniler Hündinnen	54
4.2.	Plattenthermographische Mammauntersuchungen bei Hündinnen mittleren Alters	55
4.3.	Plattenthermographische Mammauntersuchungen alter Hündinnen	56

4.4.	Plattenthermographische Mammauntersuchungen bei einmal trächtig gewesenen Hündinnen	59
4.5.	Plattenthermographische Mammauntersuchungen bei Hündinnen mit drei bis sechs zurückliegenden Trächtigkeiten	60
4.6.	Plattenthermographische Mammauntersuchungen bei tumortragenden Hündinnen	62
4.6.1.	Vergleich der plattenthermographischen Bilder von sechs post- operativ pathologisch-histologisch verifizierten Mammatumoren	63
4.7.	Plattenthermographische Mammauntersuchung bei Hündinnen mit einer Lactatio falsa	64
<b>5.</b>	<b>Diskussion</b>	<b>67</b>
<b>5.1.</b>	<b>Material und Methoden</b>	<b>67</b>
5.1.1.	Rassenverteilung aller untersuchten Hündinnen	67
5.1.2.	Altersverteilung der Hündinnen mit Mammatumoren	67
5.1.3.	Rassenverteilung der Hündinnen mit Mammatumoren	68
5.1.4.	Anzahl und Lokalisation der Tumoren im Gesäuge	69
<b>5.2.</b>	<b>Plattenthermographische Mammauntersuchungen bei Hündinnen</b>	<b>69</b>
5.2.1.	Bereitstellung eines Thermographie-Equipments	69
5.2.2.	Bereitstellung eines geeigneten Untersuchungsraumes	70
<b>5.3.</b>	<b>Vorbereitung der Patientinnen</b>	<b>71</b>
5.3.1.	Klinische Untersuchung der Hündinnen	71
5.3.2.	Zwangmaßnahmen / Sedation	72
5.3.3.	Vorbereitung der Haut	73
<b>5.4.</b>	<b>Beurteilung der thermographischen Bilder der einzelnen Gruppen</b>	<b>74</b>
5.4.1.	Beurteilung der thermographischen Bilder juveniler Hündinnen	74
5.4.2.	Beurteilung der thermographischen Bilder von Hündinnen mittleren Alters	76
5.4.3.	Beurteilung der thermographischen Bilder alter Hündinnen	76
5.4.4.	Beurteilung der thermographischen Bilder von einmal trächtig gewesenen Hündinnen	78

5.4.5.	Beurteilung der thermographischen Bilder von mehrmals trächtig gewesenen Hündinnen	78
5.4.6.	Beurteilung der thermographischen Bilder von tumortragenden Hündinnen	80
5.4.7.	Beurteilung der thermographischen Bilder von postoperativ pathologisch-histologisch verifizierten Mammatumoren	81
5.4.8.	Beurteilung der thermographischen Bilder von Hündinnen mit einer Lactatio falsa	82
<b>5.5.</b>	<b>Störfaktoren bei der plattenthermographischen Mamma- untersuchung</b>	<b>83</b>
5.5.1.	Entzündungen	83
5.5.2.	Beeinflussende Faktoren durch die Technik	83
5.5.3.	Beeinflussende Faktoren durch die Patientinnen	84
5.5.4.	Beeinflussende Faktoren durch den Untersucher	86
<b>5.6.</b>	<b>Abschließende Beurteilung</b>	<b>87</b>
<b>6.</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>92</b>
<b>7.</b>	<b>Summary</b>	<b>94</b>
<b>8.</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>96</b>
<b>9.</b>	<b>Anhang</b>	<b>116</b>

## 1. Einleitung

Die Tumorfrequenz bei Haustieren, vornehmlich bei Hunden und Katzen, zeigt in den letzten Jahren eine deutlich steigende Tendenz (DOBSON et al., 2002).

Insbesondere die Neoplasien der Mamma, die bereits bei BOSTOCK (1986) und bei WITHROW und Mc EWEN (1996) mehr als 50 % aller Tumoren der Hündinnen ausmachen, nehmen zu. Dies ist unter anderem auf ein steigendes Durchschnittsalter der Hunde zurückzuführen.

Mangelnde subjektive Äußerungen seitens der Tiere über Frühsymptome und die oft späte Erkennung tumoröser Erkrankungen durch die Besitzer sowie das Fehlen von Vorsorgeuntersuchungen, wie sie in der Humanmedizin üblich sind, führen dazu, dass in den Tierarztpraxen in zunehmendem Maße erkrankte Hündinnen vorgestellt werden, deren Gesäugegeschwülste erhebliche Ausmaße aufweisen.

Die Diagnose der Tumoren erfolgt in der Tiermedizin überwiegend adspektorisch und palpatorisch. Schwierigkeiten beim Ertasten der Knoten ergeben sich vor allem bei übergewichtigen Tieren mit Geschwülsten, die kleiner als 1 cm sind (THEILEN und MADEWELL, 1979). Da die erfolgreiche Palpation aber eine schon nicht mehr sicher heilbare Größe der Tumoren voraussetzt, stellt sie keine echte Früherkennung dar (VAILLANT, 1986).

Die in der Humanmedizin etablierte Mammasonographie bei der Brustkrebsdiagnostik hat sich aufgrund anatomischer, histomorphologischer Gegebenheiten und methodisch-technischer Probleme beim Hund nicht durchgesetzt (POULSEN NAUTRUP, 2007).

Zu den in der Humanmedizin komplementär angewandten Verfahren gehörte die Thermographie, die bis Ende der achtziger Jahre eine wichtige bildgebende Methode im Rahmen von Vorsorgeuntersuchungen der Mamma darstellte.

Die Thermographie liefert Befunde über die Vaskularisation und die Durchblutung der Brustdrüse (ENGEL, 1979).

In der Tiermedizin besitzt die preiswerte Methode nur als Photothermographie eine gewisse Bedeutung bei der Untersuchung von Zootieren und der equinen Orthopä-

die (HILSBERG et al., 1997; WEIL et al., 1998; EDDY et al., 2001; KASTBERGER und STACHL, 2003).

Das Ziel dieser Arbeit besteht darin, die Anwendbarkeit und die Aussagefähigkeit der Plattenthermographie in der Diagnostik von Mammatumoren bei Hündinnen zu prüfen und so die Grundlage für die moderne digitale Thermographie zu schaffen.

## **2. Literaturübersicht**

### **2.1. Die kanine Milchdrüse**

#### **2.1.1. Ontogenese der kaninen Milchdrüse**

Während der Embryonalphase entwickelt sich aus der Milchlinie, einem Epidermisstreifen am Rande der Stammzone, die Milchleiste. Sie erstreckt sich beim Fleischfresser von der Achselhöhle bis in die Leistengegend (HABERMEHL, 2005). Sie wird ab dem 25. Trächtigkeitstag sichtbar und ist Ausgangspunkt für die Milchhügel, die Vorläufer der einzelnen Komplexe (EVANS und CHRISTENSEN, 1993).

Die Milchhügel treten in bestimmten Abständen als kleine Epidermisverdickung auf, während sich der Rest der Milchleisten zurückbildet. Durch das Wachstum der seitlichen Körperwand werden die Milchdrüsenanlagen nach ventral verlagert. Das Milchhügelpithel wuchert zapfenförmig in die Tiefe und verzweigt sich als Primärsprosse, während sich ihre Oberfläche als Areolarzone napfförmig vertieft und von einem Kutiswall umgeben ist (HABERMEHL, 2005).

Die Anzahl der Primärsprossen entspricht der Häufigkeit der späteren Hohlraumssysteme. Aus den Primärsprossen entwickeln sich bis zur Geburt die Sekundärsprossen, die sich aus den Milchgängen entwickeln.

Bei Eintritt der Geschlechtsreife bilden sich durch Proliferationsvorgänge aus den Primär- und Sekundärsprossen die Tertiärsprossen, die das eigentliche sezernierende Milchdrüsengewebe (Glandulae mammae) darstellen. Die Anlagen der Mamma sind bei beiden Geschlechtern vorhanden und haben sich bis zur Pubertät analog entwickelt. Danach bildet sich die „männliche Milchdrüse“ nicht weiter (MICHEL und MIELKE, 1994; HABERMEHL, 2005).

#### **2.1.2. Anatomischer und histologischer Aufbau der kaninen Mamma**

Die Milchdrüse der Hündin besteht in der Regel aus vier, seltener aus fünf oder sechs Mammakomplexen. Sie ist thorako-inguinal der ventralen Rumpfwand angehängt und wird durch den median verlaufenden Sulcus intermammarius in zwei Hälften geteilt (HABERMEHL, 2005).

Nach BUDRAS et al. (2004) setzt sich das Gesäuge der Hündin überwiegend aus fünf Milchdrüsenkomplexen zusammen, und zwar aus einem kranialen und kaudalen thorakalen, einem kranialen und kaudalen abdominalen sowie einem inguinalen Mammakomplex. Die Hälfte der Hündinnen weisen keinen linken oder rechten kranialen abdominalen Komplex auf (WILSON, 1981).

Die unterschiedliche Anzahl der Milchdrüseneinheiten ist nicht von der Körpergröße abhängig, aber zum Teil rassebedingt. Ihre Anzahl beiderseits des Sulcus intermammaricus kann außerdem variieren. Häufig liegt eine alternierende Anordnung vor, so dass die Zitzen für die Welpen gut erreichbar sind (HABERMEHL, 2005).

Jeder Mammakomplex besteht aus dem Drüsenkörper (Corpus mammae), der sich aus dem eigentlichen milchproduzierenden und sezernierenden Drüsenparenchym (Glandulae mammae) und dem interparenchymalen Bindegewebe samt zugehöriger Leitungsbahnen zusammensetzt (EVANS und CHRISTENSEN, 1993).

Jede Milchdrüse besteht aus acht bis zwanzig Glandulae mammae und einer Zitze (Papilla mammae), die 6 bis 20 Strichkanalöffnungen (Ostia papillaria) aufweisen können (BUDRAS et al., 2004).

Das Gesäuge ist eine zusammengesetzte modifizierte apokrine Hautdrüse, die histologisch aus epithelialen und mesenchymalen Anteilen besteht. Die Epithelzellen, die im interparenchymatösen Bindegewebe eingebettet sind, werden zu Alveolen zusammengefasst und sind netzartig von kontraktilen Myoepithelzellen sowie der Basalmembran umrahmt. Das Drüsenepithel besteht aus einschichtigem bis kubischem Epithel und erscheint während der Milchspeicherung abgeplattet und nach dem Milchentzug auch leicht hochprismatisch (SINOWATZ, 1998; LIEBICH, 2004; HABERMEHL, 2005).

Die histologische Betrachtung der kaninen Milchdrüse erfolgt unter Berücksichtigung der verschiedenen Entwicklungs- und Zyklusstadien. NELSON und KELLY (1973) beschreiben die zu beobachtenden histologischen Veränderungen:

Bei infantilen Hündinnen sind rudimentär ausgebildete Drüsenstrukturen zu sehen, die kaum differenziert und von ein- bis mehrschichtigem Epithel ausgekleidet sind.

Im beginnenden Proöstrus proliferiert das Drüsenepithel und bildet somit vergrößerte Gangsysteme an der Zitzenbasis. Im Östrus wird vor allem unter dem Einfluß der Östrogene eine Proliferation des Gangsystems und des Stromas vorangetrieben. Das Bindegewebe zeigt einen verstärkten Zellgehalt und ist leicht ödematisiert, wäh-

rend die Gangsysteme stärker differenzieren und von ein- bis zweischichtigem Epithel ausgekleidet sind.

Das histologische Bild im anschließenden frühen Metöstrus gleicht fast dem Östrus, jedoch mit einer weiteren Proliferation der Alveolen und einer zunehmenden Vaskularisierung. 30 bis 60 Tage nach dem Östrus (mittlerer Metöstrus) haben sich das Gangsystem und die Alveolen gut entwickelt. Die Alveolen stellen sich differenziert dar und können eosinophiles Sekret enthalten. Der späte Metöstrus (60 bis 90 Tage nach dem Östrus) ist durch eine starke Sekretion bestimmt, die mit einer Involution der Alveolen und mit Atrophie der Epithelzellen einhergeht.

Im frühen Anöstrus (Tage 90 bis 120) wie auch im späten Anöstrus (Tage 120 bis 180) ist die Involution vorangeschritten. Das Stroma ist fest und ausgereift, die Drüsenstrukturen sind nur noch rudimentär vorhanden, und eine Einlagerung von subkutanem Fett ist zu beobachten.

### **2.1.3. Arterielle Gefäße der kaninen Mamma**

In der arteriellen Blutversorgung der Milchdrüsen bei der Hündin gibt es ein kraniales Versorgungsgebiet für die beiden thorakalen Mammakomplexe und den kranialen abdominalen Bereich sowie ein kaudales Versorgungsgebiet für die kaudalen abdominalen und inguinalen Milchdrüseneinheiten. Zwischen beiden Versorgungsgebieten kommen in Nabelhöhe Anastomosen vor (BUDRAS et al., 2004).

Für die Versorgung der beiden thorakalen Mammakomplexe ist unter anderem die Arteria thoracica lateralis zuständig. Sie geht aus der Arteria axillaris hervor, verläuft kaudal und tritt im Winkel zwischen Musculus pectoralis profundus und Musculus latissimus dorsi an die Oberfläche (WAIBL et al., 2005). Zusätzlich zur oben genannten Arterie ist auch die Arteria thoracica interna für diesen Mammabereich zuständig (BRAGULLA und KÖNIG, 2005). Sie entspringt aus der Arteria subclavia medial der 1. Rippe und zieht subpleural nach ventrokaudal. In Höhe des 2. Interkostalraumes erreicht die Arterie die ventrale Brustwand, tritt dabei in den Musculus transversus thoracis ein und durchzieht ihn bis zum Diaphragma. In ihrem Verlauf entläßt die Arteria thoracica interna die Rami intercostales, die ebenfalls die thorakalen Brustdrüsen mitversorgen (MARTHEN, 1939). Dicht am Brustbein ziehen die Rami perforantes an die thorakalen Brustdrüsen heran und geben dort zusätzlich Rami mammarii ab. In Höhe des 7. bis 8. Interkostalraumes teilt sich die Arteria thoracica inter-

na in die Arteria musculophrenica und in die Arteria epigastrica cranialis. Letztere gibt im Winkel zwischen dem Processus xiphoideus und dem Rippenbogen die Arteria epigastrica cranialis superficialis ab. Sie trifft nach Durchbohrung des Musculus rectus abdominis und des äußeren Blattes der Rektusscheide auf die Mamma (EVANS, 1993). Sie versorgt hier mit ihren Rami mammarii die kaudale thorakale und die kraniale abdominale Brustdrüse (WAIBL et al., 2005).

Die arterielle Versorgung der hinteren Milchdrüsen gewährleistet die Arteria pudenda externa (BUDRAS et al. 2004). Sie entspringt zusammen mit der Arteria epigastrica caudalis aus dem Truncus pudendoepigastricus, tritt dann durch den Leistenspalt und kommt in der Regio inguinalis an die Oberfläche. Hier teilt sie sich in die kranial verlaufende Arteria epigastrica caudalis superficialis und in den kaudal gerichteten Ramus labialis ventralis. Erstere ist nach EVANS (1993) die größte Arterie der abdominalen Bauchwand bei Hündinnen. Sie zieht entlang der Rektusscheide oberflächlich in der ventralen Bauchwand nabelwärts und versorgt mit ihren abzweigenden Rami mammarii das dortige Gesäuge mit arteriellem Blut. Sie kann außerdem kaudal des Nabels mit der Arteria epigastrica cranialis superficialis Anastomosen bilden (WAIBL et al., 2005). Beide Gefäße sind auch hauptsächlich für die Versorgung der Zitzen zuständig (BUDRAS et al., 2004).

#### 2.1.4. Venöse Gefäße der kaninen Mamma

Der venöse Blutabfluß erfolgt aus den thorakalen Mammakomplexen in die Vena epigastrica cranialis superficialis, die in die Vena epigastrica cranialis mündet. Die Vena epigastrica cranialis superficialis anastomosiert mit der Vena epigastrica caudalis superficialis. Letztgenannte Vene erhält Blut aus den abdominalen und inguinalen Milchdrüsen und fließt über die Vena epigastrica caudalis in die Vena pudenda externa (BRAGULLA und KÖNIG, 2005).

Nach WAIBL et al. (2005) werden der kraniale und kaudale thorakale Mammakomplex sowie die kranialen Anteile des ersten abdominalen Komplexes über die Vena epigastrica cranialis superficialis entsorgt. Das venöse Blut des kaudalen Abschnittes des letztgenannten Komplexes und das Blut des kaudalen abdominalen und des inguinalen Drüsenbereiches werden über die Vena pudenda externa abgeleitet. Anastomosen sind reichlich vorhanden.

Die für die thorakalen Brustdrüsen zuständige Vena epigastrica cranialis geht aus der Vena thoracica interna hervor. Im Winkel zwischen Rippenbogen und Schaufelknorpel tritt das Gefäß kaudal an die Bauchwand und legt sich dorsal auf den Musculus rectus abdominis. Zunächst zieht die Vene nach kaudolateral und teilt sich dann in zwei parallel zueinander verlaufende Endäste, die mit entsprechenden Endästen der Vena epigastrica caudalis anastomosieren. In Höhe der kaudalen Hälfte des Processus xiphoideus entspringt die Vena epigastrica cranialis superficialis aus der Vena epigastrica cranialis. Das Gefäß tritt nach ventral durch die Bauchwand, in dem es den Musculus rectus abdominis und das äußere Blatt der Rektus-scheide durchbohrt. Sie teilt sich in zwei parallel verlaufende Zweige, die im geschlängelten Verlauf unter ständiger Abgabe ihrer Rami mammarii den Endästen der Vena epigastrica caudalis superficialis entgegenziehen, um sich letztlich mit ihnen zu vereinigen (WIEBOLDT, 1966). Die für die hinteren Mammakomplexe zuständige Vena pudenda externa verläßt als zweiter Teilungsast der Vena pudendoepigastrica die Bauchhöhle durch den Leistenspalt (WAIBL et al., 2005).

Im Fettgewebe des Zwischenschenkelspaltes teilt sie sich in die Vena epigastrica caudalis superficialis und in die Vena labialis cranialis. Erstere zieht ventral der Bauchwand nach kranial und anastomosiert dort mit den Endästen der Vena epigastrica cranialis superficialis. Meistens ist sie doppelt ausgebildet, wobei die Abstände zwischen den beiden Gefäßen in der Regel nur einige Millimeter betragen

(WIEBOLDT, 1966). Die Vena epigastrica caudalis superficialis gibt in ihrem Verlauf Zweige an die ventrale Bauchwand ab, die als Rami mammarii direkt das venöse Blut von den abdominalen und inguinalen Milchdrüsen aufnehmen (WAIBL et al., 2005).

### **2.1.5. Lymphatische Entsorgung der kaninen Mamma**

Um den Verlauf der Lymphbahnen zu verfolgen, wird schwarze „indische Tinte“ an mehrere Stellen um die Zitzen aller Komplexe injiziert. Die Wege der Tinte entsprechen den Lymphbahnen. Allerdings sind die Ergebnisse derart ermittelter Lymphwege widersprüchlich (KOCH, 1970; GRAU, 1974; MOULTON, 1990). Einig sind sich alle Autoren, dass das Lymphocentrum axillare, bestehend aus den Lymphonodii axillaris proprius und axillaris acessorius, das Lymphocentrum thoracium ventrale mit dem Lymphonodus sternalis cranialis und das Lymphocentrum inguinale superficiale mit den Lymphonodi inguinales superficiales die tributären Lymphzentren der kaninen Mamma bilden.

Die kranialen und kaudalen thorakalen sowie die kranialen abdominalen Komplexe liefern ihre Lymphe direkt in den axillaren und in den sternalen Lymphknoten, die kaudalen abdominalen und inguinalen Komplexe in die Inguinallymphknoten. Anastomosen existieren zwischen den Lymphgefäßen des kranialen und kaudalen abdominalen Komplexes. Daraus folgt, dass beide Komplexe ihre Lymphe sowohl kranial als auch kaudal in die jeweiligen Lymphzentren abgeben können. Zwischen der rechten und linken Gesäugeleiste sollen keine lymphatischen Verbindungen bestehen (WILKINSON, 1971; MIALOT et al., 1980; MOULTON, 1990; SAUTET et al., 1992; STRATMANN et al., 2006).

## **2.2. Kanine Mammatumoren**

### **2.2.1. Ätiologie der Mammatumoren**

Ähnlich wie die Ätiologie mancher Tumorarten der Menschen und der Haustiere sind auch die Ursachen für die Entstehung der Mammatumoren der Hündinnen noch nicht geklärt. Es werden jedoch hormonelle, genetische, virale und ernährungsbedingte Einflüsse diskutiert (MANN, 1984). MORRIS et al. (1998) gehen ebenfalls von

multifaktoriellen Ursachen aus, die mit diversen fördernden und genetischen Einflüssen gesteuert werden.

Eine deutliche Relation scheint aber zwischen dem frühen endokrinen Status und einer möglichen späteren Mammatumorbildung zu bestehen. Fest steht, dass das Mammatumorrisiko bei ovariectomierten oder ovariectomierten Tieren abhängig vom Kastrationszeitpunkt ist (DORN et al., 1968a,b).

Wichtig für die Verhinderung einer eventuellen späteren Tumorbildung ist der Zeitpunkt der Kastration. Wird sie vor dem 1. Östrus durchgeführt, liegt das spätere Tumorrisiko bei 0,5 %. Es steigt auf über 8 % bei Ovariectomie zwischen dem 1. und 2. Zyklus. Kastrationen danach erhöhen das Risiko auf bis zu 26 %. In einem Alter von über 2,5 Jahren üben Ovariectomien keinen vorbeugenden Schutz mehr aus. Es besteht dann im Mammatumorrisiko kein Unterschied mehr zu intakten Hündinnen (SCHNEIDER et al., 1969; BOSTOCK, 1986; KURZMANN und GILBERTSON, 1986; MISDORP, 1988). Allerdings beobachteten ANDERSEN und JARRET (1966) eine temporäre Rückbildung von Tumoren nach Kastrationen. JABARA (1960a), YAMAGAMI et al. (1996) und MORRIS et al. (1998) konnten diesen Schrumpfungsprozess nicht bestätigen. Sie führen eine Abnahme des Geschwulstumfangs auf eine Regression des tumorumgebenden, hyperplastischen Gewebes zurück.

Aufgrund des protektiven Effektes frühzeitiger Ovariectomien postulieren BRODEY et al. (1983), dass schon während der ersten Zyklen epitheliale Zellen in präneoplastische Formen transformiert werden, die in späteren Jahren zu Blastomen entarten können. Die während der Geschlechtsreife stattfindenden Umbauprozesse der Mamma und die dabei entstehenden hyperplastischen Zellnester werden auch von WARNER (1976) bereits als präneoplastisch eingestuft.

Östrogene induzieren während der Mammogenese eine Proliferation der Milchgänge, während dann die im Metöstrus dominierenden Progesterone die physiologischen Prozesse am Alveolarepithel stimulieren. Diesen proliferativen Vorgängen muss eine tumorpromovierende Funktion beigemessen werden (CONCANNON, 1986). Nach FLORIO et al. (2002) können dann genetisch vorbelastete Zellen eine präneoplastische Transformation durchlaufen, die durch den hormonell-proliferativen Einfluss der Geschlechtshormone im Alter entarten können.

Bisher liegen keine Anhaltspunkte dafür vor, dass endokrine Dysregulationen weiblicher Geschlechtshormone oder (Schein)-Trächtigkeiten einen Einfluß auf das Tumorrisiko besitzen (BRIGGS, 1980; MOULTON, 1990; PEREZ ALENZA et al., 2000).

GUTBERLET et al. (1998) berichten allerdings, dass sich unter Anwendung von Prolaktin-Hemmern zur Unterdrückung der „Lactatio falsa“ klinisch manifeste Neoplasien der Mamma verkleinern. Die Zunahme der Tumorzahrscheinlichkeit nach hormoneller Laktationsunterdrückung wird dagegen hinreichend anerkannt (ZANINOVIC und SIMCIC, 1994; RUTTEMAN, 2000; FLORIO et al., 2002).

Ein positiver Einfluss hinsichtlich Tumorentstehung wird auch dem Wachstumshormon Somatotropin (STH) beigemessen (EL ETREBY et al., 1980; MAHROUS, 1980; FLORIO et al., 2002). Es wird nach Applikation von Kontrazeptiva (Progestagene) vermehrt gebildet und bewirkt offenbar eine Stimulation des Gesäugeepithels (VAN GARDEREN et al., 2001). Dies würde auch den fördernden Einfluss der Progestagene auf die Entstehung von kaninen Gesäugegeschwülsten erklären (GILES et al., 1978; FRESE, 1985; VAN GARDEREN et al., 2001; VAN GARDEREN und SCHALKEN, 2002; FLORIO et al., 2002).

DONNAY et al. (1995) verglich die Konzentration von Östrogen- und Progesteronrezeptoren in unverändertem und neoplastischem Mammagewebe und fand für beide Rezeptoren eine höhere Dichte im Tumorgewebe. Es deutet also vieles darauf hin, dass die Geschlechtshormone an der Genese der Mammatumoren bei der Hündin eine übergeordnete Rolle einnehmen.

Genetische Dispositionen für Brustdrüsengeschwülste sind beim Menschen nachgewiesen und besitzen deshalb eine große Bedeutung hinsichtlich intensiver diagnostischer Überwachung. Dieser Einfluss ist beim Hund noch nicht endgültig bewiesen (RUTTEMAN, 2000).

Eine Virusbeteiligung kann ebenfalls nicht ausgeschlossen werden (MOULTON, 1990). Es konnten in Brustdrüsenkarzinomen retrovirusassoziierte Partikel lokalisiert werden, ein Kausalitätsbeweis ist bisher aber nicht gelungen (HELLMÉN, 1992).

Fettsucht ist als Ursache für das Entstehen von Mammatumoren bei Menschen und bei Nagern bekannt und inzwischen auch für Hunde nachgewiesen (PEREZ ALENZA et al., 2000).

### 2.2.2. Klassifikation der Mammatumoren

Die klassische Einteilung der Tumoren basiert auf ihrer Histogenese. Sie erfolgt in epithelialen, mesenchymalen und gemischten Formen sowie in Geschwülsten der pigmentbildenden Zellen und des Nervensystems, dysontogenetische und embryonale Neoplasien (REINACHER, 2001).

Auch die Klassifizierung der Mammatumoren basiert also auf einer histogenetischen Einteilung in Abhängigkeit vom histologischen Entdifferenzierungsgrad. Dies führte oftmals zu Vergleichsschwierigkeiten, weil von den einzelnen Autoren unterschiedliche Klassifizierungssysteme für Mammatumoren angewandt wurden (JABARA, 1960b; MISDORP, 1964; ELSE und HANNANT, 1979; GILBERTSON et al., 1983). Sie sind aufgrund der histologischen Variabilität dieser Geschwülste entstanden und erschweren einen direkten Vergleich zwischen verschiedenen Tumorstatistiken.

Nach der World Health Organisation (WHO) werden Mammatumoren nach ihrer Histogenese in drei Gruppen eingeteilt. So können Neoplasien epithelialen oder mesenchymalen Ursprungs sein oder aber auch eine Kombination aus beiden bilden. Sie werden dann als Mischtumoren bezeichnet (HAMPE und MISDORP, 1974).

Die epithelialen Anteile des Brustgewebes werden in Drüsenepithel und Myoepithel unterteilt. Von der Mehrzahl der Autoren werden dann Tumoren, die aus beiden Anteilen bestehen, als Mischtumore bezeichnet, wobei benigne und maligne Formen unterschieden werden (FOWLER et al., 1974).

In den mesenchymalen Anteilen können alle Differenzierungsrichtungen (Bindegewebe, Knochen, Knorpel, Fettgewebe) enthalten sein (WALTER et al., 1997). In der WHO-Klassifikation (HAMPE und MISDORP, 1974) werden diejenigen als benigne Mischtumoren bezeichnet, die neben epithelialen Anteilen auch mesenchymale Elemente enthalten, wobei die letztgenannten nicht vorherrschend sein dürfen.

Maligne Mischtumoren setzen sich aus bösartigen Drüsen- und/oder Myoepithelzellen und aus Gewebe mesenchymalen Ursprungs zusammen. Liegt neben neoplastischem Drüsenepithel auch eine Proliferation von Myoepithelzellen vor, die aber maligne Merkmale aufweisen, wird der Tumor als Adenom bzw. Adenokarzinom bezeichnet. Sind sowohl Drüsen als auch Myoepithel bösartig entartet, werden diese Zubildungen als komplexe Tumoren bezeichnet.

Komplexe Adenome liegen bei benigner Proliferation beider Epithelreihen vor. Wachsen Drüsen- als auch Myoepithelien infiltrativ und zeigen Anzeichen von Metastasierung, werden sie als komplexe Karzinome eingestuft (WALTER et al., 1997; GUTBERLET et al., 1998).

Im Gegensatz zum Menschen und anderen Haussäugetieren sind die Myoepithelzellen in der Mammatumorgenese der Hündin häufig beteiligt (VON SANDERSLEBEN, 1976; WENDT et al., 1994).

Aufgrund unterschiedlicher Mammatumoreinteilungen wurden von GUTBERLET et al. (1998) eine überarbeitete und modifizierte WHO-Klassifikation vorgelegt (Tabelle 1).

Tabelle 2 zeigt zum Vergleich die von MISDORP et al. (1999) herausgegebene WHO-Klassifikation der Mammatumoren.

**Tabelle 1: Klassifikation der Mammatumoren beim Hund (GUTBERLET et al., 1998)**

**benigne Tumoren**

**maligne Tumoren**

**epithelial**

- Adenom (Drüsengewebe)	- Adenokarzinom (Drüsengewebe)
- komplexes Adenom (Drüsen- und Myoepithel, benigne)	- komplexes Karzinom (Drüsen- und Myoepithel, maligne)
- Myoepitheliom	- Myoepitheliom, maligne
	- solides Karzinom
	- Spindelzellkarzinom
	- anaplastisches Karzinom

**mesenchymal**

- Fibrom, Osteom, Chondrom	- Fibro-Osteo-Chondrosarkom
- Kombinationen	- Sarkome, kombiniert
- Lymphom	- Lymphosarkom
- Lipom	- Liposarkom
- Mastozytom, potentiell maligne	- Mastzellensarkom

**epithelial und mesenchymal**

- benigner Misch tumor, (beide Anteile benigne)	- Karzinosarkom, maligner Misch tumor, (beide Anteile maligne)
	- Kombinationen aus benignen und malignen Anteilen
	- unklassifizierte Tumoren

**Tabelle 2: Klassifikation der kaninen Mammatumoren nach der WHO (World Health Organisation), MISDORP et al. (1999)**

<u>benigne Tumoren</u>	<u>maligne Tumoren</u>
<u>epithelial</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adenom               <ul style="list-style-type: none"> <li>einfaches Adenom</li> <li>komplexes Adenom</li> <li>basaloides Karzinom</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- nichtinfiltratives Karzinom</li> <li>- komplexes Karzinom</li> <li>- einfaches Karzinom               <ul style="list-style-type: none"> <li>Tubulopapilläres Karzinom</li> <li>Solides Karzinom</li> <li>Anaplastisches Karzinom</li> </ul> </li> <li>- spezielle Karzinomtypen               <ul style="list-style-type: none"> <li>Spindelzellkarzinom</li> <li>Plattenepithelkarzinom</li> <li>Muzinöses Karzinom</li> <li>fettreiches Karzinom</li> </ul> </li> </ul>
<u>mesenchymal</u>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sarkom               <ul style="list-style-type: none"> <li>Fibrosarkom</li> <li>Osteosarkom</li> <li>andere Sarkome</li> </ul> </li> </ul>
<u>epithelial und mesenchymal</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fibroadenom               <ul style="list-style-type: none"> <li>zellarmes Fibroadenom</li> <li>zellreiches Fibroadenom</li> </ul> </li> <li>- benigne Mischtumoren</li> <li>- Gangpapillom</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Karzinosarkom</li> <li>- Karzinome oder andere Sarkome in benignen Mischtumoren</li> </ul>

### **2.2.3. Vorkommen der Mammatumoren**

Der Hund wird von fast allen Autoren als das Säugetier mit der höchsten Inzidenz für Brustneubildungen angesehen (MANN, 1984). Er soll zwei- bis dreimal höher sein als der Inzidenzwert des Menschen. Mammatumoren sind nach den Hauttumoren die zweithäufigsten Neubildungen bei Hunden. Innerhalb der weiblichen Population stellen sie sogar die weitaus häufigste Tumorform dar (MOULTON, 1990), während sie bei MADEWELL und THEILEN (1987) sogar zu den am meisten diagnostizierten neoplastischen Veränderungen der Hunde gehörten.

WALTER und SCHWEGLER (1992) zählten nach den Neoplasien des hämatopoetischen Systems die Geschwulstbildung der Mamma als zweithäufigste Tumorerkrankung in ihrem Sektionsgut.

Eine neuere Untersuchung sieht hingegen nach den haut- und gastrointestinalen Tumoren die Brustzubildungen erst als dritthäufigste Tumorgruppe an (DOBSON et al., 2002).

Es kann übereinstimmend festgestellt werden, dass die Haut offenbar am meisten tumorös entartet. Sie steht nur in solchen Statistiken an zweiter Stelle, in denen die Perianaldrüsentumoren als Geschwülste einer besonderen Lokalisation bewertet werden. Der exakte Vergleich zwischen den relativen Anteilen einzelner Organe am Gesamttumorwachstum wird durch die unterschiedliche Zusammenfassung einzelner Organe zu Organsystemen erschwert (ESKENS, 1983) (Tabelle 3).

Zwischen 0,4 und 2,7 % aller Mammatumorträger sind Rüden. Die Ätiologie ist unbekannt (JABARA, 1969; MOULTON et al., 1970; Mc VEAN et al., 1978; ELSE und HANNANT, 1979; PRIESTER, 1979; SCHÖNBAUER, 1981; ESKENS, 1983; SIMON et al., 1996).

**Tabelle 3: Mammatumoraufkommen innerhalb aller Neubildungen bei Hunden**

<b>Autoren</b>	<b>Anzahl der untersuchten Tiere</b>	<b>in %</b>
KRONBERGER(1961)	9.538	12,00
KOSUGI (1973)	21.292	33,80
FIEDLER (1975)	7.188	31,80
ESKENS (1983)	4.416	42,84
MIHALJEVIC, S.Y. (1988)	11.248	32,60
SIMON et al. (1996)	23.584	22,90

#### **2.2.4. Altersabhängigkeit der Mammatumoren**

Mammatumoren treten vorwiegend bei älteren Hündinnen auf und sind somit als Altersleiden anzusehen (BOSTEDT und TAMMER, 1995; NOLTE und NOLTE, 2000). Die Altersverteilung dieser Blastome folgt im allgemeinen denen anderer Tumoren. Sie kommen selten bei Hündinnen unter zwei Jahren vor. Ihre Zahl steigt aber ab

dem 6. Lebensjahr steil an, um dann zwischen zehn und elf Jahren ihren Höhepunkt zu erreichen. Später nehmen sie dann wieder ab (MOULTON, 1990).

Nach SIMON et al. (1996) ist ein deutlicher Anstieg der Inzidenz nach dem achten Lebensjahr zu verzeichnen, wobei der Scheitelpunkt der Erkrankungshäufigkeit zwischen dem zehnten und elften Lebensjahr liegt. Zu ähnlichen Ergebnissen kommen (FIEDLER, 1975; ESKENS, 1983; HITZER, 2000; SEVERIN, 2001; MARQUARDT, 2003; STRATMANN et al., 2006).

Auch sie stellen in ihrem Untersuchungsgut einen kontinuierlichen Anstieg der Mammatumorträgerinnen bis in die Altersklassen der 9 bis 12jährigen Tiere fest. Darüber sinkt der Anteil erkrankter Hündinnen wieder ab.

VON BOMHARD und DREIACK (1977) beobachteten in ihrem aus 1948 Hündinnen bestehenden Untersuchungsgut, dass 82,5 % der Mammatumoren in der Altersgruppe zwischen sechs bis zwölf Jahren auftraten. Das Durchschnittsalter aller Tiere lag bei 8,9 Jahren, die einfache Standardabweichung betrug 2,5 Jahre.

### **2.2.5. Rassenverteilung der Mammatumoren**

Obwohl eindeutige Rassendisposition für Mammatumoren der Hunde nicht bekannt sind, so scheinen jedoch nach verschiedenen Untersuchungen Dackel, Cocker-Spaniel und Pudel überdurchschnittlich betroffen zu sein (COHEN et al., 1974; VON BOMHARD und DREIACK, 1977; LOAR, 1989; MIHALJEVIC, 1989).

DORN et al. (1968b) ermittelten eine geringere Mammatumorhäufigkeit bei den Mischlingshunden, während VON BOMHARD und DREIACK (1977) sowie ESKENS (1983) diese geringere Erkrankungsrate auch beim Deutschen Schäferhund feststellten. Andere Autoren konnten keine Rassendisposition feststellen (BOSTOCK, 1975; FIEDLER, 1975; SIMON et al., 1996).

Insgesamt scheint festzustehen, dass bezüglich Rassendisposition keine einheitliche Aussage gemacht werden kann. Dies kann möglicherweise daran liegen, dass die Verteilung nur dem Rasseanteil einer jeweiligen Region entspricht.

Der von manchen Autoren (HITZER, 2000; SEVERIN, 2001) festgestellte hohe Anteil von Mischlingshunden im Patientengut ist mit deren Hauptanteil an der Gesamtpopulation der Hunde zu erklären (ARNICKE, 1999) (Tabelle 4).

Andere Autoren sehen vor allem kleinwüchsige Hunde überrepräsentiert (GOTTWALD, 1998; WEY, 1998). Dies kann aber mit der höheren Lebenserwartung der kleinen Rassen in Zusammenhang stehen.

**Tabelle 4: Literaturübersicht zur Rassenverteilung bei Mammatumoren der Hunde**

<b>Autoren</b>	<b>Rassen mit hoher Inzidenz</b>	<b>Rassen mit niedriger Inzidenz</b>
DORN et al. (1968a,b)	Rassehunde	Mischlinge
COHEN et al. (1974)	Boston Terrier, Cocker-Spaniel	Boxer
BOSTOCK (1975)	keine Rassendisposition	
FIEDLER (1975)	keine Rassendisposition	
VON BOMHARD und DREIACK (1977)	Spaniel, Teckel, Boxer	DSH*, Pudel
PRIESTER (1979)	Pudel, Terrier, Jagdhunde	Mischlinge
ESKENS (1983)	Dackel, Spaniel, Pudel	DSH*, Mischlinge
LOAR (1989)	Spaniel, Pudel, Terrier	
MIHALJEVIC (1989)	Dackel, Spaniel, Pudel	Yorkshire Terrier
BUSCH (1993)	Terrier, Teckel	
SIMON et al. (1996)	keine Rassendisposition	
STRATMANN et al. (2006)	Mischlinge, DSH*	

\* DSH = Deutscher Schäferhund

### **2.2.6. Lokalisation der Mammatumoren**

Mammatumoren kommen häufiger in den kaudalen als in den kranialen Brustdrüsenkomplexen vor (MOULTON, 1990). Allerdings sind die aus der Literatur erhältlichen Angaben uneinheitlich.

Auch bei STRATMANN et al. (2006) lag der höchste Anteil an tumorösen Veränderungen in den drei kaudalen Gesäugekomplexen, wobei die abdominalen Bereiche die höchsten Anteile aufwiesen. Diese Ergebnisse decken sich mit den Aussagen von KÄLIN et al. (1985) und WEY et al. (1999) sowie HITZER (2000), die ebenfalls in den beiden abdominalen Komplexen die meisten Tumoren lokalisierten.

Andere Studien kommen zu dem Ergebnis, dass der inguinale Komplex am häufigsten tumorös entartet ist (MITCHELL et al., 1974; Mc EWEN und WITHROW, 1996). Bei ZANINOVIC und SIMCIC (1994) sind die kranial gelegenen Zubildungen meist kleiner und in größerer Anzahl gutartiger als in den kaudalen Brustdrüsenbereichen.

Die Ätiologie für das vermehrte Blastomaufkommen in den kaudalen Mammabereichen ist bisher nicht bekannt. Als mögliche Ursache vermuten MULLIGAN (1947) sowie ELSE und HANNANT (1979) die in den hinteren Mammabereichen vermehrt vorliegende Parenchymmasse, die demzufolge auch ein größeres Entartungsrisiko beinhaltet.

Tabelle 5 zeigt die prozentuale Verteilung von Mammatumoren in den Brustdrüsenkomplexen (Werte nach Mc HOWELL et al., 1970; KOSUGI, 1973; BOSTOCK, 1975; TAYLOR et al., 1976; ELSE und HANNANT, 1979; MOULTON, 1990).

**Tabelle 5: Verteilung der Mammatumoren in den Brustdrüsenkomplexen**

kranialer thorakaler Komplex	3 % bis 14 %
kaudaler thorakaler Komplex	7 % bis 16 %
kranialer abdominaler Komplex	2 % bis 21 %
kaudaler abdominaler Komplex	4 % bis 33 %
inguinaler Komplex	17 % bis 41 %

### **2.2.7. Metastasierung der Mammatumoren**

Die Metastasierung maligner Mammatumoren erfolgt beim Hund in der Regel lymphogen und in geringerem Maße auch hämatogen (FIDLER und BRODEY, 1967; MOULTON, 1990).

Nach den Untersuchungen von MISDORP et al. (1973) sind die regionalen Lymphknoten und Lungen die am häufigsten befallenen Organe. Danach werden Leber- und Skelettsysteme als weitere Hauptlokalisationen für Tochtergeschwülste von Mammatumoren gesehen (NOLTE und NOLTE, 2000). BUSCH und RUDOLPH (1995) ermittelten durch Verlaufsstudien, dass mit zunehmendem Geschwulstwachstum häufiger Krebszellen in die Lymphknoten gelangen und Metastasen bilden.

Ähnliches wurde schon vorher von FIDLER et al. (1967) berichtet. Sie entdeckten Metastasen in den regionären Lymphknoten bei 44 von 84 Hündinnen mit malignen Mammatumoren. In einer Gießener Studie sind in etwa der Hälfte der Fälle zum Zeitpunkt der Erstoperation Metastasen in exstirpierten Lymphknoten histologisch nachweisbar (FRESE et al., 1989).

Mit der Größe des Primärtumors nimmt die Metastasierungshäufigkeit zu, unabhängig, ob dieses auf lymphogenem oder hämatogenem Weg geschieht (VON SANDERSLEBEN, 1968; MISDORP und HART, 1979; WEISS, 1984; MOULTON, 1990). Nach FIDLER und BRODEY (1967) metastasieren die Blastome aus den kranialen Mammakomplexen in die Lymphknoten des Lymphocentrum axillare und die der kaudalen Mamma in die Lymphknoten des Lymphocentrum inguinale. Der mittlere Brustdrüsenbereich streut gewöhnlich nach kranial. Grundsätzlich kann außer den Lymphknoten jedes Organ mit Metastasen befallen werden (FANTON und WITHROW, 1981). Als Sonderform berichteten ZIPS und ZIPS (1991) über eine vermutliche Ansiedlung von Mammakarzinomzellen in der Uvea beider Augen.

Die Metastasierungshäufigkeit unterscheidet sich aber auch nach der Qualität und der Wuchsform der Karzinome. Es gilt als gesichert, dass kaum differenzierte Tumoren weitaus häufiger aufgrund ihres invasiven Wachstums metastasieren als differenzierte (expansive) Neoplasien (FIDLER et al., 1978; STRÄULI et al., 1983).

MISDORP et al. (1973) untersuchten die prozentualen Anteile der Metastasierungen in die regionären Lymphknoten und in die Lungen. Nach ihren Beobachtungen überwiegen die Tochtergeschwülste in den Lungen bei den verschiedenen Sarkomformen. Dazu gehören die papillär-einfachen, die tubulär-komplexen, die soliden-einfachen und die soliden-komplexen Blastome sowie die malignen Mischtumoren. Mehr Metastasen in den regionären Lymphknoten als in den Lungen fanden sie bei den tubulär-einfachen, papillär-zystisch-einfachen und anaplastischen Karzinomen, während bei streuenden Plattenepithelkarzinomen die Lungen und regionären Lymphknoten gleich häufig befallen sind.

WEISS (1984) beobachtete bei diffus infiltrierte Gesäugeleiten eine massive Tumorausbreitung, vor allem bei anaplastischen Karzinomen, während VON BOMHARD und DREIACK (1977) die epithelialen und mesenchymalen Tumortypen als die metastasierensfreudigsten Mammablastome ansahen. MOULTON (1990) zeigte anhand einer Literaturstudie die am häufigsten befallenen Organe nach Metastasierung von Mammakarzinomen (Tabelle 6).

**Tabelle 6: Häufigste befallene Organe nach Metastasierung von Mammakarzinomen bei Hunden (MOULTON, 1990)**

Lymphknoten, regionär	64 %
Lunge	53 %
Gehirn	15 %
Leber	13 %
Niere	11 %
Herz	11 %
Skelett	10 %

### **2.2.8. Prognose der Mammatumoren**

In einer Übersicht stellte FRESE (1985) dar, dass Hündinnen mit Fernmetastasierungen, schnell wachsenden und großen Mammatumoren, soliden und anaplastischen Karzinomen sowie invasivem Wachstum allgemein als prognostisch ungünstig einzustufen sind. Andere Parameter, wie z. B. Lymphknotenmetastasen und klinisches Stadium werden kontrovers betrachtet.

HELLMÉN et al. (1993) stellten in einer postoperativen Verlaufsstudie fest, dass Lymphknotenmetastasen und Tumorulzeration zu einer signifikant kürzeren Überlebenszeit der Hündinnen beitragen. Auch RUTTEMAN (2000) bewertet neben der erschweren Verschieblichkeit der Zubildung gegen Rumpffaszie und Haut die Ulzeration als Malignitätsmerkmal. Die Korrelation zwischen Lymphgefäßeinbrüchen und Metastasierungshäufigkeit wurde auch von VON SANDERSLEBEN (1968) beschrieben. Sie wird von MOULTON (1990) mit einer Verkürzung der Lebenszeit dargestellt.

Einen deutlichen Zusammenhang zwischen der Größe der Primärtumoren und der Überlebenszeit beschreiben auch MISDORP und HART (1979). Hunde mit einer Primärgeschwulstgröße von mehr als 5 cm haben eine durchschnittliche Überlebenszeit von 40 Wochen. Dem stehen 112 Wochen der Hündinnen gegenüber, deren Tumordurchmesser kleiner als 5 cm waren.

Für JOHNSON (2006) ist die Tumorgöße der einzig entscheidende prognostische Indikator bei Hündinnen mit Adenokarzinomen der Mamma, die nur chirurgisch versorgt wurden. Ist der Durchmesser der Geschwülste kleiner als 3 cm, liegt die Rezi-

divrate nach zwei Jahren bei 35 %, verglichen mit einer Remmissionsrate von 80 % bei größeren Tumoren. RUTTEMAN (2000) und SIMON et al. (2001b) weisen darauf hin, dass die Größe der Neoplasien nicht zwangsläufig mit ihrer Dignität korrelieren muß.

Auch BUSCH und RUDOLPH (1995) ermittelten durch Verlaufsstudien, dass mit zunehmendem Geschwulstwachstum in der Mamma gehäuft Krebszellen in die Lymphknoten gelangen und dort Tochtergeschwülste bilden können.

Nach LIOTTA (1986) sterben die Patienten nicht an den Primärtumoren, sondern an den Folgen ihrer Metastasen. Deshalb stellen die Gefäßeinbrüche den ersten Schritt der Tumorausbreitung dar und sind somit Anhaltspunkte für die Malignität dieser Blastome (GUTBERLET und RUDOLPH, 1996). SIMON et al. (2001b) bejahen ebenfalls, dass bei nachgewiesener Metastasierung die Geschwulst als bösartig einzustufen ist. Die unterschiedliche Häufigkeit von Gefäßeinbrüchen in den verschiedenen Tumorarten folgt den Erwartungen der Dignität dieser Blastome (GUTBERLET und RUDOLPH, 1996). In ihren Untersuchungen weisen die soliden Karzinome mit 70 % Angiosis, davon 86 % gesicherte Angiosis carcinomatosa, einen besonders hohen Anteil an Gefäßeinbrüchen auf. Danach folgen die Adenokarzinome mit 45 %.

Nach JOHNSON (2006) ist das Adenokarzinom der häufigste maligne Mammatumor bei Hündinnen. Beschränken sich die entarteten Zellen nur auf das Epithel der Drüsengänge, ist die Prognose nach chirurgischer Entfernung gut. Schlechter ist es, wenn die neoplastischen Zellen auch außerhalb der Drüsengänge, jedoch nicht im Blut oder in Lymphgefäßen, gefunden werden. Eine noch ungünstigere Prognose auf Heilung liegt bei Lymph- und Blutgefäßeinbrüchen vor. Mit einem signifikant verkürzten, krankheitsfreien Intervall muss beim Lymphknotenbefall gerechnet werden.

Die Überlebensrate ist nicht nur vom Tumortyp und der Metastasierungsfreudigkeit, sondern auch von der operativen Versorgung abhängig. Im Vergleich zu Hunden ohne Tumoren ist die Überlebensrate gleich, wenn bei einem expansiv wachsenden Tumor nur der jeweilige Mammakomplex entfernt wird. Sie steigt, wenn bei einer invasiv wachsenden Geschwulst die gesamte jeweilige Milchleiste extirpiert wird (MISDORP und HART, 1979).

Nach FRESE (1985) sollen ohne prognostischen Einfluss die Dauer der Erkrankung vor der Erstbehandlung, die Lokalisation der Primärtumoren, das Alter der Hündinnen und die Art der chirurgischen Intervention sein.

Tabelle 7 zeigt Kriterien, die hinsichtlich der Prognose von Mammatumoren wichtig sind.

**Tabelle 7: Prognostische Kriterien nach FANTON und WITHROW (1981)**

<b>schlechte Prognose</b>	<b>kein Effekt hinsichtlich Prognose</b>
schnelles Wachstum	Ovarhysterektomie (therapeutisch)
große Tumoren	vergrößerte Lymphknoten
ulzerierende Tumoren	Lokalisation der Tumoren
invasives Wachstum	Art der chirurgischen Entfernung
histologischer Tumortyp (Sarkome > Karzinome)	
entzündete Karzinome	
hohes Alter der Hündinnen	

### 2.2.9. Diagnose der Mammatumoren

In der Diagnostik von Mammatumoren bestehen zwischen Menschen und Hunden erhebliche Unterschiede. Die fehlende Mitarbeit der Hündinnen (keine eigene Untersuchung möglich), die oftmals späte Wahrnehmung durch die Besitzer und die nicht wie in der Humanmedizin üblichen Vorsorgeuntersuchungen verhindern in der Regel eine Frühdiagnostik dieser Blastome. Weiterhin können die in der Humanmedizin etablierten bildgebenden Verfahren wie die Mammographie, Sonographie und Magnetresonanztomographie, vor allem aufgrund erheblicher technischer Probleme, aber auch wegen der anatomischen Unterschiede zwischen Hund und Mensch, nur bedingt eingesetzt werden.

Der Einsatz der Röntgentechnik zur Diagnostik von Brusttumoren bei Hunden ist aufgrund der anatomischen und histo-pathologischen Unterschiede vor allem auch durch die oft fehlende Mikrokalzifizierung von Zubildungen nicht etabliert wie die mammographische Untersuchung bei Frauen (RUTTEMAN, 2000).

Ähnlich sieht es mit der Sonographie des kaninen Gesäuges als weiteres physikalisches Untersuchungsverfahren aus. Zwar lassen sich mit der zweidimensionalen B-Bild-Untersuchung Zubildungen in der Mamma nachweisen, die Bestimmung der Dignität und die Stellung einer Diagnose sind aber schwierig (POULSEN NAUTRUP, 2007). Bei HITZER (2000) schnitt sogar die sonographische Darstellung neben der pathologisch-anatomischen und der palpatorischen Untersuchung am schlechtesten ab. Sie macht aber dafür hauptsächlich das von ihr benutzte, nicht hoch auflösende

Ultraschallgerät verantwortlich, das Tumoren unter 3 mm nicht mehr darstellte. Eine Gießener Arbeitsgruppe meint hingegen, dass mit Hilfe der zweidimensionalen Sonographie präoperative Aussagen zur Dignität kaniner Mammageschwülste möglich sind (MARQUARDT, 2003; MARQUARDT et al., 2003). Vor allem bei Tumoren mit höherem Malignitätsgrad ergab sich eine 92-%ige korrekte präoperative Einstufung. Allerdings bei Neoplasien mit niedrigerem Malignitätsgrad und bei Tumoren mit einem Durchmesser von unter 2 cm war die präoperative Dignitätseinschätzung häufig falsch. Grenzen findet dieses Verfahren also bei kleinen Tumoren mit niedrigem Malignitätsgrad, insbesondere zeigen kleine maligne Neoplasien häufig Charakteristika einer benignen Geschwulst (MARQUARDT et al., 2005). Sie halten trotzdem die mammasonographische Untersuchung hinsichtlich der präoperativen Dignitätseinschätzung für geeignet.

So ist die klinische Untersuchung, verbunden mit einer sorgfältigen Adspektion und Palpation, das häufigste Diagnostikverfahren von Mammatumoren bei Hündinnen. Im Anfangsstadium zeigen sich die Milchdrüsentumoren gewöhnlich als kleine, harte, oftmals nahe der Haut gelegene Knoten. Wenn diese im Durchmesser kleiner als 1 cm sind, können besonders bei dicken Hündinnen Schwierigkeiten im Auffinden dieser Neoplasien auftreten (THEILEN und MADEWELL, 1979). Die Palpation ist andererseits eine einfache Untersuchungsmethode, die auch von einem ungeübten Diagnostiker unter Einhaltung eines Untersuchungsschemas durchgeführt werden kann. ANDERSON und JARRETT (1966) halten es sogar für möglich, aufgrund der Palpation Aussagen über die beteiligten Gewebe machen zu können.

ELSE und HANNANT (1979) fordern, dass die Mammatumordiagnose auf einer histo-pathologischen Biopsie basieren sollte. JOHNSON (2006) zieht die Exzisionsbiopsie einer Feinnadelaspiration vor. Die zytologische Untersuchung von Proben, die durch Feinnadelaspiration gewonnen werden, erzielen oft fragwürdige Ergebnisse. Dieser Meinung schließen sich RUDD et al. (1985) und BOSTOCK (1986) nicht an. Sie glauben generell, auf eine wie in der Humanmedizin routinemäßig praktizierte präoperative Biopsie verzichten zu können.

ALLEN et al. (1986) ließen 91 kanine Mammatumorgewebeproben von jeweils zwei Zytologen und Histopathologen unabhängig voneinander anhand eines Grading-Systems beurteilen. Unter Berücksichtigung dieser Beurteilungsmerkmale wurden annähernd ein Viertel der malignen und die Hälfte der benignen Blastome von beiden Zytologen übereinstimmend beurteilt. 50 % aller untersuchten Tumoren konnten

von beiden Zytologen nicht eindeutig differenziert werden. Zu ähnlichen Ergebnissen kommen WURM et al. (1993). Sie konnten nur etwa ein Drittel aller Mammatumormproben zytologisch korrekt in gut oder bösartig einstufen.

Weitere Schwierigkeiten existieren bei multiplen Brustdrüsenblastomen, da diese durchaus aus unterschiedlichen Tumortypen bestehen können. STRATMANN et al. (2006) untersuchten 1030 Mammakomplexe, die von 103 mastektomierten Hündinnen stammten. Bei mehr als der Hälfte der Tiere (56,3 %) wurden verschiedene Dignitätskombinationen gefunden. Außerdem ist es sogar möglich, innerhalb größerer Einzelgeschwülste verschiedene Malignitätsgrade zu finden (SCHNEIDER et al., 1969; FOWLER et al., 1974; MITCHELL et al., 1974; TAYLOR et al., 1976; KUNTZE und KUNTZE, 1993).

Labordiagnostische Verfahren, wie z. B. in der Humanmedizin die Bestimmung des prostataspezifischen Antigens (PSA) beim Prostatakarzinom des Mannes, konnten sich beim Hund aufgrund geringer Sensitivität und Spezifität nicht etablieren (JANETZKO, 1996). Dies gilt auch für das carcino-embryonale Antigen (CEA) bei den Mammatumoren der Hündin. Die Bestimmung dieses Tumormarkers ist für Übersichtsuntersuchungen (sogenannte Krebscreening) aufgrund seiner geringen Sensitivität nicht aussagefähig. Er kann jedoch zur Verlaufskontrolle in Verbindung mit anderen klinischen Parametern eingesetzt werden (BERG, 1994).

## **2.3. Die Thermographie**

### **2.3.1. Grundlagen**

#### **2.3.1.1. Physiologie der Körpertemperatur**

Der Temperaturbereich **aktiven** Lebens liegt etwa zwischen 0 °C und 40 °C. Unterhalb davon verlaufen Stoffwechselprozesse so langsam, dass Leben kaum noch möglich ist. Oberhalb dieses Temperaturbereiches beginnt die Denaturierung von Proteinen, insbesondere von Enzymen. Zellmembranen verlieren dann ihre Stabilität, weil sich der Aggregatzustand ihrer Membranlipide verändert. (HULTIN, 1955; GIRARDIER, 1977, BRASITUS et al., 1979).

Poikilotherme, d. h. wechselwarme Lebewesen, sind auf Gebiete beschränkt, in denen die Umgebungstemperatur den Bereich zwischen 0 °C und 40 °C nicht überschreitet. Der Temperaturbereich auf der Erde, in dem Vögel und Säuger leben, ist jedoch größer. Sie werden deshalb als homoiotherme Lebewesen bezeichnet,

d. h. sie besitzen die Fähigkeit, bei unterschiedlichen Umgebungstemperaturen die Körperkerntemperatur in einem engen Bereich konstant zu halten (BRÜCK, 1983). Voraussetzung für die Erhaltung einer warmen Körpertemperatur ist die kontinuierliche Verfügbarkeit von Energieträgern.

Bei den homoiothermen Tieren wird unterschieden zwischen dem Körperkern, dessen Temperatur innerhalb enger Grenzen aufrecht erhalten wird und der Körperschale, deren Temperatur mehr oder weniger stark unter der Körperkerntemperatur liegt (HÖRNICKE, 1989).

Zum Körperkern gehören die Organe der Brust-, Bauch- und Schädelhöhle und zur Körperschale die Haut samt Unterhautgewebe (HÖRNICKE, 1989).

Es existieren zahlreiche Faktoren, wie Tagesrhythmik, Körperarbeit, Stoffwechsel, Umgebungstemperatur, Akklimatisation, Luftströmung, Haarlänge und Haardichte sowie pharmakologische Substanzen, die physiologischerweise die Oberflächentemperaturen beeinflussen können (SILBERNAGEL und DESPOPOULOS, 2007).

### **2.3.1.2. Wärmeaustausch zwischen Körper und Umgebung**

Die menschliche und tierische Haut ist ein dynamisches Organ, das sich ständig an die Anforderungen sowohl des Körpers als auch seiner Umgebung anpasst. Die Oberfläche der Haut wird erwärmt durch Wärmeleitung aus den darunterliegenden Geweben. Dabei spielt der konvektive Wärmetransport über den Blutstrom eine wichtige Rolle (RING et al., 1983).

Der Gesamtwärmestrom zwischen Körper und Umgebung hängt von seiner Oberfläche ab. Je kleiner ein Körperteil ist, umso größer wird seine Oberfläche und damit die mögliche Wärmeabgabe (STEPHAN und REDECKER, 1970). Von der Haut werden durch Verdunsten 20 %, durch Leitung 25 % und durch Strahlung 45 % der im Körper gebildeten Wärmeenergie abgegeben (ASCHOFF, 1971).

Als Bindeglied zwischen dem Körper und der Umgebung ist die Hauttemperatur ein Produkt der Einflüsse sowohl interner körpereigener Strukturen als auch externer Zustände und Bedingungen (RING et al., 1983).

Infolge der unregelmäßigen geometrischen Gestaltung des Körpers ergibt sich ein Temperaturverteilungsmuster der Körperoberfläche, das weitgehend bilateral symmetrisch ist (PUROHIT und Mc COY, 1980; BRÜCK, 1983).

### **2.3.1.3. Geschichte der Temperaturmessung**

Seit den Anfängen der Medizin ist die Temperatur des menschlichen, aber auch des tierischen Körpers als diagnostisches Zeichen gewertet worden. Bereits Hippokrates (400 v. Chr.) nutzte seine Hand, um die Hauttemperatur von Kranken zu beurteilen.

Galilei (1564 - 1642) erfand das Thermometer und entwarf zahlreiche Prototypen. Mit der später einsetzenden technischen Entwicklung von Temperaturmeßgeräten wurde zuerst die Körperkerntemperatur zur Diagnose des Fiebers herangezogen.

Doch wie GERSHON-COHEN (1964) zeigt, war es in der damaligen Zeit für Ärzte ungewöhnlich schwierig, die Bedeutung der Temperatur als Hinweis für Diagnostik, Therapie und Prognose bei Kranken zu akzeptieren. Erst Wunderlich vermochte Anfang 1851 in Leipzig die Messung der Körpertemperatur als festen Bestandteil in die ärztliche Diagnostik einzuführen. 1857 konstruierte J. Spurgin ein „Thermoskop“ zur Messung von Hauttemperaturen, mit dessen Hilfe er Regionen erhöhter Temperatur über Brusttumoren feststellte (HALLER, 1985).

Fast ein Jahrhundert später begann LAWSON (1956) routinemäßig mit der Messung der Hauttemperatur über malignen Prozessen von brustkranken Frauen. Auch er stellte Temperaturdifferenzen auf der Haut zwischen malignen Herden und dem umliegenden Gewebe fest.

Erst als die vom österreichischen Botaniker REINITZER (1888) beschriebene chemische Substanz „Cholesterinbenzoat“ zu Flüssigkristallen weiterentwickelt wurde, konnten diese zur Sichtbarmachung von Temperaturunterschieden auf der Haut genutzt werden.

Nach dem FERGASON (1968) die Mikroverkapselung der Flüssigkristalle gelang, fand jedoch erst mit Einführung der „Thermographie en plaque“ durch TRICOIRE et al. (1970) diese Untersuchungsmethode breitere Anwendung bei Brustkrankungen der Frauen. Daher wird dieses Diagnostikverfahren als Plattenthermographie, Flüssigkristallthermographie sowie Kontaktthermographie bezeichnet.

Eine weitere Methode zur Messung der Oberflächentemperatur eines Gegenstandes ist die Infrarotthermographie bzw. Farbthermographie (STEPHAN und GÖRLACH, 1971; FLORES, 1978).

#### **2.3.1.4. Physik der Flüssigkristallthermographie**

Der Begriff Flüssigkristall beinhaltet zwei Begriffe, deren Definition gegensätzlich und anfangs nicht vereinbar erscheinen. Bei einem Kristall sind die Einzelbausteine, die Atome oder Moleküle, ortsfest und in einem bestimmten Raumgitter angeordnet. Bei Flüssigkeiten sind dagegen die Bausteine nicht ortsfest, sie sind sogar verschieblich. Der mittlere gegenseitige Abstand der Bausteine untereinander liegt sowohl für Kristalle als auch für Flüssigkeiten in der gleichen Größenordnung (FLESCH, 1983).

Kristalle können durch Erwärmen von der kristallinen festen Phase in die flüssige und beim Abkühlen wieder in die kristalline Ausgangsphase übergehen.

Flüssigkristalle sind organische Substanzen, bei denen zwischen der festen und der flüssigen Phase bei einer bestimmten Temperatur eine weitere, die sogenannte Mesophase, besteht, in der einzelne Gruppen der Kristalle zueinander eine geordnete Lage einnehmen. Diese mesomorphe Phase wird als liquokristalliner Zustand bezeichnet (FLESCH, 1983).

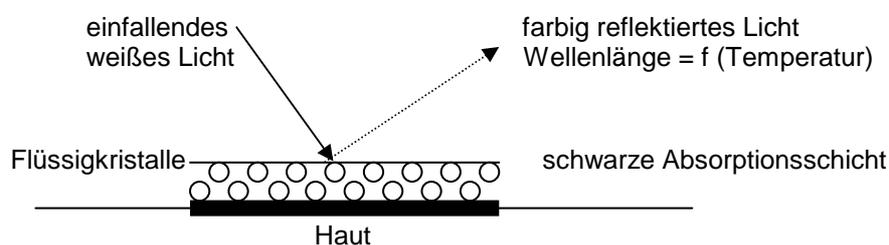
Für die Medizin ist nur die Gruppe der cholesterischen Flüssigkristalle von Bedeutung. Sie zeigen einen schichtförmigen Aufbau, wobei die stäbchenförmigen Moleküle einer Schicht in die gleiche Richtung ausgerichtet sind und die Schichten untereinander eine schraubenförmige Anordnung aufweisen (BOTHMANN et al., 1974; EICHEL et al., 1981). Dieser Aufbau ist die Ursache für das optische Verhalten, weißes Licht in einem begrenzten Wellenlängenbereich zu reflektieren und somit ein farbiges Bild entstehen zu lassen. Dabei sind die Farbveränderungen von der Schraubenstruktur der Flüssigkristalle abhängig, die wiederum von der Temperaturverteilung des Gewebes bestimmt wird (TURNER, 1991). Die wichtigsten Eigenschaften der Flüssigkristalle bestehen also in Farbveränderungen bei Temperaturschwankungen oder -verteilungen.

Diese ungewöhnlichen optischen Eigenschaften lassen sich am besten beobachten, wenn die cholesterischen Flüssigkristalle z. B. als dünner Film auf die Haut aufgetragen werden (SELAWRY und HOLLAND, 1966).

In diesem Fall richtet sich die Achse der Helix und damit auch die optische Achse in Richtung der Normalen der Hautoberfläche aus. Bei einer bestimmten Temperatur wird in der Mesophase von dem weißen einfallenden Licht ein Anteil um eine bestimmte Wellenlänge reflektiert. Der Rest passiert die Flüssigkristallschicht unverändert. Wird nun zwischen der Flüssigkristallschicht und der Hautoberfläche eine schwarze Absorptionsschicht angebracht, so dass auch das transmittierte Licht nicht von der hellen Hautoberfläche reflektiert werden kann, beobachtet man das durch die Flüssigkristalle reflektierte Licht als farbiges Licht (FLESCHE, 1983).

Durch Mischung verschiedener cholesterischer Flüssigkristalle lassen sich fast für jeden Anwendungsbereich in der Medizin geeignete Folien mit einer passenden Mesophase herstellen.

**Abbildung 1: Prinzip der Messung der Hautoberflächentemperatur mit Flüssigkristallen**



### 2.3.1.5. Flüssigkristallthermographie in der Medizin

Zur Darstellung von Hautoberflächentemperaturen trugen SELAWRY und HOLLAND (1966) die Flüssigkristalle als dünne Schicht direkt auf die menschliche Haut auf.

Wegen Entmischung der mesomorphen Phase mit dem Fett der Haut und unerwünschter Keimbildung durch Staub sowie die unangenehme Aufpinselung der Flüssigkristalle auf die Haut, machte dieses Untersuchungsverfahren für die Routineuntersuchung untauglich.

Erst als FERGASON (1968) die Mikroverkapselung der Flüssigkristalle gelang, war eine weitere Anwendung dieser Methode in der Medizin möglich.

In der klinischen Mammadiagnostik fand die Flüssigkristallthermographie mit der Einführung der „Thermographie en plaque“ durch TRICOIRE et al. (1970) breite Anwendung. Bei diesem Verfahren werden die mikroverkapselten Flüssigkristalle auf oder in eine schmiegsame Folie gebracht. Diese Folien können nun direkt der Brust angelegt oder vorher in einen starren Rahmen gespannt werden.

Bei der Flüssigkristallthermographie bzw. Plattenthermographie handelt es sich um ein kontaktthermisches Untersuchungsverfahren, das einen unmittelbaren Kontakt zwischen der Hautoberfläche und der Folie voraussetzt. Nur dann kann es zu einer Erwärmung der Kristalle in der Folie und damit zu einem farbigen Wärmebild kommen (HOBBS, 1980). Sofort nach Anlegen der Platte an die Brust entsteht dieses individuelle Wärmebild bzw. das Bild einer relativen Temperaturverteilung. Wird der Kontakt der Folie mit der Mamma unterbrochen, verschwindet das Bild in Sekundenschnelle. Dieser Vorgang ist beliebig oft reproduzierbar und für die Patienten völlig unschädlich. Die Plattenthermographie erlaubt allerdings keine objektive, sondern nur eine subjektive relative Messung der einzelnen Temperaturen anhand der jeweiligen Farben (GAUTHERIE et al., 1985).

Bei Temperaturanstiegen von jeweils 1/10 °C verändern sich die Farben der eingebetteten Flüssigkristalle von kastanienbraun-ockergelb über hell-dunkelgrün, hellblau, blau, marineblau bis violett.

Entscheidend ist, dass für eine definierte Temperatur stets die gleiche Farbe erscheint. Eine Temperaturveränderung bewirkt gesetzmäßig eine Farbänderung im Thermogramm (BOTHMANN und KUBLI, 1974). Diese farbigen Wärmebilder können durch Photographien fixiert und damit dokumentiert werden.

Die diagnostische Bedeutung der Thermographie besteht im wesentlichen darin, eine Störung in der normalerweise bilateralen Symmetrie beider Brüste aufzudecken. Sie liegt entweder vor in Form einer einseitigen globalen oder in einer umschriebenen fokalen einseitigen kutanen Temperaturerhöhung oder in Form eines thermisch bedingten einseitigen pathologischen Vaskularisationsmusters der Brust (LAUTH und MÜHLBERGER, 1980).

Für die gekapselten Flüssigkristallfolien wird die Abkürzung ELC = Encapsulated Liquid Crystals verwendet. Folien mit ELC-Material sind handelsüblich in einem Temperaturbereich von 15 bis 50 °C erhältlich.

Das Temperaturfenster, in dem die Farben sichtbar sind, liegt bei R-Serien (Regular) mit  $\Delta T$  von 4 °C, die S-Serien (Short) mit  $\Delta T$  von 1 °C und die W-Serien (Wide) mit  $\Delta T$  von 6 °C.

### **2.3.1.6. Infrarotthermographie**

Die heute übliche klinische Anwendung der Infrarotthermographie basiert auf der Entdeckung von William Herschel (1800). Er erkannte als erster den Wellencharakter einer von einem erwärmten Prozess ausgehenden Strahlung und vermutete, dass in diesen Strahlengang eingebrachte Objekte einer thermischen Veränderung unterliegen müssten. Dem Sohn des Entdeckers, Sir John Herschel, gelang es, erste Thermogramme herzustellen. Die Arbeiten wurden aber auf diesem Gebiet für längere Zeit nicht fortgesetzt (ENGEL, 1979).

Eine steile Aufwärtsentwicklung erlangte die Infrarotthermographie, als man ihre Verwendung für den militärischen Bereich erkannte. In der Medizin nutzte R. N. Lawson als erster die natürliche Wärmestrahlung des menschlichen Körpers für die klinische Diagnostik mit Hilfe einer Thermographiekamera (MAXWELL-CADE, 1968).

Die dazu benutzten Kamerasysteme entstammten weitgehend dem militärischen Bereich und entsprachen in ihrer Spezifikation nicht den speziellen Anforderungen der Medizin. Neben der fehlenden Standardisierung der thermographischen Untersuchungstechnik war dies ein Grund dafür, dass sich dieses Verfahren zunächst nicht als Routineuntersuchung in der klinischen Medizin durchsetzen konnte, obwohl auf vielen Gebieten, wie der Angiologie, Dermatologie und Rheumatologie, bemerkenswerte Resultate erzielt wurden (FLESCHE und WITT, 1982). Heute stehen moderne Digital-Infrarotkamarasysteme zur Verfügung, die speziell für die Untersuchung in der Medizin ausgerichtet und entwickelt wurden (KASTBERGER und STACHL, 2003).

Diese Form der Temperaturmessung ermöglicht eine berührungslose, nichtinvasive Messung der Oberfläche eines Gegenstandes (FLORES, 1978).

Im medizinischen Bereich misst also die Infrarotthermographie die Wärmestrahlung der Haut im Infrarotbereich. Der Name „Wärmestrahlung“ rührt daher, dass Strah-

lung aus dem infraroten Bereich der elektromagnetischen Wellen beim Auftreffen auf die Haut eine Wärmeempfindung auslöst (JAHRREISS und NEUWIRTH, 1985).

Die Infrarotstrahlung gehört zu den elektromagnetischen Wellen, deren Wellenlänge zwischen dem sichtbaren Licht und den Radiowellen einzuordnen sind (PICK, 1990). Die Infrarotthermographie erfolgt mit Hilfe unterschiedlicher Detektoren im gesamten Bereich des infraroten Spektralbandes. Das kurzwellige Ende dieses Bandes liegt im „tiefen Rot“ an der Grenze zum sichtbaren Licht, während das langwellige Ende im Mikrowellenbereich liegt (HÄUSER, 1983).

Das Infrarotband wird gewöhnlich noch weiter in vier schmalere Bänder unterteilt. Sie umfassen das nahe Infrarot (0,75 bis 3  $\mu\text{m}$  {Mikrometer}), das mittlere Infrarot (3 bis 6  $\mu\text{m}$ ), das ferne Infrarot (6 bis 15  $\mu\text{m}$ ) und das extreme Infrarot (15 bis 1000  $\mu\text{m}$ ) (HÄUSER, 1983). Das Maximum der elektromagnetischen Strahlung bei Körpertemperatur liegt im infraroten Bereich zwischen 2  $\mu\text{m}$  und 30  $\mu\text{m}$ , mit einem Höhepunkt um 9  $\mu\text{m}$  (TURNER et al., 1986). Für die Medizin ist der Spektralbereich von 2 bis 15  $\mu\text{m}$  optimal (WIELAND, 1992).

Bei der Sichtbarmachung der Wärmestrahlung wird durch die Detektoren das zu untersuchende Objekt fortlaufend optisch abgetastet und die einfallende Strahlung über ein Linsen-Spiegelsystem fokussiert. Das Infrarotsignal wird anschließend durch ein elektronisches System in ein Sichtbild nach Fernsehnorm umgewandelt (PICK, 1990). Infrarotstrahlung hoher Intensität wird in den Farben gelb bis rot dargestellt. Bezirke mit geringerer Wärmestrahlung zeigen sich in den Farben grün bis blau-violett. Im schwarz-weiß-Bild sind die wärmeren Bereiche weiß und die kühleren grau (HILSBURG et al., 1997).

Synonyme für diese Art der bildgebenden Temperaturmessung bzw. Temperaturdarstellung sind Tele- oder Farbthermographie sowie Thermovision<sup>®</sup> (FELDMANN, 1991).

### **2.3.1.7. Thermographie in der Tiermedizin**

Die erste Veröffentlichung über die Anwendung der Thermographie in der Tiermedizin erschien im Jahre 1965 von DELAHANTY und GEORGI. Seitdem erlangte die Infrarotthermographie eine gewisse Bedeutung in der Diagnostik bei Zootieren und in

der Pferdeheilkunde (PUROHIT und Mc COY, 1980; TURNER, 1991; HILSBURG et al., 1997; KASTBERGER und STACHL, 2003).

Vor allem in orthopädischen Problemkreisen kann ein positiver thermographischer Befund erwartet werden. Auch Erkrankungen der Kiefer- und Stirnhöhlen können mit Hilfe dieser Untersuchungsmethode diagnostiziert werden (PICK, 1990). Durch dorsale Thermographieaufnahmen des Schädels kann die Wärmeverteilung im Bereich von Kiefer- oder Stirnhöhlen gut beurteilt werden. Akute Sinusitiden stellen sich in Form von Wärmezonen dar, chronische Erkrankungen hingegen sind schlechter zu erkennen. Analog der Beurteilung von Thermographieaufnahmen der Extremitäten wird auch am Schädel der Seitenvergleich benötigt, da auch hier der Wärmevergleich Aufschluss über eine kranke (= wärmere) Stelle geben kann.

Kein Hindernis für thermographische Untersuchungen sollen Winter- oder nasses Haar darstellen (PICK, 1990). Im Gegensatz dazu machen DELAHANTY und GEORGI (1965), CLARK und CENA (1977) sowie auch VAN DE RIJDT (1994) auf Probleme aufmerksam, die durch lange Haare bei thermographischen Untersuchungen entstehen können und dadurch deren Einsetzbarkeit begrenzen (EULENBERGER und KÄMPFER, 1994). Es wird dabei auf das Isolationsvermögen der Haare hingewiesen, das die infrarote Wärmestrahlung blockiert. Vor allem wird der Einfluss von unterschiedlicher lokaler Felddichte aufgezeigt, die zu ähnlichen Temperaturunterschieden führen, wie sie bei krankhaften Veränderungen möglich sind. CLARK und CENA (1972) fordern deshalb, die Haare vor einer thermographischen Untersuchung zu entfernen. Für TURNER et al. (1986) und TURNER (2001) ist dagegen ein Scheren der Haare nicht notwendig. Sie weisen aber auf die Bedeutung von kurzen anliegenden Haaren einheitlicher Länge hin. Dies wird von STRÖMBERG (1971a) bei Untersuchungen an den oberflächlichen Beugesehnen von Rennpferden bestätigt. Er konnte nach Entfernen der Haare keine Änderung im Temperaturverteilungsmuster feststellen.

In der Orthopädie ist bei Lahmheitsuntersuchungen das Suchen und Auffinden klinischer Anzeichen einer Entzündung ein sicherer Weg, die Ursache herauszufinden. Da die Entzündung in der Regel mit einer Hyperämie einhergeht, kann sie mit Hilfe der Thermographie als vermehrt warmer Bereich (Hot spot) dargestellt werden (PICK, 1984; TURNER, 2001). Er weist aber darauf hin, dass es ähnlich wie bei Röntgenbefunden auch Lahmheiten ohne abweichenden thermographischen Befund geben kann, ebenso wie eine positive Auffälligkeit ohne Lahmheit einhergehen kann.

In der Zootierhaltung wird die Thermographie neben der Lahmheits- auch zur Trächtigkeitsdiagnostik eingesetzt. Da die Arbeitsweise des Untersuchungsgerätes eine Distanz von einem bis maximal 20 Metern zulässt, wird immer nur im langwelligen Bereich gemessen. Diese Strahlen werden in ihrer Intensität nicht so schnell gedämpft wie kurzwellige Strahlen und können somit über größere Distanzen Messwerte erzielen (HILSBERG et al., 1997). Gute Ergebnisse sind zu erreichen, wenn die zu untersuchenden Strukturen bis zu 2 cm unter der Hautoberfläche liegen.

Aber auch größere Wärmekonzentrationen im Körperinneren lassen sich an der Körperoberfläche als Wärmeareal darstellen (FELIX und RAMM, 1988). Diese Tatsache kann zur Trächtigkeitsdiagnostik, vor allem bei stressempfindlichen Tieren, genutzt werden. Der gefüllte Uterus liegt der Bauchwand an und kann somit thermographisch dargestellt werden. Die dazu benötigte Wärme wird durch den Stoffwechsel des Fetus produziert. Die Absolutwerte der Wärmespitzen (Spots) können dabei zwischen tragenden und nichttragenden Tieren bis zu 4 °C betragen. Einige Tierarten eignen sich aufgrund der dichten Behaarung nicht oder nur unter Spezialbedingungen zur Ganzkörperthermographie (HILSBERG et al., 1997).

Untersuchungen über den Wert der Thermographie bei der Diagnose von Mammatumoren der Hündin existieren bisher nicht.

#### **2.3.1.8. Thermobiologie von Brusttumoren der Frau**

Bereits 1963 nahmen LAWSON und CUCHTAI (1963) Temperaturmessungen in malignen Tumoren vor und stellten im Tumorgewebe eine höhere Temperatur als im gesunden, umgebenden Gewebe fest. Die Temperatur in den vom Tumor abgehenden Venen war gegenüber der Temperatur im normalen Venenblut erhöht, jedoch niedriger als im Tumor selbst. GERSHON-COHEN (1967) konnte zeigen, dass bei mehr als 95 % aller von ihm untersuchten Brusttumoren eine Hauttemperaturerhöhung über den Läsionen um mindestens 1 °C, verglichen mit der entsprechenden Region der anderen Mamma, vorlag.

Diese Ergebnisse wurden später von GROS et al. (1972) in eigenen Untersuchungen bestätigt. Sie postulierten, dass die erhöhte Temperatur der Neoplasie auf einen intensiveren Metabolismus zurückzuführen ist.

**Aufgrund dieser metabolischen Veränderungen kommt es zu zwei thermologisch wichtigen Phänomenen:**

1. Die im Tumor entstandene Wärme wird hauptsächlich durch die Blutkonvektion über das venöse System, aber auch durch Konduktion, d. h. Wärmeleitung durch das Gewebe, abgeführt. Dies führt zu einer lokalen, diffusen Erhöhung der Hauttemperatur über den Tumoren.
2. Im Tumor selbst und seinen Abflussgebieten kommt es zu vaskulären Veränderungen. Ein in Tumorzellen gebildeter Tumor-Angiogenese-Faktor stimuliert die Kapillarsprossung und führt zu einer Hyper- oder Neovaskularisation des Malignoms. Damit ist neben der erhöhten Stoffwechselaktivität des Tumors und der damit verbundenen Wärmeproduktion auch eine zahlenmäßige Zunahme der das Malignom versorgenden Gefäße verbunden, die auch zu einer thermographischen Auffälligkeit der Brust führen können.

Außerdem werden von Tumorzellen zusätzliche vasoaktive Substanzen wie z. B. Prostaglandin, Bradikinin, Serotonin und Histamin freigesetzt, die ebenfalls vaskuläre Veränderungen induzieren (GAUTHERIE et al., 1985).

**Die thermographische Mammauntersuchung erfasst damit sowohl metabolische als auch vaskuläre Auffälligkeiten.**

Im Allgemeinen können beide Vorgänge nicht unabhängig voneinander im Thermogramm identifiziert werden, weil sich Wärmetransport und vaskuläre Veränderungen als komplexe Vorgänge gegenseitig beeinflussen.

Aus einer Abweichung der normalen Oberflächentemperaturen und des normalen Gefäßmusters der Brust kann also nur auf eine pathologische Veränderung allgemein geschlossen werden, nicht jedoch auf die einzelnen Faktoren, die zu diesen Abweichungen geführt haben (GAUTHERIE et al., 1985).

Dennoch kann aus einem thermopathologischen Bild durchaus auf das biologische Verhalten eines malignen Prozesses geschlossen werden.

GAUTHERIE (1980) fand in seinen Untersuchungen eine eindeutige Korrelation zwischen der metabolischen Wärmeentwicklung des Krebsgewebes und der Verdopplungszeit des Tumorumfanges. Je schneller die Geschwulst wächst, um so mehr Wärme produziert sie. In ähnlicher Weise konnten auch FOURNIER et al. (1980)

eine Korrelation zwischen der Stärke der Hyperthermie und dem Tumorwachstum nachweisen.

Für den Einsatz der Thermographie in der Routinediagnostik bedeutet dies, dass die meisten der schnellwachsenden Malignome, d. h. solche mit schlechter Prognose, in einem sehr frühen Stadium auffällig werden und im Thermogramm wärmer erscheinen.

Im Gegensatz dazu sind langsam wachsende Tumoren mit relativ guter Prognose im Allgemeinen „kalt“ und erzeugen demzufolge nur geringgradigere Hyperthermien, auch wenn die Geschwulst bereits größer ist (ENGEL, 1981).

#### **2.3.1.9. Interpretation von Brustthermogrammen in der Humanmedizin**

Bei der gesunden Mamma ist das thermische Grundmuster symmetrisch zwischen beiden Brüsten. Diese Symmetrie besteht über lange Zeiträume (BARTH et al., 1974).

Thermische Veränderungen durch den menstruellen Zyklus und durch die Schwangerschaft können mit der Thermographie beobachtet werden. Bei diesen physiologischen Veränderungen sind jedoch bei den meisten Frauen beide Brüste gleichmäßig betroffen (GAUTHERIE et al., 1985).

Bei einer erkrankten Mamma geht jedoch die Symmetrie im Allgemeinen verloren und es treten Veränderungen der Temperaturen wie auch der thermovaskulären Muster auf.

Für die Deutung von Thermogrammen der weiblichen Brust sind im Laufe der Zeit in der Humanmedizin zahlreiche Schemata entwickelt worden, die teils gemeinsam, teils unterschiedliche Aspekte des thermischen Bildes berücksichtigen.

Nach LAUTH und MÜHLBERGER (1980) muss bei der Beurteilung der plattenthermographischen Brustbilder bei allen Schemata auf folgende Kriterien geachtet werden:

- Art des Temperaturverteilungs- und Vaskularisationsmusters mit Seitenvergleich,
- umschriebene fokale Überwärmungszonen (sog. hot spots),

- pathologische (atypische) Gefäßbilder (Gefäßschleifen, Gefäßsterne, atypische Gefäße und der stumpfe Gefäßabbruch).

Auch FLESCH (1983) bezeichnet Veränderungen der oberflächennahen Gefäße bezüglich des Gefäßkalibers, der physiologischen Verlaufsrichtung und -form, der Anzahl der Gefäße und des physiologischen Wärmemusters als atypisch und somit tumorverdächtig. LAUTH und MÜHLBERGER (1980) definieren und typisieren das atypische Gefäß folgendermaßen:

- abweichende Richtung, d. h. das Gefäß verläuft nicht entsprechend dem Bild der normalen Gefäßversorgungsäste,
- auffällige Gefäßbreite,
- das Gefäß bricht keulenförmig stumpf ab,
- das Gefäß tritt isoliert auf, hat also keine Verbindung zu Nachbargefäßen,
- Gefäßkonvergenz, und zwar in Form einer X- bzw. Y-förmigen, sternförmigen Gefäßfigur.

Nach FLESCH und WITT (1982) sind ebenfalls dichte Ansammlungen von kleinen oberflächlichen, überwärmten Gefäßen, die ohne Bezug zum oberflächennahen Venensystem stehen, suspekt. Sie erzeugen ein überwärmtes Hautareal (hot spot) im Vergleich zur symmetrischen Region der gegenseitigen Brust.

Unter Gefäßschleifen verstehen TRICOIRE et al. (1970) verschiedenförmige Schleifen mit in den Tumor eindringenden Gefäßen. Die maligne Schleife umgibt das Karzinom. Sie besteht aus einer kreisartig verlaufenden Gefäßschleife, in die von außen Gefäße einmünden und von der aus zum Zentrum hin Gefäße abzweigen. Sie kann isoliert bestehen, es können aber auch mehrere miteinander verbundene Schleifen zur Darstellung kommen.

#### **2.3.1.10. Die Aussagefähigkeit der Thermographie in der Mammadiagnostik bei Frauen**

Insbesondere in der Diagnostik von subklinischen und radiologisch nicht feststellbaren Brusttumoren ist die Thermographie wertvoll (MAXWELL-CADE, 1968; AMALRIC et al., 1977).

Auch für BRUN DEL RE et al. (1980) sind die thermographischen Methoden eine Bereicherung in der Diagnostik von Brusttumoren. In ihren Untersuchungen beträgt die Treffsicherheit bei Mammakarzinomen 76 % und die Rate der falsch positiven Befunde 15,8 %. Sie weisen aber auf die unabdingbare Voraussetzung einer gewissenhaften Ausbildung des Untersuchers hin.

Ein ähnlich optimistisches Ergebnis mit über 30.000 thermographierten Brüsten und ca. 4.000 histologisch verifizierten Untersuchungen berichten AMALRIC et al. (1977). Sie erreichten eine Sensitivität von 80 % und eine Spezifität von 85 %.

CIATTO et al. (1987) kommen in ihren infrarotthermographischen Mammauntersuchungen auf schlechtere Ergebnisse. Die Sensitivität betrug in der gesamten Studie bei 6.832 untersuchten Frauen nur 47 %, verglichen mit der Trefferquote von 86 % bei der klinischen Untersuchung und 89 % für die Mammographie.

In plattenthermographischen Untersuchungen schwanken in der Literatur nach BRUN DEL RE et al. (1980) die „richtig negativen“ Aussagen bei histologisch verifizierten Läsionen zwischen 60,8 % bis 77,8 % gegenüber 4,0 % bis 28,0 % bei „falsch positiven“ Ergebnissen. Bei den bösartigen Veränderungen lag die Differenz der „richtig positiven“ Antworten zwischen 76,0 % bis 99,0 %. Die Zahl der „falsch negativen“ Ergebnisse schwankte zwischen 1,0 % und 8,8 %.

Für die ungleichen Resultate machen LAUTH und MÜHLBERGER (1980) die unterschiedliche Zusammensetzung der einzelnen Patientenkollektive, verschiedene Auswertungskriterien und bei der Infrarotthermographie eine unterschiedliche apparative Ausrüstung verantwortlich. Hinzu kommt eine individuell lange Erfahrung der Untersucher bei der Anwendung dieser Untersuchungsmethoden. Sie fordern deshalb einheitliche Bewertungskriterien für die Infrarot- und Plattenthermographie. Für viele Autoren ist deshalb aufgrund dieser unzureichenden Standardisierung die Thermographie in der Frauenheilkunde nur eine komplementäre Untersuchungsmethode (FOCHEM und PFLANZER, 1974; GLÄTZNER, 1976; KRAHE und LITTEK, 1981).

Bei der Beurteilung der Wärmebilder mit Flüssigkeitskristallen muss folgendes beachtet werden:

- dass die Folie durch ihre eigene Wärmekapazität die Temperatur der Hautoberfläche beeinflusst,

- dass der Wärmeaustausch zwischen Hautoberfläche und Umgebung durch die Folie verändert wird, insbesondere die Transpiration,
- dass beim Andruck der Folie auf die Hautoberfläche die Durchblutung der darunter liegenden Gewebeschichten und damit die Wärmeübertragung beeinflusst wird,
- dass durch Druck bzw. Zug in der Folie die Kalibrierung der Flüssigkristalle verändert wird,
- dass Fett, Feuchtigkeit und Luft zwischen Hautoberfläche und Folie unterschiedliche Wärmeübergangswiderstände haben,
- dass durch die umgebende Wärmestrahlung das Temperaturbild verändert werden kann (FLESCHE, 1983).

### **3. Material und Methoden**

#### **3.1. Tiermaterial**

##### **3.1.1. Vorstellung und Altersverteilung aller untersuchten Hündinnen**

Insgesamt wurden die Milchdrüsen von 110 Hündinnen plattenthermographisch untersucht. Es kamen ausschließlich mittelgroße Tiere mit einem Gewicht zwischen 18,3 kg und 26,9 kg zur Auswertung, und ihr Alter lag zwischen 10 Monaten und 14,2 Jahren. Keiner der Probanden war kastriert, und eine Unterdrückung der Läufigkeit fand nicht statt. Die Hündinnen stammten aus dem eigenen Patientengut und wurden nur mit ausdrücklicher Zustimmung der Besitzer thermographisch untersucht. Alle untersuchten Hündinnen befanden sich im Anöstrus.

Die 110 Hündinnen wurden in sieben Gruppen eingeteilt. Die erste Gruppe bestand aus 15 Hündinnen in einem Alter zwischen 10 und 14 Monaten. Sie sind noch nie trächtig gewesen und waren keine Mammatumorträgerinnen. Die zweite Gruppe setzte sich ebenfalls aus 15 Tieren zusammen, deren Alter zwischen 4,2 und 6,1 Jahren lag. Auch sie wiesen keine Milchdrüsenzubildungen auf. Die dritte Gruppe bestand aus älteren Hündinnen im Alter zwischen 9,5 und 11,4 Jahren. Die altersmäßig inhomogene vierte Gruppe (2,5 bis 11,0 Jahre) hatte ein gemeinsames Merkmal: Sie hatten jeweils einmal geworfen. Auch sie waren frei von Neoplasien der Mamma. Das Alter der Probandinnen aus der fünften Gruppe bewegte sich zwischen 4,5 und 13,0 Jahren. Der einzige Unterschied zur vorherigen Gruppe lag darin, dass sie drei- bis sechsmal trächtig gewesen sind. Die folgende sechste Gruppe setzte sich aus 30 Hündinnen im Alter zwischen 4,6 und 14,2 Jahren zusammen. Sie trugen alle teils multiple, reiskorn- bis erbsen- oder bohnen große Tumoren im Gesäuge. Die letzte siebte Gruppe bestand aus fünf Tieren, sie waren zwischen 4,1 und 8,1 Jahren alt und wiesen jeweils eine Lactatio falsa auf (Tabelle 8).

**Tabelle 8: Übersicht über alle untersuchten Hunde**

Gruppe	Anzahl der Hunde	Alter der Hunde	Anzahl zurückliegender Trächtigkeiten	Hunde ohne Mammatumoren	Hunde mit Mammatumoren	Hunde mit Lactatio falsa
1	15	10 – 14 Monate	—	15	—	—
2	15	4,2 – 6,1 Jahre	—	15	—	—
3	15	9,5 – 11,4 Jahre	—	15	—	—
4	15	2,5 – 11,0 Jahre	1	15	—	—
5	15	4,5 – 13,0 Jahre	3 – 6	15	—	—
6	30	4,6 – 14,2 Jahre	—	—	30	—
7	5	4,1 – 8,1 Jahre	—	—	—	5
<b>Gesamt</b>	<b>110</b>	—	—	<b>75</b>	<b>30</b>	<b>5</b>

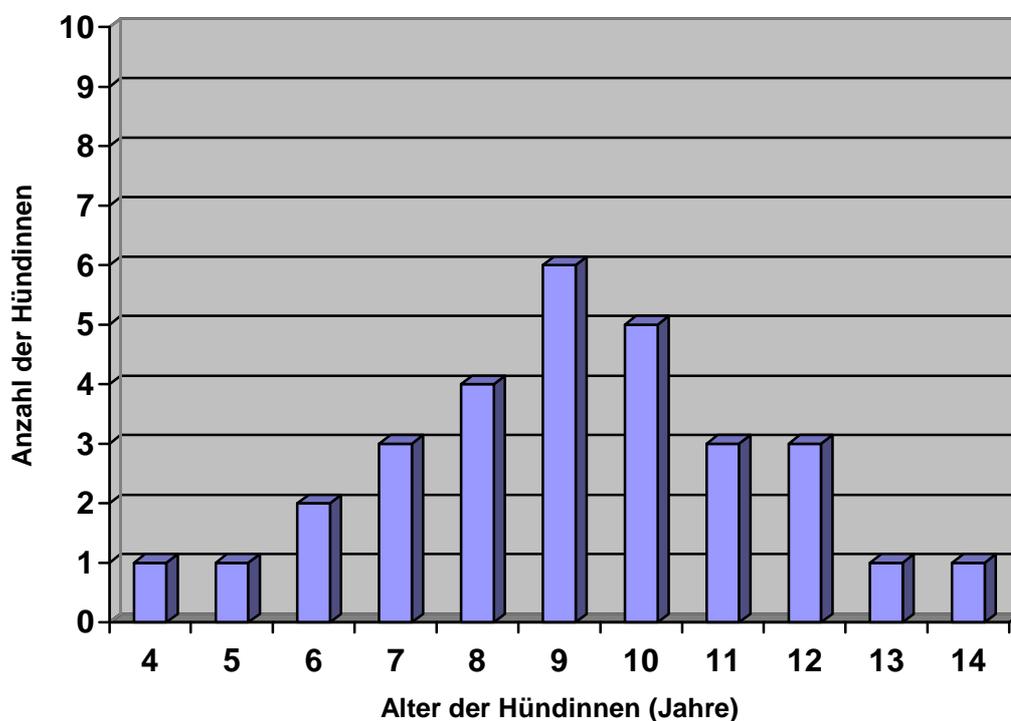
### 3.1.2. Rassenverteilung aller untersuchten Hündinnen

Von den 110 für diese Arbeit vorgestellten Hunde waren mit 78 Tieren (70,90 %) die Mischlinge am häufigsten vertreten. Danach folgen vier Golden Retriever (3,63 %), drei Boxer (2,72 %), drei Staffordshire Bull Terrier (2,72 %), jeweils zwei Airedale Terrier, Dalmatiner, Irish Setter, Drahthaarterrier, Mittelschnauzer, kleine Münsterländer, Collie, Bullterrier (je 1,81 %) sowie jeweils ein Gordon Setter, Border Collie, Sibirien Husky, Basset, Wolfsspitz und Weimaraner (je 0,90 %).

### 3.1.3. Altersverteilung der Hündinnen mit Mammatumoren

Von den 110 untersuchten Tieren waren 30 Mammatumorträgerinnen. Sie waren zwischen 4,6 und 14,2 Jahren alt. Unter 9 Jahren waren 11 Hündinnen (36,66 %), zwischen 9 und 12 Jahren waren 14 Hündinnen (46,66 %) und zwischen 12 und 14 Jahren waren 5 Tiere (16,66 %) vertreten. Von den oben genannten 30 Hündinnen hatten 5 Tiere einmal, 3 Tiere dreimal und 2 Tiere viermal geworfen (Graphik 1).

Graphik 1: Altersverteilung der Hündinnen mit Mammatumoren



### 3.1.4. Rassenverteilung der Hündinnen mit Mammatumoren

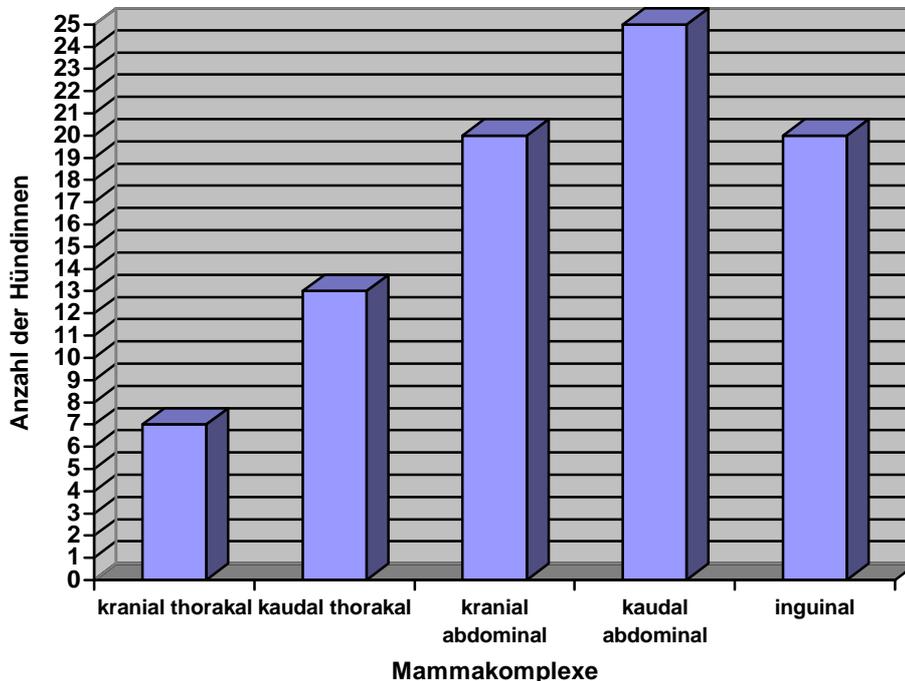
Von den 30 untersuchten Hunden mit Gesäugegeschwülsten waren 14 Mischlingshunde (46,66 %). 3 Golden Retriever (10 %), 2 Boxer (6,66 %), jeweils 1 Staffordshire Bull Terrier, Airedale Terrier, Dalmatiner, Irish-Setter, Mittelschnauzer, kleiner Münsterländer, Collie, Basset, Wolfsspitz, Weimaraner und Border Collie (je 3,33 %).

### 3.1.5. Anzahl und Lokalisationen der Mammatumoren

Bei der palpatorischen Untersuchung der Mammaleisten wurden bei den 30 Tieren insgesamt 85 Zubildungen diagnostiziert. 15 Hündinnen trugen nur einen Tumor, bei 6 Hündinnen waren 2 Tumoren palpierbar, und die übrigen 9 Hunde wiesen 3 oder mehr Geschwülste auf.

Bei der Verteilung der Tumoren auf die einzelnen Mammakomplexe ist eine Zunahme von kranial nach kaudal festzustellen. Lediglich 7 (8,23 %) waren im kranialen thorakalen Komplex lokalisiert. 13 Tumoren befanden sich im kaudalen thorakalen Komplex (15,29 %). Die größte Anzahl der Zubildungen waren mit 20 (23,52 %) im kranialen abdominalen Komplex und mit 25 (29,41 %) im kaudalen abdominalen Komplex lokalisiert. Bei 20 (23,52 %) Hündinnen waren die inguinalen Komplexe befallen (Graphik 2).

Graphik 2: Anzahl und Verteilung der Mammatumoren auf die einzelnen Komplexe



## 3.2. Thermographie-Equipment

### 3.2.1. Bereitstellung eines Thermographie-Equipments

Für die Thermographie der kaninen Brustdrüse wurde das ELC-Thermosystem TGS II der „Bayer Biomed-Technik Leverkusen“ verwendet.

Dieses Gerät besteht aus einer Rahmenhalterung für die Befestigung der Thermographieplatten und einem Abstandhalter, an dessen anderem Ende durch einen Adapter eine Kleinbildkamera mit integriertem Blitzlicht fixiert ist. Die Batterien für das Blitzlicht der Kamera können durch ein Ladegerät permanent aufgeladen werden. Grüner Vliesstoff, der um die Rahmenhalterung angebracht worden war, verhinderte die Aufnahme der Umgebung.

Als Flüssigkristallplatte diente eine auf 35 °C temperierte Folie mit einem Temperaturfenster von  $\Delta T$  6 °C (Röhm Pharma), die in einem starren Rahmen von 27 x 21 cm Kantenlänge eingeschweißt war.  $\Delta T$  6 °C bedeutet, dass die verwendete Flüssigkristallfolie in einem Temperaturbereich von 35 °C bis 41 °C eingesetzt werden kann (Abbildung 4).

Für die Dokumentation eignete sich am besten ein 200 ASA Diafilm der Firma FUJI.

Abbildung 4: Thermographiegerät mit Kamera, Abstandhalter und Folienplatte



### **3.2.2. Bereitstellung eines geeigneten Untersuchungsraumes**

Wegen der regulatorischen Abhängigkeit der Hautdurchblutung von der Umgebungstemperatur erfolgte die Thermographie in einem zugluftfreien, temperierten Untersuchungsraum. Die Raumtemperaturen lagen zwischen 20 °C bis 22 °C. Auf einen ausreichenden Abstand zu Fenster, Tür und Heizkörper wurde geachtet. Eine adäquate Beleuchtung zur Entstehung und Auswertung der Wärmebilder gewährleistete helles Tageslicht oder Neonlicht mit Tageslichtcharakter.

### **3.3. Vorbereitung und plattenthermographische Untersuchung der Hündinnen**

#### **3.3.1. Klinische Untersuchung der Hündinnen**

Alle Hündinnen wurden vor der Thermographieuntersuchung klinisch untersucht, nummeriert und mit einem Erhebungsbogen versehen. Die jeweiligen Nummern der Tiere konnten an der Plattenhalterung fixiert und somit dokumentiert werden. Damit war gewährleistet, dass jede Hündin mit ihren zugehörigen thermographischen Brustbildern auch dem zuständigen Erhebungsbogen zugeordnet werden konnte.

Durch eine sorgfältige Anamnese und durch die klinische Untersuchung wurde die Zyklusphase der Tiere festgestellt. Es wurden nur Hündinnen, die sich im Anöstrus befanden, plattenthermographisch untersucht. War der Zyklusstand so nicht eindeutig zu ermitteln, ist eine Vaginalzytologie mittels Scheidenabstrich mit anschließender Färbung nach Papanicolaou / Shorr durchgeführt worden. Ebenso kamen kranke, febrile oder auch Tiere mit Hautveränderungen im Bereich der Mamma nicht zur Auswertung.

Alle Hündinnen wurden einige Tage vor der Untersuchung von ihren Besitzern gebadet. Um einen direkten Kontakt der Flüssigkristallplatte mit der Milchdrüse zu gewährleisten, mußten alle Probanden vor allem im kranialen, aber auch im abdominalen inguinalen Gesäugebereich schonend geschoren werden. Nach dem Scheren ist die Brustdrüsenhaut weder gereinigt noch desinfiziert worden.

Weil manche Hündinnen die Zwangslagerung (Rückenlage mit maximal gespreizten Hinterbeinen) nur ungern tolerierten, wurden alle 110 Hündinnen 30 Minuten vor die-

sen Manipulationen mit Combelen<sup>®</sup>, Bayer AG, Leverkusen, in einer Dosierung von jeweils 0,05 ml/kg KGW i. m. sediert.

### 3.3.2. Plattenthermographische Untersuchung der Mamma

Für die Untersuchung der Mamma lagen die Hündinnen in Rückenlage mit weit gespreizten Hinterbeinen. Die zur Untersuchung benutzte Platte wurde je einmal frontal, sowie schräg lateral auf jeden Mammakomplex gelegt. Alle zu untersuchenden Mammabereiche hatten, soweit dies möglich war, engen Kontakt mit der Flüssigkristallfolie, um ein gleichmäßiges Wärmebild zu erhalten. Dabei wurde der Druck auf die Haut so hoch wie nötig und so gering wie möglich gewählt, um die Mikrozirkulation der Haut nicht zu beeinträchtigen. Sobald das thermische Bild auf der Folie erschien, erfolgte eine Photodokumentation mit der dazugehörigen Kamera.

Von sechs Hündinnen wurden nach der plattenthermographischen Untersuchung ihrer Brustdrüsen die extirpierten Mammatumoren pathologisch-histologisch verifiziert.

**Abbildung 5: Plattenthermographische Untersuchung einer Hündin**



### 3.3.3. Interpretation und Klassifikation der Thermogramme

Das Farbspektrum bei der Plattenthermographie verteilt sich, wie in 2.3.1.5. dargestellt, von kastanienbraun bis violett.

Insgesamt können acht Farben temperaturabhängig unterschieden werden. Um eine statistische Aussage treffen zu können, wurde jeder Farbe eine Zahl zugeordnet, wobei der kälteste Farbton (kastanienbraun) mit der Zahl 1 und der wärmste Farbton (violett) mit der Zahl 8 belegt worden ist (Tabelle 9).

Bei der Beurteilung aller Mammakomplexe wurde für die erschienene Farbe im Thermogramm die entsprechende Zahl zugeordnet und in die Tabelle 10 (Anhang) eingetragen. Bei der Auswertung der Wärmebilder ist außerdem auf die Temperaturverteilung (Homogenität der Farben) innerhalb der Thermogramme geachtet worden. Hierzu wurde für homogen die Zahl 1 und für inhomogen die Zahl 2 gewählt.

Für die Beurteilung der Thermographien wurde nur das Vorhandensein einer Farbe, nicht aber ihre Ausdehnung berücksichtigt.

**Tabelle 9: Übersicht über die Zuordnung der Farben im Thermogramm**

Temperatur	Farbe	zugeordnete Zahl
kalt   warm	kastanienbraun	1
	ockergelb	2
	hellgrün	3
	dunkelgrün	4
	hellblau	5
	blau	6
	marineblau	7
	violett	8

### 3.3.4. Statistik

Es erfolgte eine deskriptive Statistik in dem Programm „excel“ von Microsoft, 2003. Zur Beschreibung der Ergebnisse wurden die folgenden deskriptiven Parameter berechnet: der arithmetische Mittelwert und die einfache Standardabweichung. Die Einzelvergleiche wurden mit dem Student-T-Test für gepaarte Stichproben geprüft. Bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von  $P < 0,05$  wurden Unterschiede als signifikant bezeichnet. Um den linearen Zusammenhang zwischen zwei Parametern zu beurteilen, wurde der Korrelationskoeffizient  $r =$  nach Pearson berechnet.

## 4. Ergebnisse

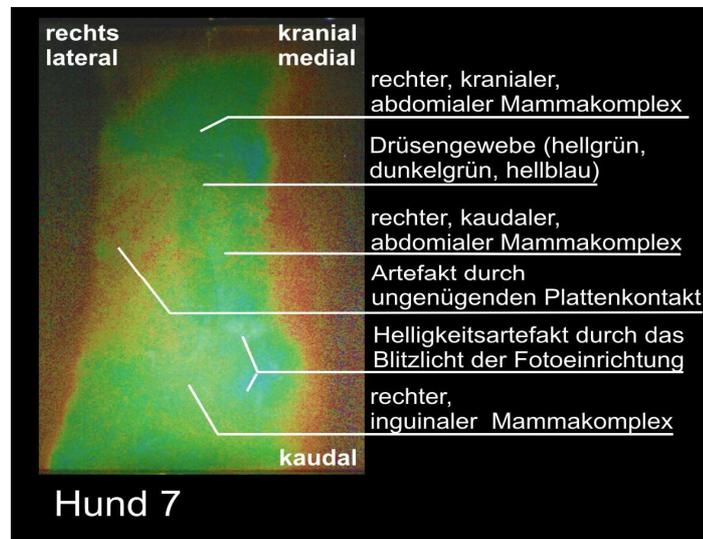
### 4.1. Plattenthermographische Mammauntersuchungen juveniler Hündinnen

In der ersten Gruppe wurden junge Hündinnen im Alter zwischen 10 bis 14 Monaten ohne vorangegangene Trächtigkeiten und ohne Mammatumoren plattenthermographisch untersucht. Das Milchdrüsengewebe war bei diesen Tieren schwach entwickelt, so dass es nicht eindeutig palpiert werden konnte.

Die Wärmebilder der Mamma bei allen Hündinnen dieser Gruppe waren einheitlich hell- bis dunkelgrün ohne fokale Wärmezonen. Mammagefäße waren nicht erkennbar (Abbildung 6).

**Abbildung 6: Thermographiebild einer juvenilen Hündin**

Hund: Nr. 7  
Rasse: Mischling  
Alter: 11 Monate  
Gewicht: 22,8 kg



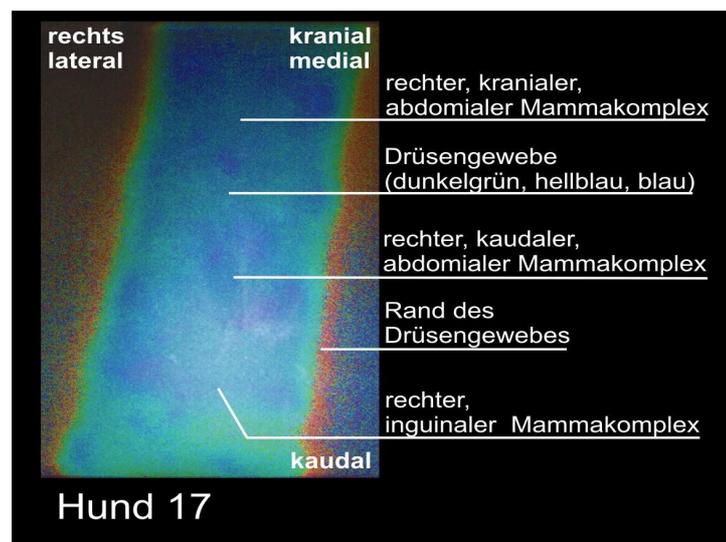
#### 4.2. Plattenthermographische Mammauntersuchungen bei Hündinnen mittleren Alters

In der zweiten Gruppe waren Hündinnen im Alter zwischen 4,2 bis 6,1 Jahren ohne vorangegangene Trächtigkeiten und ohne Mammatumoren zusammengefasst.

Das Brustdrüsengewebe bei diesen Tieren war gerade noch palpierbar. Die Farben der Flüssigkristalle waren hell- bis dunkelgrün und zeigten keine fokalen Überwärmungszonen. Mammagefäße waren auch hier nicht erkennbar (Abbildung 7).

**Abbildung 7: Thermographiebild einer Hündin mittleren Alters**

Hund: Nr. 17  
Rasse: Mischling  
Alter: 5,1 Jahre  
Gewicht: 25,5 kg



### 4.3. Plattenthermographische Mammauntersuchungen alter Hündinnen

In der dritten Gruppe befanden sich Hündinnen im Alter zwischen 9,5 bis 11,4 Jahren. Auch sie waren niemals trächtig gewesen und trugen keine Mammatumoren.

Palpatorisch besaßen die Milchdrüsen eine normale, gut tastbare Ausprägung. Das plattenthermographische Wärmebild entsprach im Wesentlichen dem der vorherigen Gruppe, obwohl die Milchdrüsen dieser Tiere bisher am stärksten ausgeprägt waren. Die Folien zeigten eine gleichmäßig dunkelgrüne bis hellblaue Farbe ohne „hot spots“ und ohne Gefäßzeichnung (Abbildung 8).

Mit zunehmendem Alter nimmt die registrierte Hautwärme im Bereich der Mammakomplexe zu. Während bei jungen Hündinnen im Bereich der beiden thorakalen und im kranialen abdominalen Mammakomplex die Farbe hellgrün überwiegt, ist bei den alten Hunden die Farbe dunkelgrün bis hellblau am stärksten vertreten. Im Bereich des kaudalen abdominalen und im inguinalen Mammakomplex finden sich bei jungen und mittelalten Hündinnen überwiegend die hell- und dunkelgrüne Farbe, bei alten Hündinnen ausschließlich die hellblaue. Die Unterschiede zu den alten Hündinnen sind deutlich. Die Folien zeigen einen linearen Anstieg der thermographisch dargestellten Wärme im Alter zwischen 1 und 13 Jahren (kranialer thorakaler Komplex:  $r = 0,84$ , kaudaler thorakaler Komplex:  $r = 0,83$ , kranialer abdominaler Komplex:  $r = 0,76$ , kaudaler abdominaler Komplex:  $r = 0,85$ , Inguinalkomplex:  $r = 0,87$ ).

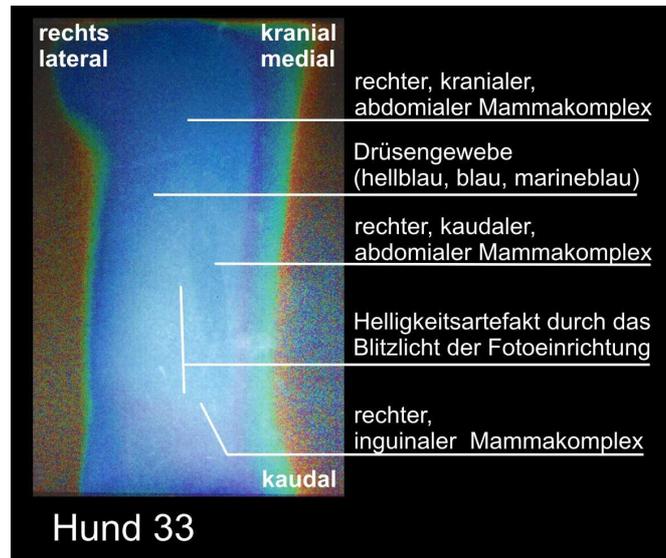
Bei den noch nie trächtig gewesenen juvenilen, mittelalten und alten Hündinnen steigen die Temperaturen von den kranialen thorakalen Komplexen zu den inguinalen an. Temperaturunterschiede zwischen den beiden thorakalen Mammakomplexen bestehen nicht. Es tritt jedoch nur bei den juvenilen Tieren eine deutliche Farbänderung zwischen kaudalem abdominalen und inguinalem Gesäugekomplex auf. Bei den adulten Hündinnen sind die kaudalen abdominalen und inguinalen Mammakomplexe vergleichbar überwiegend dunkelgrün (mittelalte Hündinnen) oder hellblau (alte Hündinnen) (Graphik 3).

Bei den juvenilen Tieren sind im Bereich des kranialen und kaudalen thorakalen sowie des kaudalen abdominalen Gesäugekomplexes die Temperaturen deutlich niedriger als bei den mittelalten Hunden (Graphik 4). Die thermographisch registrierte, altersbedingte Temperatur im Bereich des kranialen abdominalen und des inguinalen Mammakomplexes sind annähernd gleich. Sehr deutliche Unterschiede weisen die

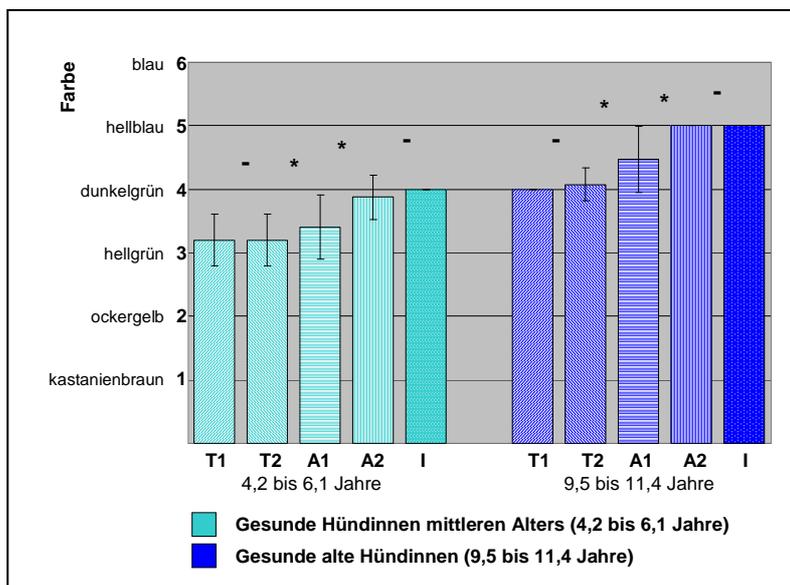
Thermographiebilder von mittelalten und alten Hündinnen auf. Die jeweils höchste Temperatur wurde in der Gruppe der ältesten Tiere registriert (Graphik 4).

**Abbildung 8: Thermographiebild einer alten Hündin**

Hund: Nr. 33  
Rasse: Mischling  
Alter: 10,1 Jahre  
Gewicht: 24,0 kg

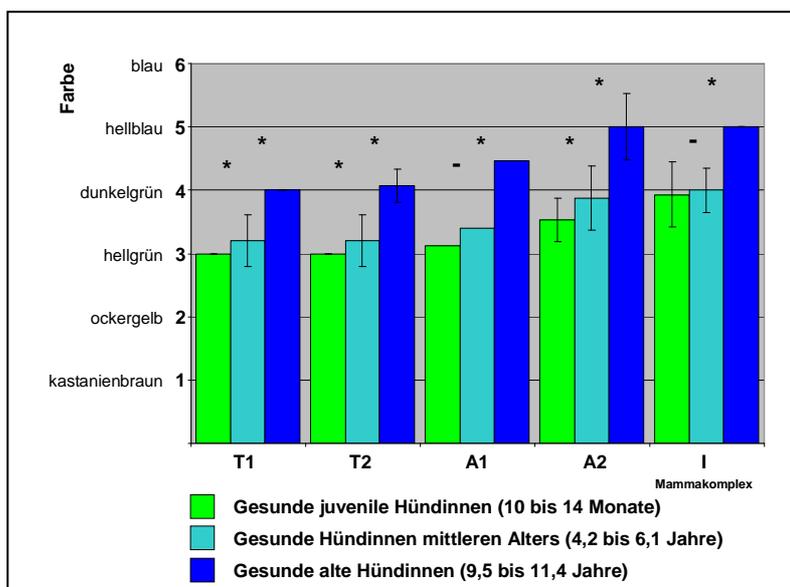


**Graphik 3: Temperaturunterschiede (Farbunterschiede) zwischen den einzelnen Mammakomplexen bei mittelalten und alten Hündinnen**  
(Mittelwerte und einfache Standardabweichungen)



- T 1: kranialer thorakaler Komplex
- T 2: kaudaler thorakaler Komplex
- A 1: kranialer abdominaler Komplex
- A 2: kaudaler abdominaler Komplex
- I : inguinaler Komplex

**Graphik 4: Temperaturänderung (Farbänderung) in Abhängigkeit vom Alter der Hündinnen**  
(Mittelwerte und einfache Standardabweichungen)



- T 1: kranialer thorakaler Komplex
- T 2: kaudaler thorakaler Komplex
- A 1: kranialer abdominaler Komplex
- A 2: kaudaler abdominaler Komplex
- I : inguinaler Komplex

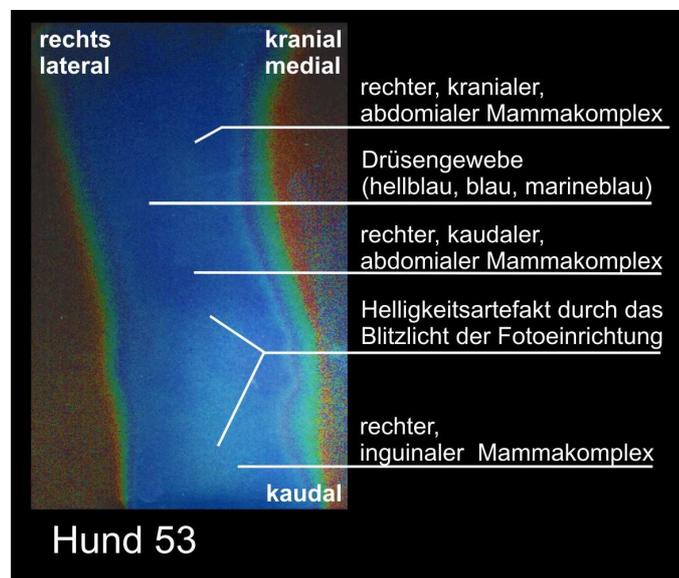
#### 4.4. Plattenthermographische Mammauntersuchungen bei einmal trächtig gewesenen Hündinnen

In der vierten Gruppe waren Hündinnen im Alter zwischen 2,5 bis 11,0 Jahren und mit jeweils einer zurückliegenden Trächtigkeit eingruppiert worden. Ihr Brustdrüsen-  
gewebe war ausgeprägt und gut palpierbar.

Im Thermogramm überwog die Farbe hellblau ohne fokale Überwärmungen. Mam-  
magefäße waren nicht sichtbar. Eine lineare Altersabhängigkeit ließ sich hier nur im  
Bereich der thorakalen Mammakomplexe registrieren. Zudem waren die kranialen  
thorakalen Gesäugeabschnitte kälter als die kaudalen. Bei den drei sich anschlie-  
ßenden Mammakomplexen ließ sich ausschließlich die hellblaue Farbe unabhängig  
vom Alter feststellen (Abbildung 9).

**Abbildung 9: Thermographiebild einer einmal trächtig gewesenen Hündin**

Hund: Nr. 53  
Rasse: Mischling  
Alter: 3,1 Jahre  
Gewicht: 23,5 kg



#### **4.5. Plattenthermographische Mammauntersuchungen bei Hündinnen mit drei bis sechs zurückliegenden Trächtigkeiten**

In der fünften Untersuchungsgruppe waren die mehrfach gravid gewesenen Hündinnen mit einem Alter von 4,5 bis 13,0 Jahren zusammengefaßt.

Sie trugen keine Mammatumoren, und ihr Milchdrüsengewebe war im Vergleich zu den vorherigen Tieren, vor allem denen der ersten drei Gruppen, bedeutend voluminöser.

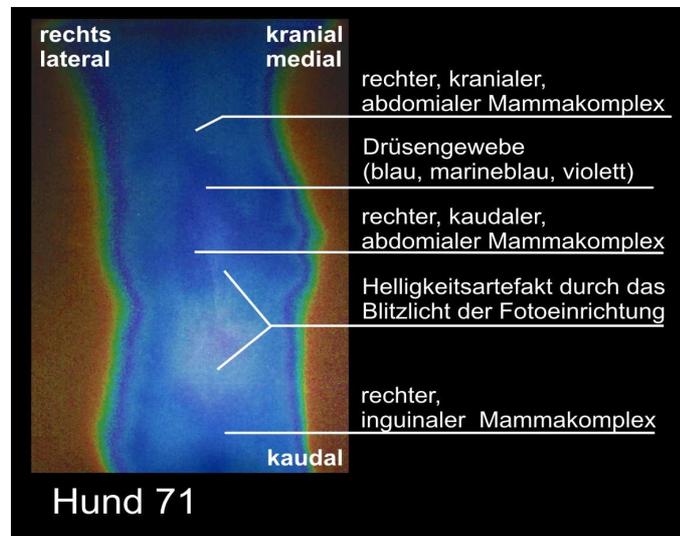
Die Flüssigkristalle der Thermographieplatten zeigten bei diesen Hündinnen den bisher wärmsten Farbton, nämlich blau bis marineblau (Abbildung 10). Bei diesen Tieren waren abschnittsweise Mammagefäße erkennbar. Sie waren selten länger als 10 cm und imponierten durch ihre wärmere Farbe gegenüber dem umliegenden Brustdrüsengewebe.

In dieser Gruppe ließ sich keine lineare Abhängigkeit zwischen Alter und Hauttemperatur im Bereich der Mammakomplexe feststellen. Jedoch war auch hier ein Wärmeanstieg von kranial nach kaudal sichtbar.

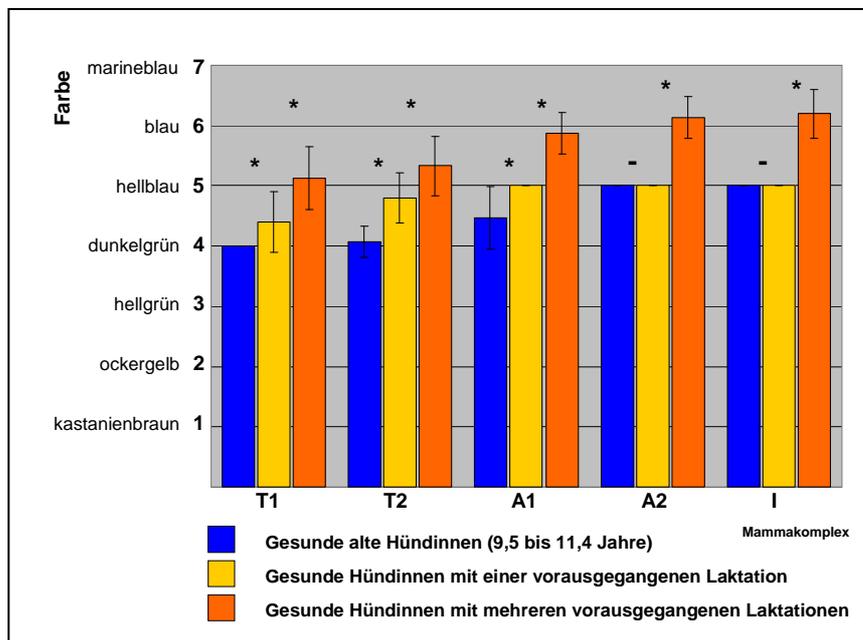
Mit der zunehmenden Ausbildung des Gesäuges durch vorangegangene Laktationen kommt es zu vermehrter Wärmebildung, die sich in dunkleren Farben auf den Thermographieplatten zeigt. Die durch ehemalige Trächtigkeiten bedingte Temperaturänderung macht sich besonders im kranialen Bereich bemerkbar. So führt bereits eine zurückliegende Laktation zu einem deutlichen Temperaturanstieg, auch in den kranialen thorakalen, kaudalen thorakalen und kranialen abdominalen Gesäugekomplexen. Im kaudalen abdominalen und inguinalen Gesäugekomplex verändert eine vorausgegangene Trächtigkeit die Wärme nicht. Erst mehrere zurückliegende Graviditäten bedingen deutliche Temperatursteigerungen in allen, auch in den kaudalen Gesäugekomplexen (Graphik 5).

**Abbildung 10: Thermographiebild einer mehrmals trächtig gewesenen Hündin**

Hund: Nr. 71  
 Rasse: Golden Retriever  
 Alter: 9,0 Jahre  
 Gewicht: 25,1 kg



**Graphik 5: Temperaturänderung (Farbänderung) in Abhängigkeit von vorausgegangenen Trächtigkeiten**  
 (Mittelwerte und einfache Standardabweichungen)



T 1: kranialer thorakaler Komplex  
 T 2: kaudaler thorakaler Komplex  
 A 1: kranialer abdominaler Komplex  
 A 2: kaudaler abdominaler Komplex  
 I : inguinaler Komplex

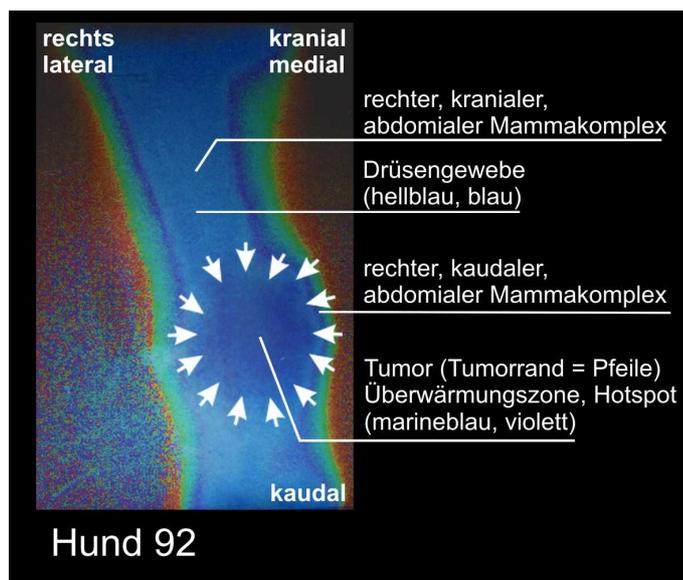
#### 4.6. Plattenthermographische Mammauntersuchungen bei tumortragenden Hündinnen

Die sechste Untersuchungsgruppe bestand aus 30 Hündinnen zwischen 4,6 bis 14,2 Jahren, die alle Trägerinnen von Mammatumoren waren. In diese Gruppe wurden aber nur Tiere zugelassen, deren Geschwülste reiskorn- bis bohnen groß und kleiner waren.

Das thermographische Wärmebild zeigt bei diesen Hündinnen über den Tumoren fokale Überwärmungszonen, die den bisher wärmsten Farbton, d. h. ein tiefes Marineblau, aufwiesen (Abbildung 11). In den entsprechenden bilateralen gesunden Komplexen waren diese Überwärmungszonen nicht sichtbar. Gefäße waren nur bei den sehr voluminösen Milchleisten und auch nur abschnittsweise erkennbar, die aber keine Verbindung zu den Neoplasien erkennen ließen (Abbildung 12).

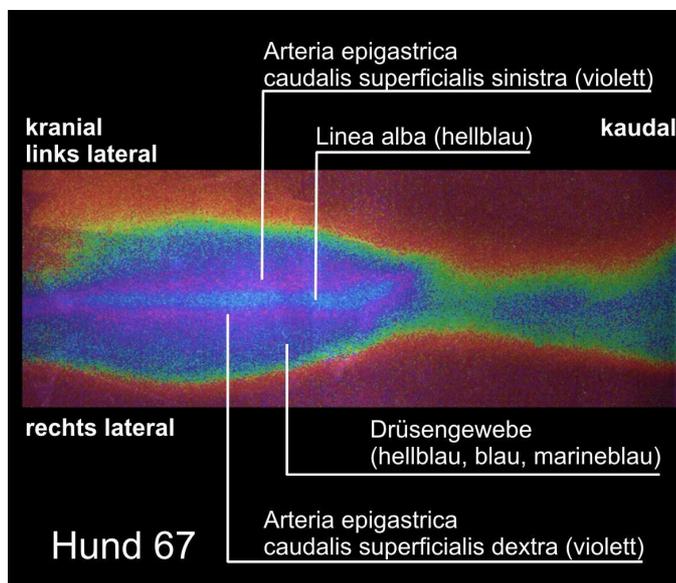
**Abbildung 11: Thermographiebild einer tumortragenden Hündin**

Hund: Nr. 92  
Rasse: Boxer  
Alter: 9,0 Jahre  
Gewicht: 23,0 kg



**Abbildung 12: Thermographische Darstellung eines Gefäßes  
(Arteria epigastrica caudalis superficialis)**

Hund: Nr. 67  
Rasse: Weimaraner  
Alter: 10,0 Jahre  
Gewicht: 24,7 kg



#### **4.6.1. Vergleich der plattenthermographischen Bilder von sechs postoperativ pathologisch-histologisch verifizierten Mammatumoren**

Bei sechs Hündinnen sind postoperativ die exstirpierten Mammatumoren pathologisch-histologisch untersucht worden. Dabei wurden bei drei Tieren jeweils multiple Adenokarzinome, bei einer Hündin mehrere solide Karzinome und bei zwei Hündinnen jeweils ein Fibroadenom und mehrere Adenome diagnostiziert.

Der Vergleich der vor den Operationen hergestellten plattenthermographischen Wärmebilder dieser Brustdrüsen mit ihren Tumoren ergab keine farblichen Unterschiede. Die fokalen Wärmezonen über den Geschwülsten zeigten bei allen sechs Hündinnen ein tiefes Marineblau.

#### **4.7. Plattenthermographische Mammauntersuchungen bei Hündinnen mit einer Lactatio falsa**

Die letzte Gruppe setzte sich aus Hündinnen mit einer ausgeprägten Lactatio falsa zusammen. Ihr Alter lag zwischen 4,1 und 8,1 Jahren, und sie waren niemals trächtig gewesen und trugen keine Mammatumoren.

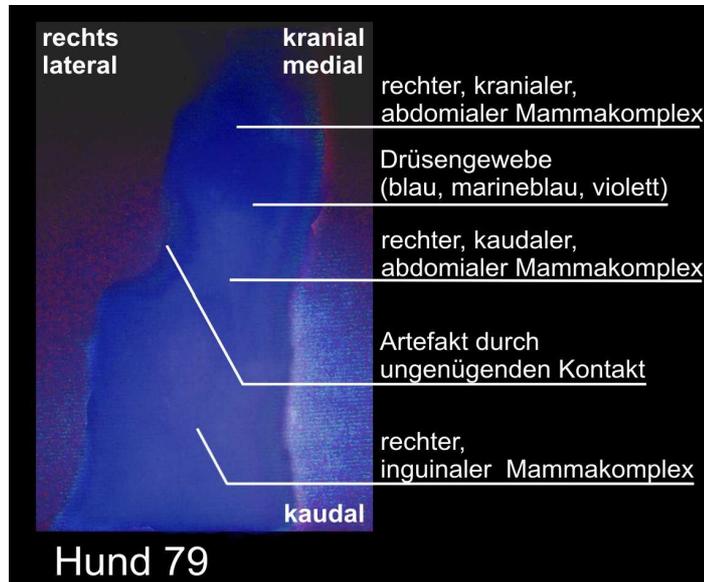
Das thermographische Bild ihrer Mammakomplexe zeigte einen blauen Farbton ohne fokale Überwärmungen. Ihre Gesäugeleisten waren deutlich wärmer als die von gesunden Hunden, aber kühler als die marineblauen fokalen Überwärmungsbereiche bei den kleinen Mammatumoren (Abbildung 13).

Auch bei der Lactatio falsa kommt es zu einem deutlichen Temperaturanstieg im Vergleich zum Gesäuge von alten, nicht trächtig gewesenen Hündinnen. Die thermographisch messbare Gesäugetemperatur bei Lactatio falsa entspricht annähernd derjenigen von mehrfach trächtig gewesenen Hündinnen. Nur im kranialen abdominalen Gesäugekomplex sind die Temperaturen nach mehreren Laktationen deutlich höher als bei Lactatio falsa (Graphik 6).

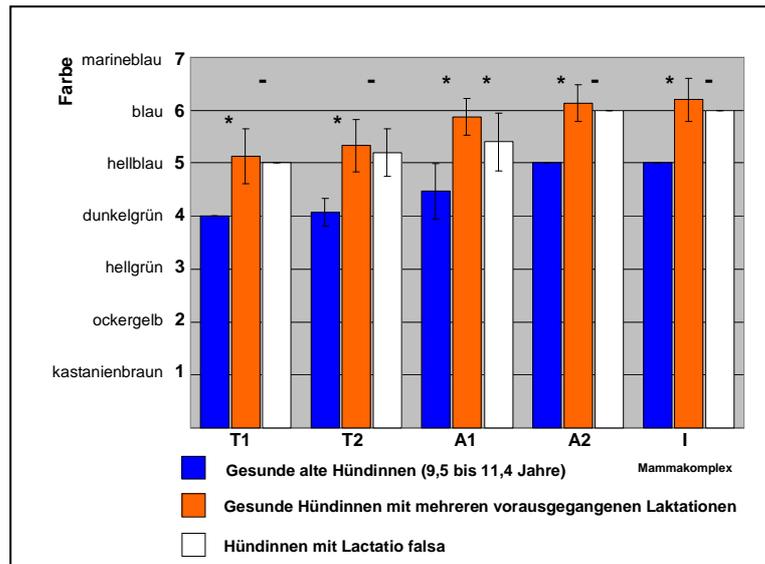
Die Gesäugetemperaturen steigen mit zunehmendem Alter der Tiere, nach vorausgegangenen Laktationen und bei der Lactatio falsa. Dabei sind die Temperaturen bei Hündinnen mit mehreren vorausgegangenen Laktationen und bei Lactatio falsa ähnlich hoch (Graphik 7).

**Abbildung 13: Thermographiebild einer Hündin mit einer Lactatio falsa**

Hund: Nr. 79  
Rasse: Airedale Terrier  
Alter: 6,0 Jahre  
Gewicht: 23,1 kg

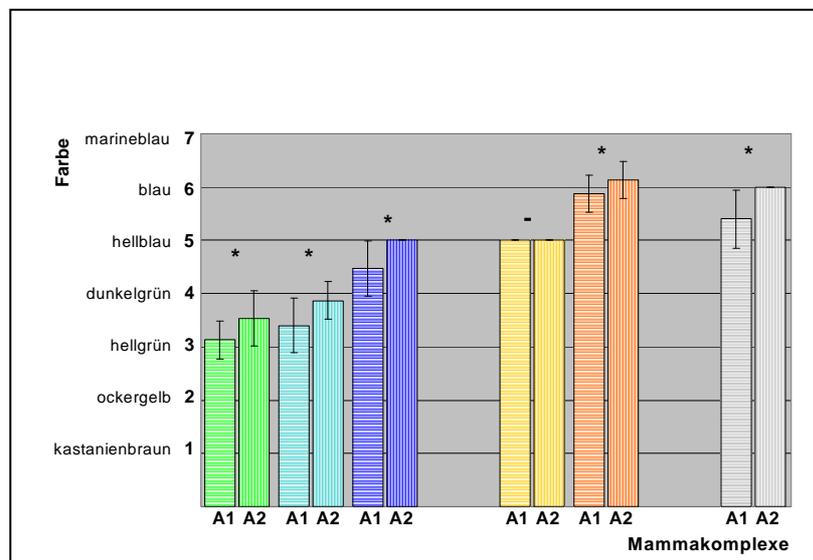


**Graphik 6: Temperaturänderung (Farbänderung bei Lactatio falsa im Vergleich zu alten Hündinnen und Hündinnen mit mehreren vorausgegangenen Laktationen)**  
(Mittelwerte und einfache Standardabweichungen)



T 1: kranialer thorakaler Komplex  
T 2: kaudaler thorakaler Komplex  
A 1: kranialer abdominaler Komplex  
A 2: kaudaler abdominaler Komplex  
I : inguinaler Komplex

**Graphik 7: Einflussfaktoren auf die Temperaturen der kranialen und kaudalen abdominalen Gesäugekomplexe**  
(Mittelwerte und einfache Standardabweichungen)



■ Gesunde juvenile Hündinnen (10 bis 14 Monate)  
■ Gesunde Hündinnen mittleren Alters (4,2 bis 6,1 Jahre)  
■ Gesunde alte Hündinnen (9,5 bis 11,4 Jahre)  
■ Gesunde Hündinnen mit einer vorausgegangenen Laktation  
■ Gesunde Hündinnen mit mehreren vorausgegangenen Laktationen  
■ Hündinnen mit Lactatio falsa

T 1: kranialer thorakaler Komplex  
T 2: kaudaler thorakaler Komplex  
A 1: kranialer abdominaler Komplex  
A 2: kaudaler abdominaler Komplex  
I : inguinaler Komplex

## **5. Diskussion**

### **5.1. Material und Methoden**

#### **5.1.1. Rassenverteilung aller untersuchten Hündinnen**

In der vorliegenden Arbeit waren nach den Mischlingshunden die Rassen Golden Retriever, Boxer und Staffordshire Bull Terrier am häufigsten vertreten.

MULLIGAN (1975) stellte fest, dass die Verteilung dem Rassenanteil in der jeweiligen Region entspricht. Der hohe Anteil von Mischlingshunden (70,90 %) deckt sich mit den Ergebnissen von HITZER (2000) und SEVERIN (2001) und erklärt sich damit, dass Mischlingshunde erfahrungsgemäß den Hauptanteil in der Gesamtpopulation stellen (ARNICKE, 1999).

Das von mir untersuchte Hundekollektiv kann aber nicht repräsentativ für die Hundepopulation im hiesigen Raum sein, da aus technischen Gründen nur mittelgroße Tiere (18,3 bis 26,9 kg) in den Versuch aufgenommen wurden. Somit konnte die von GOTTWALD (1998) und WEY et al. (1999) beschriebene Überrepräsentanz für kleinwüchsige Rassen nicht verifiziert werden. Das Thermographieren kleiner Hunde ist mit den relativ großen und starren Platten schwierig. Hier wird die Photothermographie besser geeignet sein.

#### **5.1.2. Altersverteilung der Hündinnen mit Mammatumoren**

Die 30 Tiere mit Mammatumoren waren zwischen 4,6 und 14,2 Jahren alt. Ihr Durchschnittsalter lag bei 9,13 Jahren. In anderen Untersuchungen wurden von BUSCH (1993) mit 9,2 Jahren, GUTBERLET (1994) mit 9,7 Jahren, SIMON et al. (1996) mit 9,5 Jahren und von GOLOMBIEWSKI (1999) mit 9,3 Jahren ähnliche Durchschnittsalter festgestellt.

Der von SIMON et al. (1996) beobachtete drastische Anstieg nach dem 8. Lebensjahr ist in meinem Untersuchungsgut schon nach dem 7. Lebensjahr festzustellen, und der Höhepunkt der Erkrankungshäufigkeit liegt ebenfalls ein Jahr früher, und zwar zwischen dem 9. und 10. Lebensjahr.

VON BOMHARD und DREIACK (1977) wiesen in ihrem aus 1948 Hunden bestehenden Untersuchungsgut nach, dass 82,5 % der Mammatumoren in der Altersgruppe zwischen 6 und 12 Jahren auftraten. Dieses Ergebnis deckt sich annähernd mit dem Resultat dieser Untersuchung. Hier waren von den 30 erkrankten Hündinnen 26 (86,66 %) zwischen 6 und 12 Jahren alt.

Von den 30 Tieren, die an Mammatumoren erkrankt waren, hatten 5 Hündinnen einmal, 3 Hündinnen dreimal und 2 Hündinnen viermal geworfen. Dieses Ergebnis könnte die These stützen, dass Trächtigkeiten keinen Einfluss auf die Bildung von Gesäugegeschwülsten ausüben (BRIGGS, 1980).

### **5.1.3. Rassenverteilung der Hündinnen mit Mammatumoren**

Die Mischlingshunde waren in dieser Untersuchung zahlenmäßig am häufigsten mit Gesäugegeschwülsten befallen. Zu ähnlichen Ergebnissen kommen HITZER (2000), SEVERIN (2001) und STRATMANN et al. (2006). Allerdings sind bei ihnen die Mischlingshunde überrepräsentiert, ebenso wie in der vorliegenden Arbeit, in der diese im Gesamtuntersuchungsgut mit 70,9 % vertreten sind. Bezieht man die an Mammatumoren erkrankten Rassen jeweils auf ihr Gesamtvorkommen in dieser Studie, sind die Mischlinge am wenigsten befallen. Weimaraner, Wolfsspitz und Basset waren demnach zu 100 % an Mammasbildungen erkrankt. Danach waren die Golden Retriever mit 75 % am zweithäufigsten befallen. Es folgen die Boxer mit 66,6 %, die Airdale Terrier, Irish Setter, Dalmatiner, Mittelschnauzer, kleine Münsterländer und Collie mit jeweils 50 %, die Staffordshire Bull Terrier mit 33,3 % und die Mischlinge mit 17,9 %. Allerdings sind diese Ergebnisse nicht repräsentativ, da die jeweiligen Rassenvertreter in zu geringer Anzahl in dieser Studie vertreten waren. DORN et al. (1968b) ermittelten ebenfalls eine geringere Mammatumorhäufigkeit bei Mischlingshunden.

Andere Autoren sehen vor allem kleinwüchsige Rassen als die am stärksten disponierten Hunde an (GOTTWALD, 1998; WEY, 1998). Es ist auch zu beachten, dass kleinwüchsige Hunde deutlich älter werden als große Rassen. Da es sich bei der Bildung von Gesäugeepitheliomen um eine im zunehmenden Alter gehäuft auftretende Erscheinung handelt, werden langlebige Rassen oftmals als rasseprädisponiert bezeichnet. Dies konnte in dieser Arbeit nicht verifiziert werden, da kleine Hündinnen aus technischen Gründen nicht in diese Studie aufgenommen wurden.

#### **5.1.4. Anzahl und Lokalisation der Tumoren im Gesäuge**

Bei der Verteilung der Neoplasien auf die einzelnen Gesäugeabschnitte ist eine deutliche Zunahme von kranial nach kaudal festzustellen. Von den insgesamt 85 Zubildungen waren lediglich 20 (23,5 %) im thorakalen Bereich lokalisiert. In den abdominalen Komplexen befanden sich 45 (52,9 %) der Tumoren, wobei der kraniale abdominale Gesäugeabschnitt 20 (23,5 %) und der kaudale abdominale 25 (29,4 %) Geschwülste aufwies. Im inguinalen Bereich wurden 20 (23,5 %) Zubildungen diagnostiziert.

Diese Befunde stimmen mit den Angaben anderer Autoren überein (KÄLIN et al., 1985; Mc EWEN und WITHROW, 1989; MOULTON, 1990; WEY et al., 1999; HITZER, 2000; MARQUARDT, 2003; STRATMANN et al., 2006). Die mögliche Ursache für dieses Verteilungsmuster ist die größere Parenchymmasse im kaudalen und inguinalen Gesäugebereich. Dadurch wird die Wahrscheinlichkeit zur Bildung von Neoplasien erhöht (ELSE und HANNANT, 1979).

### **5.2. Plattenthermographische Mammauntersuchungen bei Hündinnen**

#### **5.2.1. Bereitstellung eines Thermographie-Equipments**

Sofort nach Anlegen der Platte an die Brust entsteht das individuelle Wärmebild. Entweder wird das Bild sofort nach Anlegen der Platte an die Mamma interpretiert und ausgewertet oder aber es wird photographisch fixiert und somit dokumentiert.

Die auf dem Markt angebotenen Plattenthermographiesysteme weisen hinsichtlich erforderlicher Plattenzahl, verwendeter Flüssigkristalle, Temperaturbereich, Ausstattung, Handhabung und Preis zwar Unterschiede auf, jedoch haben diese wenig Einfluß auf die Untersuchungstechnik und Untersuchungsergebnisse (JOHNSEN, 1983). Eine sinnvolle Dokumentation ist aber unabdingbare Voraussetzung für eine Verlaufskontrolle. Dafür gibt es unterschiedlich aufwendige Versionen:

Das separate Photosystem ist die einfachste Kombinationsmöglichkeit von Thermographieplatte und Kamera. Der Abstand zwischen beiden ist variabel, sie sind nicht miteinander verbunden, und der Kamerablitz erfolgt von schräg oben auf die Flüssigkristallplatte (JOHNSEN, 1983). Durch entsprechende Ergänzung kann das einfa-

che Dokumentationssystem zu einem Verbund von Platte und Phototeil erweitert werden. Die aufwendigere Ausführung macht die Dokumentation unkompliziert, da ohne Blick durch den Sucher der Bildausschnitt immer richtig positioniert ist, der Abstand und die Belichtung feststehen und deshalb Reflektionen entfallen sollen (LAUTH, 1986).

JOHNSEN (1983) weist aber darauf hin, dass bei beiden Systemen Folien und Halterungen reflektieren können. Dies kann nur bestätigt werden, weil fast alle Dia-Positive mehr oder weniger störende Reflektionen aufwiesen, die vor den Aufnahmen nicht vorhanden waren. Dieses Problem entfällt bei der digitalen Photothermographie.

### **5.2.2. Bereitstellung eines geeigneten Untersuchungsraumes**

Bei der Durchführung thermographischer Untersuchungen ist die Konstanzhaltung von bestimmten Faktoren ein wesentliches Merkmal in der reproduzierbaren Anfertigung und Auswertung von Thermogrammen. Die Umgebungstemperatur ist für diese Untersuchungsmethode von entscheidender Bedeutung, da Temperaturveränderungen zu Veränderungen des Wärmebildes führen.

Der Einfluß von direktem Sonnenlicht auf das Ergebnis der thermographischen Untersuchung ist von verschiedenen Autoren hinreichend nachgewiesen worden (CLARK und CENA, 1972 und 1977; PALMER, 1981). Zum Vergleich von Untersuchungen sollte deshalb auf die Einhaltung möglichst gleicher Umweltbedingungen geachtet werden.

Für die plattenthermographische Untersuchung der Mamma bei der Hündin müssen aus oben genannten Gründen folgende räumliche Bedingungen erfüllt sein:

- Verfügbarkeit eines hellen Raumes mit einer konstanten Raumtemperatur von 20 °C bis 22 °C
- keine direkte Sonneneinstrahlung
- keine starken Wärmequellen innerhalb des Untersuchungsraumes
- keine Zugluft.

Verglichen mit der Sonographie, die als moderne Alternative zur Thermographie des kaninen Gesäuges angesehen werden kann, sind die Voraussetzungen hinsichtlich der Raumbedingungen unterschiedlich.

Während die Sonographie einen abdunkelbaren Raum voraussetzt, aber keine Anforderungen an die Temperatur stellt (POULSEN NAUTRUP, 2007), ist für die Thermographie ein heller und wegen der thermoregulatorischen Abhängigkeit der Hauttemperatur von der Umgebungstemperatur ein zugluftfreier temperierter Untersuchungsraum mit einer konstanten Raumtemperatur wichtig (BRUN DEL RE et al., 1980).

Während bei infrarotthermographischen Untersuchungen u. a. die Temperaturen der Hautoberfläche sehr präzise gemessen werden können und deshalb noch konstantere Raumtemperaturen einzuhalten sind ( $20\text{ °C} \pm 0,5\text{ °C}$ ), ist bei der Flüssigkristallthermographie, die keine absoluten Temperaturen misst, sondern nur Temperaturverteilungen darstellt, eine Raumtemperatur von  $20\text{ °C}$  bis  $22\text{ °C}$  ausreichend (FOCHEM und PFLANZER, 1974).

Es ist deshalb darauf zu achten, dass in dem Untersuchungsraum keine Luftkonvektion stattfindet. Jede einseitige oder auch ungleichmäßige Einwirkung von Kälte oder Wärme auf die zu untersuchenden Hautpartien führt zu Asymmetrie und Verfälschung im Thermogramm. Deshalb müssen Fenster und Türen geschlossen sein und die Patientinnen dürfen nicht in der Nähe von Fenstern, Türen, Heizungen oder anderen Kalt- oder Wärmequellen thermographiert werden (JOHNSEN, 1983).

Da bei der Plattenthermographie die Farben der Flüssigkristalle vom einfallenden Licht abhängen, muss im Gegensatz zur Sonographie der Untersuchungsraum ausreichend hell sein (Tageslicht oder Kunstlicht mit Tageslichtcharakter). Nur so können die einzelnen, feinen farblichen Nuancen während der Untersuchung ausreichend erkannt und differenziert werden.

### **5.3. Vorbereitung der Patientinnen**

#### **5.3.1. Klinische Untersuchung der Hündinnen**

Bei der klinischen Untersuchung wurde besonderer Wert auf Körpertemperatur und auf den Sexualstatus gelegt, da beide Parameter Einfluss auf das Wärmebild aus-

üben können (FLESCHE und WITT, 1982). Deshalb werden auch in der Humanmedizin grundsätzlich nur Bilder aus der gleichen Zyklusphase miteinander verglichen und für Verlaufskontrollen diagnostisch ausgewertet (HEIM et al., 1981).

Aus diesem Grund sind in dieser Studie nur Hündinnen im Anöstrus in die Untersuchung aufgenommen worden. Wichtig ist, dass bei Kontrolluntersuchungen die Hündinnen im gleichen Zyklusstadium wie in der Voruntersuchung nachuntersucht werden. Der Grund dafür sind Umbauprozesse des Mammagewebes während der verschiedenen Östrusintervalle, die jeweils eine unterschiedliche Durchblutung des Drüsengewebes hervorrufen.

In diese Untersuchung wurden kranke, febrile oder auch pharmakologisch vorbehandelte Tiere nicht einbezogen. Medikamente, insbesondere Herz- und Kreislauftherapeutika, beeinflussen die Durchblutung der Haut und können das Thermographiebild verfälschen. Deshalb ist in der Humanmedizin sogar der Genuss von Kaffee, Tee oder Alkohol vor der thermographischen Untersuchung zu vermeiden (LAUTH, 1986).

In der Tiermedizin sind verschiedene Medikamente hinsichtlich ihrer Einflüsse auf die Körpertemperatur bekannt. So berichtet FLORES (1978) über Veränderungen der Körperoberflächentemperatur nach Scharfeinreibungen mit Roter Blister, Capsolin, Jodlysin und Finalgon und bei diagnostischen Leitungsanästhesien mit Lidocain. Auch subkutane Injektionen von Iodine rufen ein Ansteigen der Oberflächentemperatur in den betroffenen Regionen hervor (PUROHIT und Mc COY, 1980). Deshalb sind Tiere mit Verletzungen oder Ekzemen an der Mamma ebenfalls ausgeschlossen worden, da auch hier das Wärmebild der Haut beeinflusst worden wäre.

### **5.3.2. Zwangsmaßnahmen / Sedation**

In der Humanmedizin sollen sich die Patientinnen 30 Minuten vor der Untersuchung in einem Wartezimmer mit einer Raumtemperatur von 20 °C ( $\pm 2$  °C) aufhalten, damit sich eine normale Ruhedurchblutung der Haut einstellen kann. Die thermographische Untersuchung erfolgt dann anschließend (JOHNSEN, 1983; LAUTH, 1986).

In der Veterinärmedizin bestimmt die Mentalität des Tieres wesentlich die Handhabung der plattenthermographischen Untersuchung, d. h. die Notwendigkeit von Zwangsmaßnahmen.

Da alle Hündinnen im Bereich des Gesäuges schonend geschoren werden mussten, um einen direkten Kontakt mit der Thermographiefolie zu gewährleisten, aber auch durch die Zwangslagerung (Rückenlage mit maximaler Spreizung der Hintergliedmaßen), reagierte ein Großteil der Tiere aufgeregt und mit heftigen Abwehrbewegungen. Dies führt zur Erhöhung des Blutdruckes und zur erhöhten Wärmeproduktion und somit zu einem wärmeren Farbton im Thermogramm. Um einheitliche Bedingungen herzustellen, Verwacklungen beim Anlegen der Platte auszuschließen, aber auch um Zerstörungen der empfindlichen Flüssigkristallfolie vorzubeugen, wurden alle Hündinnen 30 Minuten vor der Untersuchung mit jeweils 0,05 ml Combelen® pro kg/KGW i. m. sediert.

Die Maßnahme, die Hündinnen vor der Untersuchung zu sedieren, entsprach einem Kompromiss. Laut der Herstellerfirma von Combelen®, Bayer AG Leverkusen, kann es nach Anwendung des Tranquilizers zur Einschränkung der zentralen Wärmeregulierung kommen. Einen Blutdruckabfall durch Combelen® gibt der Hersteller, im Gegensatz zu Rompun®, Bayer AG Leverkusen, nicht an. Aus diesem Grund wurde auf Xylazin verzichtet. Sowohl die Einschränkung der zentralen Wärmeregulierung als auch ein Blutdruckabfall haben nach FLESCH und WITT (1982) Einfluss auf das Wärmebild, in dem die Flüssigkristalle einen kälteren Farbton anzeigen. Entsprechend ist auch durch Combelen® mit einer allerdings tolerablen Verfälschung der Hauttemperatur und damit der Farbigkeit zu rechnen. Für die Beurteilung in dieser Arbeit spielt das keine Rolle, da alle Hündinnen sediert wurden. Bei Verzicht auf eine medikamentöse Beruhigung hätte sich bei ruhigen Hündinnen, die sich der Zwangslagerung wenig oder gar nicht widersetzen, ein kälterer Farbton im Thermogramm gezeigt als bei den aufgeregteten Tieren.

### **5.3.3. Vorbereitung der Haut**

Ob vor Infrarotthermographieaufnahmen ein Scheren der Haare notwendig ist, wird kontrovers diskutiert. CLARK und CENA (1977) sowie auch VAN DE RIJDT (1994) weisen auf Probleme hin, die durch Fell entstehen können und fordern vor einer thermographischen Untersuchung das Entfernen der Haare. Andere Autoren halten dies nicht für notwendig. Allerdings sollen die Haare kurz und von einheitlicher Länge sein (TURNER et al., 1986).

Bei der Flüssigkristallthermographie handelt es sich jedoch um ein thermisches Untersuchungsverfahren, das einen direkten Kontakt zwischen der Hautoberfläche und der Flüssigkristallfolie voraussetzt. Nur dann kann es zu einem farbigen Wärmebild kommen (HOBBINS, 1980).

Die plattenthermographische Untersuchung der kaninen Mamma bedarf deshalb im Gegensatz zu den Brustuntersuchungen in der Humanmedizin einiger Vorbereitungen der Haut bzw. des Haarkleides. Um einen direkten Kontakt der Thermographieplatte mit der Haut der Mamma zu gewährleisten, mußten alle Hündinnen im Bereich der Milchleisten schonend geschoren werden. Schonend deshalb, damit keine Hautirritationen entstehen, die das Thermographiebild verfälschen.

Aus diesem Grund schloß sich eine Naßrasur aus, da diese Hautreizungen verursachen würde. Deshalb wurde für das Entfernen der Haare eine elektrische Schermaschine mit einem 1/20 mm Scherkopf gewählt, der eine schonende und vollständige Rasur des Haarkleides gewährleistete.

Alle Patientinnen sind einige Tage vor der Untersuchung von ihren Besitzern gebadet worden, um störenden Schmutz und isolierendes Fett zu beseitigen. In der Frauenheilkunde soll auf keinen Fall vor der plattenthermographischen Untersuchung die Brust palpatorisch, mammographisch oder sonographisch untersucht werden, weil dadurch eine Veränderung des Blutflusses und somit die thermographisch erfaßte Temperaturverteilung der Haut verändert wird (CALLIES und JOHN, 1981).

Deshalb ist vor der thermographischen Untersuchung die Haut über der Mamma nicht mehr palpiert, gereinigt oder anderweitig behandelt worden, um eine Reizung der Haut oder Kontraktionen der kleinen Hautgefäße zu vermeiden (LAUTH und MÜHLBERGER, 1980).

#### **5.4. Beurteilung der thermographischen Bilder der einzelnen Gruppen**

##### **5.4.1. Beurteilung der thermographischen Bilder juveniler Hündinnen**

Diese Gruppe bestand aus jungen Hündinnen in einem Alter von 10 bis 14 Monaten mit nicht sicht- und tastbarem Drüsengewebe.

Das Wärmebild ihrer Milchleisten zeigte einheitlich Farben von hell- bis dunkelgrün und lagen somit im kühlen Bereich (Abbildung 6). Dies ist auch zu erwarten gewesen, da die versorgenden Mammagefäße bei diesen nicht palpierbaren Brustdrüsen

nicht ausgeprägt waren. Sie sind aber im Wesentlichen für den Wärmetransport verantwortlich. Der dunkelgrüne und somit wärmere Farbton konnte fast nur über den abdominalen und inguinalen Mammakomplexen festgestellt werden. Dies könnte einmal mit dem anschmiegsameren Kontakt der Folie mit diesen Brustdrüsen (keine darunterliegenden Rippen) oder aber auch mit der intensiveren Wärmeproduktion und Abgabe der großen abdominalen Organe (Leber, Milz, Darm) erklärbar sein. Im thorakalen Bereich könnte die ventilierende Luft in der Lunge einen kühlenden Effekt bewirken, der die dortigen Mammakomplexe kühler erscheinen lässt. Welche der genannten Ursachen hauptsächlich für die lageabhängige Wärme in Frage kommt, lässt sich zukünftig mit der Photothermographie klären.

Da dies die erste Studie über die thermographische Untersuchung des kaninen Gesäuges ist, war keine entsprechende, sich mit diesem Problemkreis befassende Literatur zu finden.

Im Vergleich dazu befinden sich die Brustdrüsen bei den Menschen nur im thorakalen Bereich und sind oft so prominent, dass die Stammkörperstrahlung weniger bedeutsam auf sie einwirken kann. Zusätzlich können sie noch von der sie umgebenden Luft gekühlt werden (VAILLANT, 1986).

Gefäße oder fokale Überwärmungszonen waren nicht erkennbar. Die Gründe, warum Mammagefäße im Gegensatz zur Humanmedizin nicht zu beobachten waren, können einmal an dem zu geringen Kaliber dieser Gefäße liegen. Sie haben dann die gleiche Temperatur wie das sie umgebende Gewebe. Die Sichtbarmachung der Arterien und Venen gelingt aber nur, wenn diese wärmer als die umliegende Parenchymmasse sind.

Wie weiter oben schon angedeutet, kann aber auch die anatomische Lage bzw. die geringe Größe der kaninen Brustdrüsen das Darstellen ihrer Gefäße erschweren. Vor allem bei Hündinnen, deren Mammagewebe nicht oder nur kaum palpabel war, ist eine Beeinflussung durch abdominale Wärme nicht auszuschließen. Auch bei der Thermographie der weiblichen Mamma in der Humanmedizin können gelegentlich kleine Brüste so warm sein, dass eine Differenzierung der Gefäße bzw. eventuell vorhandene lokale Hyperthermien nicht mehr sicher zu erkennen sind (FLESCH, 1983).

#### **5.4.2. Beurteilung der thermographischen Bilder von Hündinnen mittleren Alters**

Die zweite Gruppe setzte sich aus Hündinnen mittleren Alters zwischen 4,2 bis 6,1 Jahren zusammen. Sie waren niemals trächtig gewesen und trugen keine Mammatumoren.

Insgesamt war bei diesen Tieren das Brustdrüsengewebe aufgrund des Alters etwas stärker ausgeprägt als bei der ersten Gruppe und das hatte Auswirkungen auf die Thermographiebilder. Die Wärmebilder der Milchleisten dieser Hündinnen waren trotz der unter 5.4.1. angedeuteten Beeinflussungen im Vergleich zu der vorangegangenen Gruppe insgesamt wärmer, d. h. die Farben zeigten im Thermogramm ein Spektrum von dunkelgrün bis hellblau ohne fokale Überwärmungszonen (Abbildung 7). Der blaue, wärmere Farbton zeichnete sich überwiegend nur über den abdominalen und inguinalen Brustdrüsen ab.

Während in der Vorgruppe über den hinteren Mammakomplexen dunkelgrün als wärmste Farbe erkennbar war, ist in dieser Gruppe, mit etwas stärker ausgeprägten Milchleisten, ein wärmerer Farbton sichtbar.

Der Grund dafür kann nur die etwas stärkere Ausprägung der Mamma und die damit verbundene intensivere Durchblutung der Milchdrüse sein. Die in der Humanmedizin einfließende Beurteilung des Gefäßmusters kann hier nicht erfolgen, da, wie in 5.4.1. diskutiert, keine Gefäße erkennbar waren.

#### **5.4.3. Beurteilung der thermographischen Bilder alter Hündinnen im Vergleich zu juvenilen und mittelalten Tieren**

Das Alter der Hündinnen aus der dritten Gruppe lag zwischen 9,5 bis 11,4 Jahren. Auch sie hatten niemals geworfen und trugen keine Mammatumoren. Ihre Gesäugeleisten waren in der Regel nur unwesentlich stärker ausgeprägt als die der Vorgruppe. Deshalb entsprachen die thermographischen Wärmebilder erwartungsgemäß denen der zweiten Gruppe, d. h., es waren Farben von dunkelgrün bis hellblau ohne fokale Überwärmungszonen und ohne Gefäße erkennbar (Abbildung 8).

Bei den gesunden juvenilen, mittelalten und alten Hündinnen, die noch nie trächtig gewesen waren, steigen die Temperaturen von den kranialen thorakalen Gesäugekomplexen zu den inguinalen hin an. Es bestehen jedoch keine Temperaturunter-

schiede zwischen den beiden thorakalen Gesäugekomplexen. Eine deutliche Farbänderung zwischen kaudalem abdominalen und inguinalen Gesäugekomplex tritt nur bei den juvenilen Tieren auf. Bei den adulten Hündinnen sind die kaudalen abdominalen und inguinalen Mammakomplexe vergleichbar überwiegend dunkelgrün (mittelalte Hündinnen) oder hellblau (alte Hündinnen) (Graphik 3).

Im Bereich des kranialen und kaudalen thorakalen sowie des kaudalen abdominalen Mammakomplexes sind die Temperaturen bei den juvenilen Hündinnen deutlich niedriger als bei den mittelalten Hündinnen. Im Bereich des kranialen abdominalen und des inguinalen Mammakomplexes sind die thermographisch registrierten altersbedingten Temperaturen annähernd gleich. Sehr deutliche Unterschiede weisen die Thermographien von mittelalten und alten Hündinnen auf. In der Gruppe der ältesten Tiere sind die Temperaturen jeweils am höchsten (Graphik 4). Dies ist auf die größere Parenchymmasse, die sich in den kaudalen abdominalen und inguinalen Mam-mabereichen befindet, zurückzuführen.

In der Humanmedizin sind keine Angaben über gemessene Brusttemperaturen bei jugendlichen und älteren Frauen zu finden. Das thermographische Bild ist aber neben dem hormonellen Status, der Größe der weiblichen Brust und vom Alter der Frau abhängig. Mit beginnender Pubertät verändert sich die primär kalte Brustknospe zu einer gut durchbluteten, mit zahlreichen Gefäßen versorgten Mamma (LAUTH, 1986).

Die Ursache für das wärmere Gesäuge bei älteren Hündinnen liegt in deren intensiveren Durchblutung und größeren Parenchymmasse begründet. Nach Beginn der Geschlechtsreife und nach weiteren Östrusintervallen wird das Brustdrüsengewebe stärker vaskularisiert und damit besser durchblutet und gibt deshalb mehr Wärme ab.

Mit der Abnahme der hormonellen Aktivität wandelt sich nach der Menopause der Frauen das thermische Erscheinungsbild. Die Brust stellt sich wieder „kälter“ dar, bis sie im Senium dem Ausgangsbefund des hormonell wenig aktiven jungen Mädchens entspricht (LAUTH, 1986).

Dies trifft für die hier untersuchten Tiere nicht zu, da die Hündinnen häufig bis ins hohe Alter Östrusintervalle durchlaufen und dadurch eine Involution des Drüsengewebes verhindert wird. Dies würde sich im Thermogramm mit einer „kälteren“ Farbe darstellen.

In dieser Untersuchung stellten sich die abdominalen und inguinalen Gesäu-geabschnitte immer wärmer dar als die thorakalen Komplexe. Der Grund dafür kann nur durch die dort vermehrt vorliegende Parenchymmasse und/oder durch eine Wärmeüberlagerung der abdominalen Organe bedingt sein.

#### **5.4.4. Beurteilung der thermographischen Bilder von einmal trächtig gewesenen Hündinnen**

Die Tiere aus der vierten Gruppe waren, was das Alter anbelangt, wesentlich hetero-gener als die der vorangegangenen Gruppen. Ihr Alter erstreckte sich von 2,5 bis 11,0 Jahren.

Der markanteste Unterschied zu den vorherigen Hündinnen waren ihre jeweiligen einmaligen Trächtigkeiten. Dadurch zeigten sich ihre Brustdrüsen aber nicht volumi-nöser als die der vorherigen Gruppe. Dies hatte deshalb auch keine Auswirkungen auf die Thermographiebilder. Ihre Farben deckten sich im Wesentlichen mit denen der Vorgruppe (Abbildung 9).

Auch hier war der wärmere, hellblaue Farbton nur über den hinteren Mamma-komplexen sichtbar. Ein Gefäßmuster war auch bei diesen Tieren nicht erkennbar (Graphik 5).

#### **5.4.5. Beurteilung der thermographischen Bilder von mehrmals trächtig gewesenen Hündinnen**

Die Tiere dieser Gruppe waren zwischen 4,5 und 13,0 Jahren alt. Sie waren, wie alle bisherigen Hündinnen, keine Mammatumorträgerinnen. Ihr größter Unterschied zu allen vorangegangenen Gruppen, vor allem aber der ersten drei Gruppen, waren ihre zurückliegenden drei bis sechs Trächtigkeiten.

Das Brustdrüsengewebe dieser Tiere war deshalb bedeutend voluminöser als das aller vorherigen Gruppen. Die zu erwartenden Farben im Thermogramm waren auf-grund dessen die wärmsten aller bisheriger Hündinnen. Sie variierten überwiegend von blau bis marineblau ohne fokale Überwärmung (Abbildung 10). Ein Unterschied der Farben zwischen Hündinnen mit drei oder sechs Trächtigkeiten konnte nicht festgestellt werden.

Mit der zunehmenden Ausbildung des Gesäuges durch vorangegangene Laktationen kommt es zu vermehrter Wärmebildung, die sich in wärmeren Farben auf den Thermographieplatten zeigt. Die durch ehemalige Trächtigkeiten bedingte Temperaturänderung macht sich besonders im kranialen Bereich bemerkbar. So führt bereits eine zurückliegende Laktation zu einem deutlichen Temperaturanstieg, auch in den kranialen thorakalen, kaudalen thorakalen und kranialen abdominalen Gesäugekomplexen. Im kaudalen abdominalen und inguinalen Mammakomplex verändert eine vorausgegangene Trächtigkeit die Wärme nicht. Erst mehrere zurückliegende Graviditäten bedingen deutliche Temperatursteigerungen in allen, auch in den kaudalen Gesäugekomplexen (Graphik 5).

Der Grund dafür ist wahrscheinlich, wie bei allen vorherigen untersuchten Hündinnen, mit Ausnahme der ersten Gruppe, das voluminösere Brustgewebe, das vermehrt mit Blut versorgt werden muß und somit auch mehr Wärme abgibt. Mit der Größe der Milchleisten ist auch zu erklären, warum nur bei diesen Tieren und auch nur in den kaudalen Mammaabschnitten ansatzweise Gefäße bzw. Gefäßabschnitte in den Thermogrammen erkennbar waren (Abbildung 12). Wahrscheinlich müssen Arterien und Venen ein gewisses Kaliber aufweisen, um plattenthermographisch dargestellt werden zu können. Diesen notwendigen Durchmesser erreichen die Gefäße aber erst bei den größeren Brustdrüsen.

In der humanmedizinischen Literatur finden sich keine Hinweise auf die Mindestgröße von Mammagefäßen, um sie thermographisch sichtbar machen zu können. Bei der Brustuntersuchung der Frauen stellt sich wahrscheinlich dieses Problem nicht, da diese in der Regel bedeutend voluminöser und somit auch deren Gefäße größer als bei den Hündinnen sind.

Die Größe der Brustdrüse wird auch verantwortlich dafür sein, dass Gefäßabschnitte nur in den hinteren Mammakomplexen beobachtet werden konnten, da allgemein die abdominalen und inguinalen Milchleisten und somit auch deren Arterien und Venen stärker ausgeprägt sind.

#### **5.4.6. Beurteilung der thermographischen Bilder von tumortragenden Hündinnen**

Die 30 Hündinnen der siebenten Gruppe waren alle Mammatumorträgerinnen. Ihr Alter lag zwischen 4,6 und 14,2 Jahren und sie hatten niemals geworfen.

Da größere Milchdrüsenblastome durch Palpation und Adspektion sicher diagnostiziert werden können, sind nur Hündinnen in diese Gruppe aufgenommen worden, deren Tumorgröße reiskorn- bis bohngroß und kleiner war. Außerdem ist es im Rahmen der Früherkennung wenig sinnvoll, z. B. tauben- oder hühnereigroße Mammatumoren plattenthermographisch darstellen zu wollen. Auch die Durchführung solcher Vorhaben stößt auf technische Schwierigkeiten.

Im Gegensatz zu den Brustdrüsentumoren bei Frauen, bei denen auch größere Geschwülste noch von gesundem Mammagewebe umgeben und somit thermographisch darstellbar sind, sind bei den Hündinnen derartig große Neoplasien so prominent, dass beim Anlegen der Platte nur ein Kontakt mit dem Tumor, nicht aber mit dem umliegenden gesunden Drüsengewebe stattfinden würde und somit thermographisch nicht auswertbar wäre.

Nach GAUTHERIE et al. (1985) führt ein im Tumor gebildeter „Tumor-Angionese-Faktor“ zur vermehrten Kapillarsprossung und somit zu einer Neovaskularisation des Malignoms. Damit ist neben der Bildung neuer Gefäße und der damit verbundenen Stoffwechselaktivität eine erhöhte Wärmeproduktion verbunden, die thermographisch sichtbar gemacht werden kann. Demzufolge zeigten die Brustdrüsenbilder in dieser Gruppe über den Tumoren im Vergleich zu der gegenüberliegenden symmetrischen Region fokale Überwärmungszonen, sogenannte „hot spots“, die einen tiefen marineblauen Farbton aufwiesen (Abbildung 11). Bei allen Nichttumorträgerinnen war diese Farbe im Wärmebild der Mamma nicht vorhanden.

In der Humanmedizin gelten neben den fokalen Überwärmungszonen auch Veränderungen der oberflächennahen Gefäße bezüglich der Anzahl, des Gefäßkalibers, der physiologischen Verlaufsrichtung und Verlaufsform (Anastomosen) und demzufolge auch des physiologischen Wärmemusters als tumorverdächtig (FLESCHE, 1983). Diese Kriterien konnten bei meinen Untersuchungen nicht in die Bewertung der Thermographiebilder einfließen. Dies lag an der schlechten Darstellbarkeit der kani- nenen Mammagefäße, die teilweise nur abschnittsweise im Thermogramm erkennbar

waren und keine Beziehung zu den Tumoren erkennen ließen. Das Gefäßkaliber ist in weiten Bereichen für das Auflösungsvermögen der Flüssigkristallfolien zu klein.

Deshalb können in der Tiermedizin für die Beurteilung der kaninen Brustthermogramme nur die Überwärmungszonen (hot spots) als tumorverdächtiges Kriterium herangezogen werden.

#### **5.4.7. Beurteilung der thermographischen Bilder von postoperativ pathologisch-histologisch verifizierten Mammatumoren**

In der Humanmedizin wird mit der thermographischen Untersuchung der weiblichen Mamma nicht nur Tumorwachstum nachgewiesen, sondern es wird auch versucht, damit deren Dignität festzustellen.

Nach LAUTH und MÜHLENBERGER (1980) sind wichtige Verdachtsmomente für die Malignität:

- die maligne Schleife
- der stumpfe Gefäßabbruch
- der hot spot

Aufgrund der ungenügenden Darstellbarkeit der kaninen Mammagefäße konnte nicht geprüft werden, ob die „maligne Schleife“ oder der „stumpfe Gefäßabbruch“ auch bei den Hündinnen als Malignitätskriterien gelten können.

Aber auch die fokalen Überwärmungszonen (hot spots) sind in der Tiermedizin als Dignitätskriterien nicht brauchbar, sondern können nur als Zeichen von allgemeinem Tumorwachstum gewertet werden. Dies zeigt die pathologisch-histologische Untersuchung exstirpierter Mammatumoren von sechs Hündinnen.

Drei von ihnen waren Trägerinnen von multiplen Adenokarzinomen, ein Tier war an mehreren soliden Karzinomen erkrankt, während bei den beiden anderen Hündinnen jeweils ein Fibroadenom und mehrere Adenome diagnostiziert worden waren. Das Adenokarzinom ist auch in den Untersuchungen von PRIESTER (1979), ZANINOVIC und SIMCIC (1994) sowie JOHNSON (2006) der häufigste Mammatumor des Hundes. Dieser Tumortyp ist auch in dieser Studie am häufigsten diagnostiziert worden. Er ist allerdings aufgrund der geringen Fallzahl nicht repräsentativ.

Nach FRESE et al. (1989), GUTBERLET et al. (1998) und MISDORP et al. (1999) werden die Adenokarzinome und soliden Karzinome als maligne und Adenome als benigne eingestuft.

In der Humanmedizin sollen gutartige Geschwülste der Brust aufgrund des langsamen Wachstums im Wärmebild kalt erscheinen, d. h. die Farben zeigen kein marineblau, sondern bewegen sich im Spektrum von kastanienbraun bis hellblau (BOTHMANN et al., 1974).

Im Gegensatz dazu wiesen alle Hündinnen, unabhängig von der Dignität ihrer Geschwülste, ein tiefes Marineblau über den Tumoren auf. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass mit der plattenthermographischen Untersuchung kaniner Milchdrüsen Tumoren diagnostiziert werden können, nicht aber deren Dignität. Verantwortlich dafür könnte der im Gegensatz zur weiblichen Brust des Menschen sehr flache anatomische Bau und deren anatomische Lage sein. Es ist nicht auszuschließen, dass es aufgrund dessen zur Wärmeüberlagerung vom Körperstamm auf die vor allem wenig prominenten und überwiegend im abdominalen Bereich angeordneten Milchdrüsen kommt, sodass dort lokalisierte benigne Neoplasien im Thermogramm warm erscheinen.

#### **5.4.8. Beurteilung der thermographischen Bilder von Hündinnen mit einer Lactatio falsa**

Abschließend sind in der letzten Gruppe die Gesäugeleisten von fünf scheinträchtigen Hündinnen untersucht worden. Sie hatten niemals geworfen, trugen keine Mammatumoren, und ihr Alter lag zwischen 4,1 bis 8,1 Jahren.

Ihr Brustdrüsengewebe war durch die ausgeprägte Lactatio falsa geringgradig geschwollen. Bei der Lactatio falsa kommt es zu einem deutlichen Temperaturanstieg im Vergleich zum Gesäuge von alten, nichtträchtigen Hündinnen. Sie entspricht sogar annähernd derjenigen von mehrfach trächtig gewesenen Hündinnen (Abbildung 13), (Graphik 6). Der Grund dafür ist die Schwellung, die durch die Proliferation des sezernierenden Drüsengewebes und durch die Einlagerung von Milch oder milchähnlichem Sekret hervorgerufen wird (BUCHER, 1977). Die Voraussetzung dafür ist aber eine stärkere Durchblutung der Milchleisten, die deshalb im Thermogramm wärmer erscheint als bei den alten Hündinnen. Nur im kranialen abdominalen Komplex von mehrfach trächtig gewesenen Tieren sind die Temperaturen deutlich höher

als bei der Lactatio falsa. Dies könnte mit der starken Belastung des entsprechenden Gesäugeabschnittes zu erklären sein, da Welpen diesen Mammabereich bevorzugen (Graphiken 6 und 7).

## **5.5. Störfaktoren der plattenthermographischen Mammauntersuchung**

### **5.5.1. Entzündungen**

Die Thermographie reagiert sehr sensibel auf Funktionsänderungen der Mamma. Dabei spricht sie ebenso auf entzündliche Veränderungen wie auf Tumoren an, sie ist also wenig spezifisch und reagiert empfindlich auf Fremdeinflüsse (JOHNSEN, 1983).

In der humanmedizinischen Literatur sind keine Hinweise zu finden, die sich differentialdiagnostisch mit der thermographischen Untersuchung von Mastitiden befassen. Da Entzündungen aber unter anderem auch durch eine erhöhte Erwärmung charakterisiert sind, müssten bei den Hündinnen entzündliche Drüsenkomplexe gegenüber dem gesunden Mammagewebe noch wärmer im Thermogramm erscheinen als über den Tumoren. Die Wärmebilder müssten demzufolge über den entzündlichen Bereichen einen violetten Farbton annehmen.

Sollten sich innerhalb eines entzündlichen Mammakomplexes Tumore befinden, so sind diese wahrscheinlich thermographisch nicht darstellbar, da die abstrahlende Wärme aus der Entzündung die Tumorwärme überlagern würde.

### **5.5.2. Beeinflussende Faktoren durch die Technik**

Die Auswahl der richtigen Platte für die Untersuchung ist von besonderer Bedeutung. Wird eine Folie mit einem falschen Temperaturfenster gewählt, ist das Wärmebild nicht oder nur unzureichend auswertbar. Da die „kalten“ Farben kastanienbraun und ockergelb nicht auftraten, kann für die Mammathermographie des Hundes der Temperaturbereich der Folie um 1 °C höher als beim Menschen gewählt werden.

Temperaturfenster bedeutet, dass Flüssigkristallfolien nur in den für sie angegebenen Temperaturbereichen Wärmestrahlen sichtbar machen können. Das heißt beispielsweise, dass mit einer auf 32 °C temperierten Folie und mit einem Temperaturfenster von  $\Delta T = 2 \text{ °C}$  keine Hauttemperaturen von 35 °C oder höher dargestellt

werden können, sondern nur Temperaturen von 32 °C bis 34 °C. Da die Körpertemperatur beim Hund ca. 38,5 °C beträgt, musste eine höher temperierte Folie gewählt werden (siehe 3.2.1.).

Ferner müssen Thermographieplatte und der Aufnahmeapparat für die Fixierung der Bilder optimal aufeinander abgestimmt sein, um störende Reflektionen bei der Photodokumentation auszuschließen, die eine spätere Auswertung erschweren oder sogar verfälschen können.

Bedingt durch den Sulcus intermammarius in der Medianen, aber auch durch die sagittalen, seitlichen Begrenzungen stellten sich vor allem bei den mehrmals tragend gewesenen Tieren die einzelnen Mammakomplexe sehr prominent dar, so dass es schwierig, teilweise sogar unmöglich war, den vollständigen Kontakt der Platte mit der gesamten Haut der einzelnen Drüsen herzustellen. Dies traf besonders für die medialen Drüsenanteile beider Milchleisten zu und hatte zur Folge, dass entsprechende Gesäugeareale thermographisch nicht darstellbar waren. Dieses Problem dürfte bei der Photothermographie nicht auftreten.

### **5.5.3. Beeinflussende Faktoren durch die Patientinnen**

In der Humanmedizin können sich nach BARTH et al. (1974) folgende Faktoren störend auf die Thermographie der Brust auswirken:

- ungenügende Adaptationszeit der Patientinnen oder zu lange Wartezeit (mit Gefahr des Auskühlens) im temperierten Raum,
- die Einnahme von Kontrazeptiva oder andere Hormonbehandlungen, z. B. mit Östrogenen, Gestagenen, Schilddrüsenhormonen, sowie auf die Brust aufgetragene hormonhaltige Cremes,
- stark unterschiedliche Brustgrößen,
- Störungen der Mikrozirkulation der Haut durch vorangegangene mechanische Einflüsse (engsitzender Büstenhalter, manuelle Untersuchung der Brust, Mammographie),
- Läsionen der Hautoberfläche oder Hautkrankheiten, wie beispielsweise Ekzeme, Ödeme, Pickel, Kratzspuren, Hämatome oder Sonnenbrand,

- vorangegangene Operationen der Brust mit Narbenbildung oder vorausgegangene Röntgenbestrahlung.

In der Tiermedizin müssen prinzipiell auch die in der Humanmedizin zu beachtenden Faktoren berücksichtigt werden. Besondere Aufmerksamkeit ist auf Hautkrankheiten und Hautläsionen zu richten, da sie bei Tieren in der Regel häufiger vorkommen als beim Menschen.

Hierzu gehören Dermatitisen, Wunden, Abszesse, Hämatome, Ödeme, Ekzeme, Mastitiden, Insektenstiche, Floh- und Zeckenbisse und Kratzspuren.

Ein wichtiger, in der Humanmedizin kaum zu berücksichtigender Faktor ist in der Tiermedizin die häufig auftretende Aufregung der Patientinnen während der Untersuchung. Dies führt nach FLESCH und WITT (1982) zu einer Blutdruckerhöhung, die sich im Thermogramm als wärmere Farbe widerspiegelt. Deshalb sind alle Hündinnen 30 Minuten vor der Untersuchung mit jeweils 0,05 ml/kg KGW Combelen® i. m. sediert worden.

Die Sedierung führt im Gegensatz zur Aufregung zu einem Blutdruckabfall, der natürlich auch das Wärmebild beeinflusst und vergleichsweise zum normalen Blutdruck kältere Farben erscheinen läßt. Ohne Sedierung würden sich aber die Thermogramme bei den aufgeregten Tieren wärmer darstellen als bei den ruhigeren Patientinnen (siehe 5.3.2.). Bei Verzicht auf eine medikamentöse Ruhigstellung wäre bei den ruhigeren Hündinnen ein kälterer und bei den aufgeregteren ein wärmerer Farbton im Thermogramm erschienen und somit für die Auswertung unbrauchbar (siehe 5.3.2.).

Eine weitere Schwierigkeit beim Thermographieren der kaninen Mamma ist durch ihre anatomische Lage gegeben. Während sich die Brustdrüsen der Frauen nur im thorakalen Bereich befinden und in der Regel so prominent sind, dass die Thermographieplatte problemlos an alle Bereiche der Mamma angelegt werden kann, sind die Milchleisten der Hündinnen weniger voluminös und verlaufen vom thorakalen bis in den inguinalen Bereich. Dadurch konnte das Gesäuge jeweils immer nur von frontal und von lateral thermographiert werden. Das Anlegen der Platte an die medialen Bereiche beider Milchleisten gelang nur unzureichend (siehe 5.5.2.).

Schwierig gestaltete sich bei allen Hündinnen auch das Anlegen der Platte an die inguinalen Drüsenkörper. Hervorgerufen durch die Einspannung der Flüssigkristallfolie in einen starren Rahmen (Kantenlänge 22 x 27 cm) und trotz maximaler Spreizung

der Hintergliedmaßen war der Kontakt der Platte mit den Inguinalkomplexen nur unvollständig herzustellen. Obwohl bewußt ausschließlich mittelgroße Hündinnen ausgesucht worden sind, konnten immer nur Teilbereiche der inguinalen Mamma abgebildet werden. Bei kleineren Tieren sind die letzten Komplexe mit dieser Plattengröße nicht darstellbar.

Auch die Übergänge vom thorakalen zum abdominalen Bereich der Milchleisten konnten thermographisch nur unzureichend sichtbar gemacht werden. Da die Tiere sich in der Rückenlage befanden, fiel die ventrale Bauchwand mit den zugehörigen Drüsenanteilen kaudal der 12. und 13. Rippen steil ab, so dass die relativ große und zudem starre Platte mit dem dortigen Mammagewebe nur teilweise in Kontakt zu bringen war.

Besser, aber auch nicht zufriedenstellend, ließ sich dieser Gesäugebereich in der Seitenlage der Hündinnen darstellen. Die Platten sind für die thermographische Sichtbarmachung der kaninen Mamma einfach zu groß, zu starr und zu unhandlich.

Ähnlich problematisch stellte sich der Kontakt der Folienplatte mit den unmittelbar angrenzenden bzw. darunterliegenden Drüsenparenchymen einer prominenten Zitze dar. Vor allem die mehrmals trächtig gewesenen Tiere wiesen teilweise bis zu 1,5 cm lange Striche auf. Beim Anlegen der Thermographieplatte kippte diese um und verhinderte somit den direkten Kontakt der Folie mit dem darunterliegenden Drüsengewebe. Auch das Umlegen der Papilla mammae in jeweils verschiedene Richtungen ergab keine befriedigenden Ergebnisse. Dies ist umso gravierender, da oftmals Mammatumoren nahe bzw. unterhalb der Zitze lokalisiert sind (FANTON und WITHROW, 1981). In der sonographischen Untersuchung der Mamma sind unter der Zitze liegende Umfangsvermehrungen ebenfalls nicht darstellbar (HITZER, 2000). Diese Probleme treten bei der Photothermographie nicht mehr auf.

#### **5.5.4. Beeinflussende Faktoren durch den Untersucher**

Direkt vor dem Anlegen der Thermographieplatte sollte der Untersucher die Mamma nicht mehr palpatorisch explorieren, weil dies zu Kontraktionen der kleinen Hautgefäße führt und demzufolge eine Verfälschung der Wärmeverteilung auf der Haut nach sich ziehen würde.

Zu einem ähnlichen Effekt führt das zu starke Anpressen der Platte an die Brustdrüse. Auch hierdurch wird die Mikrozirkulation der kleinen Hautgefäße gestört, was sich sofort in einem kälteren Wärmebild niederschlägt.

Außerdem darf die zu untersuchende Mamma keiner Kälte- oder Wärmezufuhr ausgesetzt sein, die ebenfalls das Thermogramm verfälschen würde.

Eine weitere Fehlerquelle liegt in der Erfahrungheit oder Unerfahrenheit des Untersuchers. Nach GAUTHERIE et al. (1985) sind in der Humanmedizin die Interpretationen von Brustthermogrammen bedeutend schwieriger als die von Mammographiebildern und erfordern deshalb sehr viel Erfahrung. Ist diese nicht oder nur ungenügend vorhanden, kann es zu Fehldeutungen und damit zu ernsten Folgen für die Patientinnen kommen. Dies ist auch einer der Gründe, warum die Plattenthermographie einem erheblichen Wechselbad zwischen Zustimmung und Ablehnung ausgesetzt war.

Nach ENGEL (1981) wurden oft plattenthermographische Mammauntersuchungen von ungenügend ausgebildeten Personen durchgeführt, so dass es häufig zu falsch positiven oder falsch negativen Diagnosen kam. Aber auch die Auswertung der Thermogramme erfolgte unterschiedlich. Während einerseits qualitative Messungen, zum Teil mit Computerunterstützung, durchgeführt wurden, erfolgte andererseits nur eine visuelle Auswertung des Wärmebildes.

Technische und methodische Schwierigkeiten, Justierung der Kamera, Klimatisierung des Aufnahmeraumes und Vorbereitung des Patienten bieten zahlreiche Fehlerquellen, die zu Fehlinterpretationen des Thermogrammes führen können. Da auch psychische Faktoren die Oberflächentemperatur verändern können, sind die Aufnahmeumstände (Hektik, Streß) von großer Bedeutung für Interpretierbarkeit und Vergleich thermographischer Aufnahmen (ENGEL, 1979).

## **5.6. Abschließende Beurteilung**

Während in der veterinärmedizinischen Literatur überwiegend positive Aussagen über den Einsatz der Thermographie zu finden sind, wird in der Humanmedizin die Aussagekraft dieser Untersuchungsmethode von einigen Autoren kritischer beurteilt.

Es wird unter anderem bemängelt, dass es nur wenige gut geplante und kontrollierte Studien über die Anwendung der Thermographie gibt. Oftmals sind die Probanden-

zahlen zu gering und die Kontrollgruppe zu klein oder sie fehlt gänzlich. Ebenso sind unzureichende Definitionen von Kriterien zur Abgrenzung zwischen physiologischen und pathologischen Erscheinungen bzw. kaum überprüfbare klinische Diagnosen vielen Untersuchungen gemeinsam. Zudem sind die vorteilhaften Studien überwiegend in thermographischen Fachzeitschriften publiziert, während die kritischen Beiträge in anerkannten Fachorganen unterschiedlichster Fachrichtungen veröffentlicht wurden (AWERBUCH, 1991a).

In seiner Studie gibt er einen Überblick über den Stellenwert der diagnostischen Thermographie in der Humanmedizin. Er kommt zu dem Ergebnis, dass es keine Indikation für diese Technik gibt, die einer konventionellen Methode eindeutig überlegen ist. Die Thermographie hat für AWERBUCH (1991b) keine allgemeine Akzeptanz in der Humanmedizin erlangt. Sie wird nur von einer Minderheit praktizierender Ärzte und Kliniken angewendet und ist durch neuere Untersuchungsmethoden, wie Computertomographie (CT), die Magnetresonanztomographie (MRT) und dem Ultraschall, welche sich in kürzester Zeit in der Diagnostik etabliert haben, abgelöst worden.

In der Diagnostik kaniner Mammatumoren haben sich allerdings die Computertomographie und die Magnetresonanztomographie aufgrund technischer Probleme, aber auch wegen anatomischer Unterschiede zwischen Hund und Mensch, nicht hinreichend durchsetzen können. Auch die Sonographie zur weiterführenden Untersuchung kaniner Brustdrüsengeschwülste wird kontrovers diskutiert. Für den sonographischen Nachweis und den Versuch einer echographischen Klassifizierung werden relativ teure hochauflösende Ultraschallsysteme benötigt, die zudem eine ausreichende Erfahrung des Untersuchers voraussetzen. POULSEN NAUTRUP (2007) und HITZER (2000) sahen keine aussagekräftige Anwendungsmöglichkeit dieser Untersuchungsmethode bei Gesäugeneoplasien der Hündin. Es können mit der zweidimensionalen B-Bild-Untersuchung Zubildungen in der Mamma nachgewiesen werden, die Bestimmung der Dignität ist aber schwierig (POULSEN NAUTRUP, 2007). MARQUARDT (2003), MARQUARDT et al. (2003) und MARQUARDT et al. (2005) meinen hingegen, dass mit der zweidimensionalen Sonographie präoperative Aussagen zur Dignität gemacht werden können. Allerdings stellen sie einschränkend fest, dass Tumoren mit niedrigem Malignitätsgrad und bei Neoplasien mit einem Durchmesser von unter 2 cm die präoperative Dignitätseinschätzung häufig falsch

war. HITZER (2000) konnte mit dem von ihr benutzten Ultraschallgerät Zubildungen, deren Durchmesser kleiner als 3 mm waren, nicht mehr darstellen.

Das Ziel der Mammatumordiagnostik sollte aber das Aufspüren von kleinsten neoplastischen Veränderungen sein, um im Rahmen der Früherkennung geeignete Therapiemaßnahmen einleiten zu können. Es muss kritisch hinterfragt werden, ob das heute zur Verfügung stehende Sonographie-Equipment diesen Anforderungen gerecht werden kann.

Die Thermographie misst die Wärmestrahlung an der Körperoberfläche und kann daher immer nur indirekt auf pathophysiologische Zustände hinweisen. Gegenüber anderen bildgebenden Verfahren erbringt die Thermographie keinen direkten Nachweis pathologischer Veränderungen, sondern benötigt eine Übertragung auf Hypothesen, welche Ursache die Abweichungen der Körperoberflächentemperatur hervorgerufen haben könnten, unter der Voraussetzung, dass die Abweichungen pathologisch sind.

Auch die anfängliche Euphorie in der Anwendung der Thermographie bei der Mammatumordiagnostik wurde von anderen Studien gedämpft (ULMER et al., 1984; CIATTO et al., 1987). Sie konnten für die Thermographie nur eine Sensitivität von 47 % ermitteln, während die klinische Untersuchung und die Mammographie bei weit über 80 % lagen. Aufgrund des hohen Anteils an falsch positiven Befunden kann es zu unnötigen Biopsien kommen und macht die Thermographie in der Diagnostik von Mammatumoren unbrauchbar (CIATTO et al., 1987; AWERBUCH, 1991b).

Das Haupteinsatzgebiet der Thermographie in der Tiermedizin ist die Lahmheitsdiagnostik bei Pferden. Aber auch hier wird der diagnostische Nutzen vorsichtig und zum Teil kontrovers bewertet. Während bei WEIL (1997) die thermographischen Veränderungen keineswegs spezifisch für eine Lahmheitsursache sind und somit keinen direkten Hinweis auf den Sitz der Erkrankung geben, können andere Autoren in ihren Untersuchungen durchaus den Krankheitsherd mit der Thermographie lokalisieren (VADEN et al., 1980; PUROHIT und Mc COY, 1980; TURNER, 1991). Es sollte aber immer berücksichtigt werden, dass die thermographischen Veränderungen immer nur indirekt auf eine Erkrankung hinweisen können.

Im Gegensatz zu anderen bildgebenden Verfahren, wie Sonographie, Röntgen, Computertomographie und Magnetresonanztomographie, mit dem morphologische Gewebeveränderungen dargestellt werden können, lässt sich mit der Thermographie nur die Körperoberflächentemperatur bildhaft darstellen und interpretieren. Mit ihr

kann man also nur Änderungen der Körperoberflächentemperatur besser und objektiver als mit der palpierenden Hand erkennen, unabhängig davon, welche Ursache dieser Änderung der Körperoberflächentemperatur zugrunde liegt. Die durch eine Erkrankung hervorgerufene Veränderung der Durchblutung bzw. Stoffwechselaktivität kann aber auch so gering sein, dass sie thermographisch an der Körperoberfläche nicht sichtbar gemacht werden kann.

Die thermographischen Befunde sollten deshalb aufgrund ihrer Unspezifität durch eine sorgfältige klinische Untersuchung im Verbund mit anderen diagnostischen Verfahren ergänzt werden (FOCHEM und PFLANZER, 1974; GLÄTZNER, 1976; KRAHE und LITTEK, 1981; PICK, 1990; TURNER, 1991; WEIL, 1997).

Der Vorteil der Trächtigkeitsdiagnostik in der Zootierhaltung liegt in der Möglichkeit, Tiere aus einem Meter bis maximal 20 Metern Entfernung diesbezüglich zu untersuchen. Einige Tierarten sind aber aufgrund ihrer dichten Behaarung für die Ganzkörperthermographie nicht geeignet.

Nach Standardisierung dieser Methode, die zum Beispiel mit Hilfe von Hormonprofilen erarbeitet wird, kann sie von erfahrenen Untersuchern in der Trächtigkeitsdiagnostik von einigen Zootieren (z. B. Nashorn, Zebra) eingesetzt werden (HILSBERG et al., 1997).

Der Einsatz der Thermographie in der Diagnostik von Mammatumoren bei Hündinnen kann nur als ein Hilfsmittel zusammen mit anderen Untersuchungsmethoden, wie insbesondere die sorgfältige klinische Untersuchung und dem Ultraschall, angesehen werden. Aufgrund ihrer Unspezifität erfordert dieses Diagnostikverfahren eine selbstkritische Haltung bei der Interpretation der thermographischen Befunde sowie eine disziplinierte und standardisierte Untersuchungstechnik. Diese Meinung wird von vielen Autoren aus der Human- und Tiermedizin geteilt (BOTHMANN et al., 1974; FOCHEM und PFLANZER, 1974; ENGEL, 1979; KRAHE und LITTEK, 1981; FLESCHE und WITT, 1982; FLESCHE, 1983; LAUTH, 1986; PICK, 1990; TURNER, 1991, WIELAND, 1992, WEIL, 1997).

Ob aber in der Tiermedizin zu jeder Zeit bei jeder Untersuchung immer kontrollierte und vergleichbare Bedingungen herzustellen sind, muss kritisch hinterfragt werden. Es gibt sicherlich in der Veterinärmedizin Anwendungsgebiete, die den Einsatz der Thermographie sinnvoll erscheinen lassen (Trächtigkeitsdiagnostik bei Zootieren, Lahmheitsdiagnostik).

Aufgrund ihrer Morphologie ist die kanine Mamma im Vergleich zur Brust der Frau nicht so voluminös und deshalb einfacher palpatorisch zu untersuchen. Das Drüsengewebe erstreckt sich von thorakal bis inguinal und ist seltener als 1 bis 2 cm dick. Mit entsprechender Übung und Feinfühligkeit können daher sehr kleine Zubildungen bis zur Größe einer Schrotkugel (ca. 1 x 1 mm) palpiert werden. Dies setzt allerdings einen normalen Ernährungszustand voraus (FANTON und WITHROW, 1981). Das hat dazu geführt, dass die Diagnose von Geschwülsten des Gesäuges unter anderem auch heute noch überwiegend palpatorisch durchgeführt wird. Die zusätzliche Anwendung der Thermographie in der Mammadiagnostik ist deshalb nur sinnvoll, wenn mit ihr noch kleinere, nicht mehr palpierbare Neoplasien aufgespürt werden können.

Das grundsätzlich positive Ergebnis dieser Arbeit, dass mit Hilfe der Plattenthermographie Änderungen der Oberflächentemperatur über Neoplasien der kaninen Mamma erfassbar sind, sollte trotz der Schwierigkeiten, die dieser Untersuchungsmethode allgemein und insbesondere in der Tiermedizin immanent sind, in weiteren Untersuchungen überprüft und differenziert werden.

## 6. Zusammenfassung

Tumoren des Gesäuges sind eine der häufigsten neoplastischen Erkrankungen bei der Hündin. Die Diagnose kaniner Brustdrüsenveränderungen erfolgt wegen ihrer anatomischen Lage überwiegend adspektorisch und palpatorisch. In den letzten Jahren wurde zudem die sonographische Untersuchung der kaninen Mamma eingeführt. Allerdings sind hierfür relativ teure, hochauflösende Ultraschallsysteme nötig, der Zeitaufwand für eine Untersuchung ist hoch und eine große Erfahrung des Untersuchers auf dem Gebiet der Sonographie bildet eine unbedingte Voraussetzung.

In der Humanmedizin wurde bis Ende der achtziger Jahre neben Palpation, Mammographie, Sonographie und Magnetresonanzverfahren die Thermographie als ein weiteres nichtinvasives Untersuchungsverfahren in der Frauenheilkunde eingesetzt.

Das Ziel dieser Arbeit war es, die Praktikabilität der Plattenthermographie bei der Hündin zu prüfen und gleichzeitig Grundlagen für die thermographische Untersuchung des kaninen Gesäuges im Hinblick auf eine Tumordiagnostik zu schaffen. Die 110 plattenthermographisch untersuchten Hündinnen besaßen ein Alter zwischen 10 Monaten und 14,2 Jahren und entstammten dem üblichen Patientengut einer Kleintierpraxis. Die Mischlinge waren mit 78 Tieren am häufigsten vertreten. Dreißig der Probanden hatten bis zu bohnen- oder reiskorngroße Mammatumoren. Die Verteilung der Geschwülste in den Gesäugeleisten nahm von kranial nach kaudal zu, wobei der höchste Anteil in den kaudalen abdominalen Komplexen lokalisiert war.

Für eine aussagekräftige Thermographie wurden notwendige Standardbedingungen hinsichtlich der Räumlichkeiten und der Vorbereitung der Tiere erstellt. Um einheitliche Bedingungen für alle Patientinnen zu gewährleisten, mussten sie vor der Untersuchung sediert werden.

Es wurde gezeigt, dass die Wärme der Gesäugeleisten im Thermogramm von kranial nach kaudal zunahm, wobei dies am prägnantesten in der Gruppe der mehrmals trächtig gewesenen Hündinnen zu beobachten war. Erwartungsgemäß zeigten die Gesäuge der älteren und bereits trächtig gewesenen Hündinnen höhere Gesäuge-temperaturen als die der Junghündinnen. Die versorgenden Gefäße der Mamma waren nur inkonstant, abschnittsweise und auch nur bei den voluminöseren Milchleisten

sichtbar, so dass dieses diagnostische Merkmal aus der Humanmedizin nicht berücksichtigt werden kann.

Analog der Beurteilungskriterien in der Humanmedizin konnten jedoch bei den tumortragenden Tieren über den Geschwülsten fokale Überwärmungszonen, sogenannte „Hot spots“, beobachtet werden. Eine sichere thermographische Bewertung der Neoplasien bezüglich ihrer Dignität gelang nicht. In den Thermogrammen wiesen benigne und maligne Tumoren annähernd den gleichen Farbton auf.

Bei der Lactatio falsa traten nur allgemein leicht erhöhte Temperaturen auf. Hot spots fehlten.

Insgesamt zeigen diese plattenthermographischen Untersuchungen, dass zukünftig die digitale Photothermographie ein ernstzunehmendes bildgebendes Verfahren im Rahmen der Mammadiagnostik beim Hund werden kann.

## 7. Summary

### **Thermographical examination of the normal and the neoplastic altered canine mammary gland**

Tumours of the mammary gland are most frequent neoplastic diseases of the bitch. Due to their anatomic position the change of the mammary glands is mainly diagnosed after an adsectoric and palpatoric examination. In the last years moreover the sonographic examination of the canine mammary gland has been introduced. However for this type of examination relatively expensive, high-resolution ultrasonic systems are necessary; the expense of time is high and the examiner must have a lot of experience in the field of sonography.

In human medicine there was used until the end of the eighties besides palpation, mammography, sonography and magnetic resonance imaging also the thermography as a further not-invasive examination method in the gynaecology.

The first aim of this study was to examine the practicability of the contact thermography in case of a bitch and to create at the same time basics for the thermographic examination of the canine mammary gland with regard to a tumour diagnostics. The 110 bitches which were examined by means of the contact thermography had an age between 10 months and 14,2 years and were patients of a common small animal practise. 78 of them were crossbred dogs and thus most frequently represented. Thirty of the test dogs had mamma tumours in size of a grain of rice up to the size of a bean. The distribution of the tumours in the mammary glands increased from cranial to caudal whereby the highest proportion could be localized in the caudal abdominal complex.

Necessary standard conditions with regard to the locations and the preparation of the animals were created to get an informative thermography. In order to guarantee uniform conditions for all patients it was necessary to sedate them before the examination.

It was shown that the heat of the mammary glands increased in the thermogram from cranial to caudal. This became most obviously in the group of those bitches which had been several times pregnant. According to expectations the mammary glands of elder bitches and of those which had already been pregnant showed a higher temperature than that of young bitches. The nutrient vessels of the mamma were

only inconstantly and in sections visible and only in case of voluminous mammary glands; thus this diagnostic characteristic out of the human medicine cannot be considered.

Analogue the criteria of the judgement in the human medicine, focal hyperthermia zones, so-called "Hot-spots" could be noticed in case of animals with tumours. A safe thermographic evaluation of the neoplasias in regard to their dignity was not possible. In the thermograms benign and malign tumours were shown nearly in the same colour shade.

In case of Lactatio falsa only slightly increased temperatures became visible. Hot spots missing.

In total these contact thermographic examinations show that in future the digital photo thermography may become a serious, imaging procedure within the scope of the mamma diagnostic of the dog.

## 8. Literaturverzeichnis

ALLEN, S. W. , K. W. PRASSE und E. A. MAHAFFEY (1986):  
Cytologic differentiation of benign from malignant canine mammary tumors.  
Vet. Pathol. 23, 649 – 655

AMALRIC, R., D. GIRAUD, C. ALTSCHULER, J. DESCHANEL und J. MI. SPITALIER (1977):  
Analytical, synthetic and dynamic classification of mammary thermograms.  
Acta Thermographica 6<sup>th</sup> Seminar Dyn. Teletherm., 5 – 17

ANDERSON, L. J., W. F. H. JARRETT (1966):  
Mammary neoplasia in the dog and cat II.  
J. Small Anim. Pract. 7, 697 – 701

ARNICKE, U. (1999):  
Mammatumoren bei der Hündin: Immunhistochemischer Nachweis von Metastasen und Mikrometastasen im Axillarlymphknoten und im Knochen.  
Vet. Med. Diss., FU Berlin

ASCHOFF, J. (1971):  
Thermoregulation: In: GAUER, O. H., K. KRAMER und R. JUNG (Hrsg.): Physiologie des Menschen, Band 2  
Urban & Schwarzenberg Verlag, München – Berlin – Wien

AWERBUCH, M. S. (1991a):  
Thermography – its current diagnostic status in musculoskeletal medicine.  
Med. J. Australia 154, 441 – 444

AWERBUCH, M. S. (1991b):  
Thermography – wither the niche?  
Med. J. Australia 154, 444 – 447

BARTH, V., R. MÜLLER, H. K. DEININGER und P WÖLLGENS (1974):  
Klinik, Mammographie, Zytologie, Stanzbiopsie und Plattenthermographie in der erweiterten Mammadiagnostik.  
Dtsch. Med. Wschr. 99, 175 – 180

BERG, G. (1994):  
Der Einsatz von Baypamun HK® in der Mammatumorbehandlung der Hündin.  
Vet. Med. Diss., LMU München

BOSTEDT, H., I. TAMMER (1995):

Kasuistischer Beitrag zur Prognose bei Mammatumoren des Hundes.  
Prakt. Tierarzt 76, 921 - 924

BOSTOCK, D. E. (1975):

The prognosis following the surgical excision of canine mammary neoplasm.  
Europ. J. Cancer 11, 389 – 396

BOSTOCK, D. E. (1986):

Canine and feline mammary neoplasms.  
Brit. Vet. J. 142, 506 – 515

BOTHMANN, G. , U. v. d. BUSSCHE , F. KUBLI und G. SEYBOLD (1974) :

Die Plattenthermographie, eine neue Methode in der Diagnostik des Mammakarzi-  
noms.

Dtsch. Med. Wschr. 99, 730 – 734

BOTHMANN, G. und F. KUBLI(1974):

Die Flüssig-Kristall-Thermographie.  
Fortschr. Med. 92, 48 – 49

BRAGULLA, H. und H. E. KÖNIG (2005):

Milchdrüse (Mamma).

In : H. E. König, H.-G. Liebich (Hrsg.): Anatomie der Haussäugetiere.

III. überarbeitete und erweiterte Auflage

Schattauer-Verlag, Stuttgart, New York

BRASITUS, I. A., D. SCHACHTER, T. G. MAMOUNEAS (1979):

Functional interactions of lipids and proteins in rat intestinal microvillus membranes.  
Biochemistry 18, 4136 - 4144

BRIGGS, M. H.(1980):

Progestogens and mammary tumors in the beagle bitch.

Res. Vet. Sci. 28, 199 – 202

BRODEY, R. S., M. H. GOLDSCHMIDT und J. R. ROSZEL (1983):

Canine mammary gland neoplasms.

J. Am. Anim. Hosp. Assoc. 19, 61 – 90

BRUN DEL RE, R., D. STUCKI, A. ALMENDRAL (1980):

Die Plattenthermographie, eine komplementäre senologische Untersuchungsmetho-  
de.

Krebsmedizin 1, 11 - 15

BRÜCK, K. (1983):

Wärmehaushalt und Temperaturregelung.

In: R. F. Schmidt und G. Thews (Hrsg.): Physiologie des Menschen.

Springer Verlag, Berlin – Heidelberg – New York, 583 - 600

BUCHER, O. (1977):

Milchdrüse.

In: Cytologie, Histologie und mikroskopische Anatomie des Menschen.

9. Auflage, Verlag Hans Huber, Bern – Stuttgart – Wien, 426 – 429

BUDRAS, K.-D., W. FRICKE und R. RICHTER (2004):

in: Budras, K.-D., W. Fricke und R. Richter: Atlas der Anatomie des Hundes.

7. überarbeitete Auflage, Schlütersche Verlagsanstalt, Hannover

BUSCH, U. (1993):

Immunhistochemischer Nachweis von okkulten Tumorzellemboli und Mikrometastasen in den regionären Lymphknoten beim kaninen Mammakarzinom sowie eine postoperative Studie am Mammakarzinom operierter Hündinnen.

Vet. Med. Diss., FU Berlin

BUSCH, U. und R. RUDOLPH (1995):

Mammakarzinom der Hündin: Eine neue Routinediagnostik zum Nachweis okkulter Mikrometastasen in den regionären Lymphknoten.

Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 108, 43 – 46

CALLIES, R. und V. JOHN (1981):

Vorschlag zur Standardisierung der Mammadiagnostik.

Tumor Diagn. 2, 212 – 220

CIATTO, S., D. PALLI, M. ROSSELLI DEL TURCO und S. CATARZI (1987):

Diagnostic and prognostic role of infrared thermography.

La Radiologia Medica 74, 312 – 315

CLARK, J. A. und K. CENA (1972):

Die Anwendung von Thermovisions<sup>®</sup>-Techniken bei Tieren.

Dtsch. Tierärztl. Wochenschrift 79, 292 – 296

CLARK, J. A. und K. CENA (1977):

The potential of infra-red thermography in veterinary diagnosis.

Vet. Rec. 100, 402 – 404

COHEN, D. , J. S. REIF , R. S. BRODEY und H. KEISER (1974):

Epidemiological analysis of the most prevalent sites and types of canine neoplasia observed in a veterinary hospital.

Cancer Res. 34 (11), 2859 – 2868

CONCANNON, P. W. (1986):

Canine pregnancy and parturition.

Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract., 16, 453 – 475

DELAHANTY, D. D. und J. A. GEORGI (1965):  
Thermography in Equine Medicine.  
JAVMA 147, 235 – 238

DOBSON, J. M., S. SAMUEL, H. MILSTEIN, K. ROGERS (2002):  
Canine neoplasia in the UK: estimates of incidence rates from a population of insured dogs.  
J. Small Anim. Pract. 43, 240 - 246

DONNAY, I., J. RAUIS, N. DEVLEESCHOUWER (1995):  
Comparison of estrogen and progesterone receptor expression in normal and tumor mammary tissues from dogs.  
Am. J. Vet. Res. 56, 1188 - 1194

DORN, C. R., D. O. N. TAYLER, F. L. FREYE und H. H. HIBBARD (1968a) :  
Survey of animal neoplasms in Alameda and Contra Costa Counties, California I. Methodology and description of cases.  
J. Natl. Cancer Inst. 40, 295 – 305

DORN, C. R., D. O. N. TAYLER, R. SCHNEIDER H. H. HIBBARD und M. R. KLAUBER (1968b):  
Survey of animal neoplasms in Alameda and Contra Costa Counties, California II. Cancer morbidity in dogs and cats from Alameda County.  
J. Natl. Cancer Inst. 40, 307 – 318

EDDY, A. L., L. M. VAN HOOGMOED, J. R. SNYDER (2001):  
The role of thermography in the management of equine lameness.  
Vet. Journal London, 162 (3), 172 - 181

ELSE, R. W. und D. HANNANT (1979):  
Some epidemiological aspects of mammary neoplasia in the bitch.  
Vet. Rec. 104 (14), 296-304

ENGEL, J.-M. (1979):  
Thermographie–Technik und klinische Anwendung.  
Dtsch. Ärztebl. 76, 2877 – 2884

ENGEL, J.-M. (1981):  
Thermographie: Die andere Dimension der Diagnostik.  
Vasoaktive Substanzen als Schlüssel zur Interpretation der Oberflächentemperatur?  
Dtsch. Med. Wschr. 106, 879 – 871

EICHEL, H., W. HEROLD, D. WIEGEL, H. MIELKE und K. FRÖHLICH (1981):  
Die Anwendung der Thermographie mit Flüssigkristallen in der Veterinärmedizin unter besonderer Berücksichtigung von Untersuchungen am Euter.  
Monatshefte für Veterinärmedizin 36, 554 – 556

EL ETREBY, M. F., R. MÜLLER–PEDDINGHAUS, A. S. BHARGAVA,  
M. R. FATH EL BAB, K.–J. GRÄF und G. TRAUTWEIN (1980):  
The Role of the Pituitary Gland in Spontaneous Canine Mammary Tumorigenesis.  
Vet.Pathol.17, 2 – 16

EULENBERGER, K. und P. KÄMPFER (1994):  
Die Infrarotthermographie bei Zoo- und Wildtieren – erste Erfahrungen  
Verh. Ber. Erkr. Zootiere 36, 181 – 183

ESKENS, U. (1983):  
Statistische Untersuchungen über nach den Empfehlungen der Weltgesundheitsorganisation (WHO) klassifizierten Geschwülsten des Hundes unter besonderer Berücksichtigung der Mamma- und Hauttumoren.  
Vet. Med. Diss., JLU Gießen

EVANS, H. E. (1993):  
The Heart and Arteries.  
In: Miller's Anatomy of the dog: 3rd edition, W. B. Saunders Comp., Philadelphia, London, Toronto, Montreal, Sydney, Tokio, 586 – 681

EVANS, H. E. und G. C. Christensen (1993):  
The Urogenital System.  
In: Miller's Anatomy of the dog: 3rd edition, W. B. Saunders Comp., Philadelphia, London, Toronto, Montreal, Sydney, Tokio, 494 – 558

FANTON, J. W. und S. J. WITHROW (1981):  
Canine mammary neoplasia: An overview.  
California Veterinarian 7, 12 – 16

FELIX, R. und B. RAMM (1988):  
Thermologie. In: R. Felix und B. Ramm: Das Röntgenbild.  
Thieme Verlag Stuttgart, 195 – 197

FERGASON, J. L. (1968):  
Liquid crystals in nondestructive testing.  
Appl. Optics 7, 1729 – 1733

FIDLER, I. J., D. A. ABT und R. S. BRODEY (1967):  
The biological behavior of canine mammary neoplasms.  
J. Amer. Vet. Med. Ass. 151, 1311 – 1318

FIDLER, I. J. und R. S. BRODEY (1967):  
A necropsy study of canine malignant mammary neoplasms.  
J. Amer. Vet. Med. Ass. 151, 710 – 715

FIDLER, I. J., D. M. GERSTEIN und I. R. HART (1978):  
The biology of cancer invasion and metastasis.  
Adv. Cancer Res. 28, 149 – 250

FIEDLER, H. (1975):

Ein Beitrag zur Häufigkeit der Tumoren des Hundes unter besonderer Berücksichtigung der Haut- und Mammatumoren.

Vet. Med. Diss., LMU München

FLESCHE, U. und H. WITT (1982):

Die Bedeutung der Thermographie in der Standardisierung der Mammadiagnostik.

Tumor Diagnostik 3, 51 – 54

FLESCHE, U. (1983):

Technik der Thermographie mit Flüssigkristallen in der Medizin.

In: Engel, Flesch, Stüttgen: Thermologische Meßmethodik.

1. Auflage, notamed, Baden - Baden, 53 – 71

FLORES; C. E. (1978):

Berührungslose Temperaturmessung an der Hautoberfläche beim Pferd.

Vet. Med. Diss., Ti Ho Hannover

FLORIO, S., U. PAGNINI, A. CRISPINO, C. PACILIO, L. CRISPINO, A. GIORDANO (2002):

GnRH and steroids in cancer.

Front. Biosci., 1 (7), 1590 – 1608

FOCHEM, K. und K. PFLANZER (1974):

Eine neue Untersuchung der Mamma: Die Plattenthermographie.

Wiener Klin. Wochenschr. 21, 664 – 666

FOURNIER, D. VON, E. WEBER, W. HOEFFKEN, M. BAUER, F. KUBLI und V. BARTH (1980):

Growth rate of 147 mammary carcinomas.

Cancer 45, 2198 – 2206

FOWLER, E. H. , G. P. WILSON und A. KÖSTNER (1974):

Biologic behavior of canine mammary neoplasms based on a histogenic classification.

Vet. Pathol. 11 (3), 212 – 229

FRESE, K. (1985):

Vergleichende Pathologie der Mammatumoren bei Haustieren.

Verh. Dtsch. Ges. Pathol. 69, 152 – 170

FRESE, K., B. DURCHFELD und U. ESKENS(1989):

Klassifikation und biologisches Verhalten der Haut und Mammatumoren.

Der praktische Tierarzt 9, 69 – 84

GAUTHERIE, M. (1980):

Thermopathology of breast cancer: Measurement and analysis of in vivo temperature and blood-flow.

Ann. N. Y. Acad. Science 365, 383 – 392

GAUTHERIE, M. , P. HAEHNEL und J. P. WALTER (1985):

Thermobiologische Beurteilung benigner und maligner Brustkrankungen.

Geburtsh. u. Frauenheilk. 45, 22 – 28

GERSHON-COHEN, J. (1964):

A short history of medical thermometry.

Ann. N.Y. Acad. Science 121, 4 – 6

GERSHON-COHEN, J. (1967):

Medical thermography.

Sci. Am. 216, 94 - 102

GILBERTSON, S. R., I. D. KURZMANN, R. E. ZACHRAU, A. I. HURVITZ und M. M. BLACK (1983):

Canine mammary epithelial neoplasms:biologic implications of morphologic characteristics assessed in 232 dogs.

Vet. Pathol. 20 (2), 127 – 142

GILES, R. C. , R. P. KWAPIEN, R. G. GEIL und H. W. CASEY (1978):

Mammary nodules in beagle dogs administered investigational oral contraceptive steroids.

J. Natl. Cancer Inst. 60, 1351 – 1364

GIRARDIER, L. (1977):

The regulation of the biological furnace of warm blooded animals.

Experientia 33, 1121 - 1122

GLÄTZNER, H. (1976):

Die Thermographie in der Vorsorgeuntersuchung der Mamma.

Therapiewoche 26, 6, 804 - 808

GOLOMBIEWSKI, A. (1999):

Nachweis und mögliche Bedeutung von Thrombosierungen und extravasalen Fibrinablagerungen in Mammatumoren der Hündin.

Vet. Med. Diss., FU Berlin

GOTTWALD, D. (1998):

Ein Beitrag zur Häufigkeit von Mammatumoren beim Hund. Statistische Auswertung der Einsendungen einer Praxis für Tierpathologie aus den Jahren 1990 – 1995.

Vet. Med. Diss., LMU München

GRAU, H. (1974):

Das Lymphgefäßsystem.

In: Ellenberger, Baum: Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere.  
18. Auflage, Springer Verlag, Heidelberg, Berlin, New York, 746 – 808

GROS, Ch. M., M. GAUTHERIE, P. BOURJAT und J. GIRARDIE (1972):

Necessity of complementary investigation methods for early diagnosis of breast cancer.

Arch. Geschwulstforsch. 39, 304 – 311

GUTBERLET, K. (1994):

Mammatumoren bei Hunden: Immunhistochemische Darstellung von Gefäßendothel bei Krebszelleneinbrüchen und Überarbeitung der WHO-Klassifikation.

Vet. Med. Diss., FU Berlin

GUTBERLET, K. und R. RUDOLPH (1996):

Angiosis carcinomatosa bei Mammatumoren der Hündin-Häufigkeit und Verbindung mit prognostisch wichtigen Faktoren.

Kleintierpraxis 41 (7), 473 – 482

GUTBERLET, K., N. WEY, R. RUDOLPH, L. BRUNNBERG (1998):

Mammatumoren der Hündin.

In: E. Wiesner (Hrsg.): Handlexikon der tierärztlichen Praxis (202).

Verlag Fischer, Stuttgart, 564zi – 565a

HABERMEHL, K.-H. (2005):

Haut und Hautorgane (Milchdrüse)

In: R. Nickel, A. Schummer, E. Seiferle: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere.  
K.-H. Habermehl, B. Vollmershaus, H. Wilkens, H. Waibl (Hrsg.)

Bd. III, Kreislaufsystem, Haut- und Hautorgane.

4., unveränderte Auflage, Parey Verlag, Stuttgart, 476 - 481

HALLER, J. S. (1985):

Medical thermometry – a short history.

West. J. Med. 142, 108 - 116

HAMPE, J. F., W. MISDORP (1974):

IX. Tumours and dysplasias of the mammary gland.

Bull. WHO 50, 11 – 133

HÄUSER, A. (1983):

Aspekte der quantitativen Infrarot-Thermographie

In: Thermologische Messmethodik; J.-M. Engel, U. Flesch, G. Stüttgen (Hrsg.)

Notamed, Baden-Baden, 77 – 98

HEIM, G. M., BLOHMKE, G. A. BOTHMANN und H.-P. STOF (1981):

Messung der Hauttemperatur bei Brustkrebs – eine neue Möglichkeit zur Früherkennung.

Med.Klin. 76 (4), 108 – 111

HELLMÉN, E. (1992):

Characterization of four in vitro established canine mammary carcinoma and one atypical benign mixed tumor cell lines.

In Vitro Cell Dev. Biol. 28, 309 – 319

HELLMÉN, E., R. BERGSTRÖM, L. HOLMBERG, I.-B. SPANGBERG, K. HANSON und A. LINDGREN (1993):

Prognostic factors in canine mammary tumors: a multivariate study of 202 consecutive cases.

Vet. Pathol. 30, 20 – 27

HILSBURG, S., R. GOLTENBOTH, K. EULENBERGER (1997)

Infrarot-Thermografie bei Zootieren: erste Erfahrungen im Einsatz zur Trächtigkeitsdiagnostik.

Int. Symp. Zürich, Ref., 187 - 190

HITZER, U. (2000):

Untersuchung zur sonografischen Darstellung der primären Multiplicität von caninen Mammatumoren.

Vet. Med. Diss., FU Berlin

HOBBINS, W. B. (1980):

Comparison of telethermography and contact thermography in breast thermal examinations.

Acta Thermogr. 5, 51 – 53

HÖRNICKE, H. (1989):

Thermophysiology

In: A. Scheunert, A. Trautmann (Hrsg.): Lehrbuch der Veterinärphysiologie.

Verlag Paul Parey, 142 – 159

HULTIN, E. (1955):

The influence of temperature on the rate of enzymic processes.

Acta Chem. Scand. 9, 1700 - 1710

JABARA, A. G. (1960a):

Canine mixed tumours.

Austr. Vet. Journ., 36, 212 – 221

JABARA, A. G. (1960b):

Canine mammary carcinomata.

Austr. Vet. Journ., 36, 389 - 398

JABARA, A. G. (1969):

Two cases of mammary neoplasms arising in male dogs.

Austr. Vet. Journ. 45, 476 – 480

JAHREISS, H. und W. NEUWIRTH (1985):  
Einführung in die Physik, 5. Auflage  
Deutscher Ärzte Verlag, Köln

JANETZKO, B. M. (1996):  
Untersuchungen zur diagnostischen Relevanz von karzino-embryonalen Antigenen und Alpha-Fetoprotein im Serum gesunder und an Mammatumoren erkrankter Hunde.  
Vet. Med. Diss., Ti Ho Hannover

JOHNSEN, Ø. (1983):  
Untersuchung der weiblichen Brust mit der Flüssigkristall-Plattenthermographie.  
In: Engel, Flesch, Stüttgen: Thermologische Messmethodik.  
1. Auflage, notamed, Baden-Baden, 212 – 220

JOHNSON, C. A. (2006):  
Erkrankungen der Milchdrüse  
In: Nelson, R. W. und C. G. Couto (Hrsg.): Innere Medizin der Kleintiere.  
Urban und Fischer, München – Jena, 949 – 952

KÄLIN, S., M. SUTER und G. LOTT-STOLZ (1985):  
Mammatumoren beim Hund: Beurteilung, Prognose und biologisches Verhalten  
Schweiz. Arch. Tierheilkd. 127, 205 – 212

KASTBERGER, G. und R. STACHL (2003):  
Infrared imaging technology and biological applications.  
Behav. Res. Methods Instrum. Comput. 35, (3), 429 – 439

KOCH, T. (1970):  
Das Lymphgefäßsystem.  
In: Koch, T.: Lehrbuch der Veterinäranatomie.  
Bd. III, Die großen Versorgungs- und Steuerungssysteme.  
3. Auflage, VEB Gustav Fischer Verlag Jena, 219-282

KOSUGI, K. (1973):  
Beitrag zur Statistik der Geschwülste bei den Haussäugetieren (eine klinische Statistik).  
Vet. Med. Diss., JLU Gießen

KRAHE, M. und K. LITTEK (1981):  
Kritische Betrachtungen bei der Anwendung der Thermografie zur Früherkennung des Mammacarcinoms.  
Der Frauenarzt 5, 334 - 340

KRONBERGER, H. (1961):  
Kritische Sichtung des dem Institut in den Jahren 1917 – 1959 eingesandten Geschwulstmaterials von Haussäugetieren.  
Mh. Vet. Med. 16, 296 – 302

KUNTZE, A. und O. KUNTZE (1993):  
Zur Chirurgie der Mammatumoren bei Hund und Katze.  
Monatsh. Vet. Med. 48, 467 – 472

KURZMAN, I. D. und S. R. GILBERTSON (1986):  
Prognostic factors in canine mammary tumors.  
Semin. Vet. Med. and Surg. 1 (1), 25 – 32

LAUTH, G. und G. MÜHLBERGER (1980):  
Der Stellenwert der Thermographie in der Mammadiagnostik, insbesondere die Handhabung und Auswertung der Plattenthermographie anhand praktischer Beispiele.  
Krebsmedizin 1, 43 – 60

LAUTH, G. (1986):  
Die Thermographie in der komplementären Mammadiagnostik.  
In: G. Lauth, R. Eulenburg: Thermographie der weiblichen Brust.  
1. Auflage, Edition Medizin, VHC, 1 – 40

LAWSON, R. N. (1956):  
Implications of surface temperature in the diagnosis of breast lesions.  
Can.. Med. Assoc. Journ. 75, 309 – 313

LAWSON, R. N. und M. S. CHUCTAI (1963):  
Breast cancer and body temperature.  
Can. Med. Assoc. Journ. 83, 68 – 73

LIEBICH, H.-G. (2004):  
Funktionelle Histologie der Haussäugetiere.  
Lehrbuch und Farbatlas für Studium und Praxis  
4. Auflage, Schattauer Verlag, Stuttgart, New York, 323 – 327

LIOTTA, L. A. (1986):  
Tumor invasion and metastases-role of the extracellular matrix.  
Cancer Res. 46, 1 – 7

LOAR, A. S. (1989):  
Tumors of the genital system and mammary glands.  
In: S. J. Ettinger (Editor): Textbook of small animal veterinary internal medicine.  
3rd edition, W. B. Saunders Comp., Philadelphia, London, Toronto, Montreal, Sidney, Tokio, 1814 – 1825

MADEWELL, B. R. und G. H. THEILEN (1987):  
Tumors of the mammary gland.  
In: G. H. Theilen, B. R. Madewell: Veterinary cancer medicine.  
2. Auflage, Lea & Febiger, Philadelphia, 326 – 344

MAHROUS, A. T. (1980):  
Ein Beitrag zur Klärung der Frage der hormonellen Abhängigkeit der Mammatumoren der Hündin.  
Vet. Med. Diss., FU Berlin

MANN, F. A. (1984):  
Canine mammary gland neoplasia.  
Can. Pract. 11 (4), 22 – 26

MARQUARDT, C. (2003):  
Untersuchungen zur präoperativen Dignitätserfassung kaniner Mammatumoren mittels Ultraschall und Nadelbiopsie.  
Vet. Med. Diss, JLU Gießen

MARQUARDT, C., E. BURKHARDT, K. FAILING, A. WEHREND (2003):  
Sonographische Untersuchung von Mammatumoren der Hündin, Teil 1: Sonographisch erfassbare Einzelkriterien und deren Zusammenhang zur Tomordignität.  
Tierärztl. Praxis, Kleintiere 31, 275 – 283

MARQUARDT, C., A. WEHREND, E. BURKHARDT, K. FAILING, H. BOSTEDT (2005):  
Sonographische Untersuchung von Mammatumoren der Hündin, Teil 2: Präoperative sonographische Dignitätseinschätzung.  
Tierärztl. Praxis, Kleintiere 33, 23 - 26

MARTHEN, G. (1939):  
Über die Arterien der Körperwand des Hundes.  
Vet. Med. Diss., Ti Ho Hannover

MAXWELL-CADE, C. (1968):  
Principles and practice of clinical thermography.  
Radiography 34, 23 – 34

Mc EWEN, E. G., S. J. WITHROW (1989):  
Tumors of the mammary gland.  
In: Withrow, Mac Ewen (Hrsg.): Clinical veterinary oncology.  
J. B. Lippincott Comp., 1. Auflage, Philadelphia, 292 - 304

Mc EWEN, E. G., S. J. WITHROW (1996):  
Tumors of the mammary gland.  
In: Withrow, Mac Ewen (Hrsg.): Small animal clinical oncology. 2. Auflage  
W. B. Saunders Company, Philadelphia, London, Toronto, Montreal, Sidney, Tokio,  
356 – 372

Mc HOWELL, J., J. ISHMAEL, J. TANDY und I. B. HUGHES (1970):  
A 6 year survey of tumors of dogs and cats removed surgically in private practice.  
J. Small Anim. Pract. 11, 793 – 799

Mc VEAN, D. V., A. W. MONLUX, P. S. ANDERSON, S. L. SILBERG JR. und J. F. ROSZEL (1978):

Frequency of Canine and Feline Tumors in a Defined Population.

Vet. Pathol. 15, 700 – 715

MIALOT, J. P., F. LAGNEAU, A. L. PARODI und F. ANDRÉ (1980):

Tumeurs mammaires de la chienne.

Le Point Vet. 11 (52), 99 – 106

MICHEL, G. (1994):

Anatomie der Milchdrüse.

In: Wendt, K., H. Bostedt, H. Mielke, H. W. Fuchs: Euter- und Gesäugekrankheiten

Gustav Fischer Verlag, Jena, 492 – 509

MIHALJEVIC, S. Y. (1988):

Tierartliche Verteilung des Patientengutes, Hunderassenverteilung, Erkrankungsfälle und prophylaktische Maßnahmen bei den häufigsten Hunderassen am Beispiel der Patientenpopulation zweier Kleintierpraxen in Hannover von 1975 – 1984.

Vet. Med. Diss., Ti Ho Hannover

MIHALJEVIC, M. (1989):

Tierartliche Verteilung des Patientengutes, Hunderassenverteilung, Erkrankungsfälle und prophylaktische Maßnahmen bei den häufigsten Hunderassen am Beispiel der Patientenpopulation einer Kleintierpraxis in Mannheim von 1977 – 1979 und 1982 – 1984.

Vet. Med. Diss., Ti Ho Hannover

MISDORP, W. (1964):

Malignant mammary tumours in the dog and the cat compared with the same in the woman.

Vet. Med. Diss., Uni Utrecht

MISDORP, W., E. COTCHIN, J. F. HAMPE, A. G. JABARA und J. von SANDERSLEBEN (1973):

Canine malignant mammary tumors. III. Special types of carcinomas, malignant mixed tumours.

Vet. Pathol. 10 (3), 241 – 256

MISDORP, W. und A. A. HART (1979):

Canine mammary cancer. I. Prognosis. II. Therapy and causes of death.

J. Small Animal Practice 20 (7), 385 – 404

MISDORP, W. (1988):

Canine mammary tumors: protective effect of late ovariectomy and stimulating effect of progestins.

The Vet. Quarterly 10 (1), 26 – 33

MISDORP, W., R. W. ELSE, E. HELLMÉN, T. P. LIPSCOMB (1999):  
Histological classification of mammary tumors of the dog and the cat.  
Washington, D. C., Second series, Volume VII

MITCHELL, L., F. A. DE LA IGLESIAS, M. S. WENHOFF, A. A. VAN DREUMEL und  
G. LUMP (1974):  
Mammary tumors in dogs: Survey of clinical and pathological characteristics.  
Can. Vet. Journ. 15, No. 5, 131 – 138

MORRIS, J. S., J. M. DOBSON, D. E. BOSTOCK, E. O. FARREL (1998):  
Effect of ovariectomy in bitches with mammary neoplasms.  
Vet. Rec. 142, 656 - 658

MOULTON, J. E., D. O. N. TAYLOR, C. R. DORN und A. C. ANDERSEN (1970):  
Canine mammary tumors.  
Pathol. Vet. 7 (4), 289 – 320

MOULTON, J. E. (1990):  
Tumors of the mammary gland.  
In: Moulton, J. E. (Editor), Tumors in domestic animals.  
3rd edition, University of California Press. Berkeley, California, 518 – 552

MULLIGAN, R. M. (1947):  
Some Effects of Chronic Doses of Stilbesterol in Female Dogs.  
Exp. Med. Surg. 5, 196 – 205

MULLIGAN, R. M. (1975):  
Mammary cancer in the dog: a study of 120 cases.  
Am. J. Vet. Res. 36, 1391 – 1396

NELSON, L. W., KELLY, W. A. (1973):  
Changes in canine mammary gland histology during the estrous cycle.  
Toxikolog. Appl. Pharmakolog. 27, 113 – 122

NOLTE, I., M. NOLTE (2000):  
Tumoren der Haut und ihrer Anhangsorgane.  
In: Nolte, I. und M. Nolte (Hrsg.): Praxis der Onkologie bei Hund und Katze.  
Verlag Hippokrates, Stuttgart, 133 – 154

PALMER, S. E. (1981)  
Use of the portable infrared thermometer as a means of measuring limb surface temperature in the horse  
Am. J. Vet. Res. 42, 105 – 108

PEREZ ALENZA, M. D., L. PENA, N. DEL CASTILLO, A. I. NIETO (2000):  
Factors influencing the incidence and prognosis of canine mammary tumours.  
J. Small Anim. Pract. 41, 287 - 291

PICK, M. (1984):  
Erste Ergebnisse thermographischer Untersuchungen zur Lahmheitsdiagnostik beim Pferd mit Hilfe eines Infrarotthermographen.  
Tierärztl. Praxis 12, 229 – 238

PICK, M. (1990):  
10 Jahre Thermographie in der Pferdeheilkunde.  
Prakt. Tierarzt, 71 (8), 45 - 51

POULSEN NAUTRUP, C. (2007):  
Gesäuge  
In: C. Poulsen Nautrup, R. Tobias (Hrsg.). Atlas und Lehrbuch der Ultraschalldiagnostik bei Hund und Katze.  
4., unveränderte Auflage, Schlütersche Verlagsanstalt, Hannover, 314 – 322

PRIESTER, W. A. (1979):  
Occurrence of mammary neoplasms in bitches in relation to breed, age, tumor type, and geographical region from which reported.  
J. Small Anim. Pract. 20 (1), 1 – 11

PUROHIT, R. C. und M. D. MC COY (1980):  
Thermography in the diagnosis of inflammatory processes in the horse.  
Am. J. Vet. Res. 41, 1167 - 1174

REINACHER, M. (2001):  
Zur Tumorklassifikation.  
Tierärztl. Praxis 29, (K), 1 – 4

REINITZER, F. (1888):  
Zur Kenntnis des Cholesterins.  
Monatshefte Chemie 9, 42i

RING, E. F. J., C. WATSON, J. BARKER (1983):  
Infrarotthermographie und thermische Clearance der Haut.  
In: Thermologische Messmethodik. Engel, J.-M., U. Flesch, G. Stüttgen (Hrsg.)  
Notamed, Baden-Baden, 131 – 139

RUDD, R. G., R. C. RICHARDSON und J. C. CRAIG (1985):  
A practical guide to clinical oncology.  
2nd Surgical treatments.  
Vet. Med. 81 (12), 29 – 38

RUTTEMAN, G. R. (2000):  
Mammatumoren des Hundes.  
In: Kessler, M. (Hrsg.) Kleintieronkologie.  
Parey Verlag, Berlin, 318 - 330

SAUTET, J. Y., J. RUBERTE, C. LOPEZ, J. M. GINE, G. ORDONEZ und A. CINGIA (1992):

Lymphatic system of the mammary glands in the dog: an approach to the surgical treatment of malignant mammary tumors.

Can. Pract. 17 (2), 30 – 33

SCHNEIDER, R., C. R. DORN und D. O. N. TAYLOR (1969):

Factors influencing canine mammary cancer development and postsurgical survival.

J. Natl. Cancer Inst. 43, 1249 – 1261

SCHÖNBAUER, N. (1981):

Mammatumoren bei Rüden.

Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 94, 319 – 321

SELAWRY, O. S. und J. F. HOLLAND (1966):

Cholesteric thermography for direct visualization of temperature over tumors.

Proc. Amer. Ass. Cancer Res. 7, 63 – 68

SEVERIN, S. (2001):

Sonografische und histologische Untersuchungen des unveränderten sowie des nichtneoplastisch veränderten Gewebes der Mamma des Hundes.

Vet. Med. Diss., FU Berlin

SILBERNAGL, S., A. DESPOPOULOS (2007):

Wärmehaushalt und Temperaturregulation

In: S. Silbernagl und A. Despopoulos (Hrsg.): Taschenatlas Physiologie.

7. Auflage, Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 224 - 227

SIMON, D., P. GORONZY, I. STEPHAN, A. MEYER-LINDENBERG, M. AUFDERHEIDE und I. NOLTE (1996):

Mammatumoren beim Hund: Untersuchung zu Vorkommen und Verlauf der Erkrankung.

Der Prakt. Tierarzt 77 (9), 771 – 782

SIMON, D., D. SCHÖNROCK, S. UEBERSCHÄR, J. SIEBERT, I. NOLTE (2001 b):

Mammatumoren des Hundes: Diagnostik und Therapie.

Tierärztl. Praxis 29, 47 – 50

SINOWATZ, F. (1998):

Milchdrüse

In: I. Rüsse, F. Sinowatz: Lehrbuch der Embryologie der Haustiere.

Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin, Hamburg, 403 - 406

STEPHAN, E. und A. GÖRLACH (1971):

Oberflächentemperaturmessungen mit Infrarotthermogrammen in der Veterinärmedizin (vorläufige Mitteilung).

Dtsch. Tierärztl. Wochenschrift 78, 330 - 332

- STRATMANN, N., K. FAILING, A. WEHREND (2006):  
Untersuchung zur Lokalisation und Dignität von Mammatumoren bei Hündinnen mit multiplen Gesäugeneoplasien.  
Tierärztl. Praxis, 34 (K), 23 – 28
- STRÄULI, P., R. IN-ALBON und G. HAEMMERLI (1983):  
Morphological studies on V2 carcinoma invasion and tumorassociated connective tissue changes in the rabbit mesentery.  
Cancer Res. 43, 95 – 111
- STRÖMBERG, B. (1971 a):  
The normal and diseased superficial flexor tendon in race horses – II.  
Thermography of the tendon.  
Acta Radiol. Suppl. 305, 40 – 54
- TAYLOR, G. N., L. SHABESTARI, J. WILLIAMS, C. W. MAYA, W. ANGUS und S. MC. FARLAND (1976):  
Mammary neoplasia in a closed beagle colony.  
Cancer Res. 36 (8), 2740 – 2743
- THEILEN, G. H. und B. R. MADEWELL (1979):  
Tumors of the mammary gland.  
In: G. H. Theilen, B. R. Madewell: Veterinary cancer medicine.  
2nd edition, Lea & Febiger, Philadelphia, 192 – 203
- TRICOIRE, J., L. MARIEL, P. AMIEL, G. POIROT, J. LACOUR und S. FAIBISOWICZ (1970):  
Thermographie en plaque de 300 malades atteints d`affection variées du sein.  
Presse Med. 78, 2483 – 2491
- TURNER, T. A., R. C. PUROHIT und J. F. FESSLER (1986):  
Thermography: A Review in Equine Medicine.  
Continuing Education Article 7, 8, 855 – 861
- TURNER, T. A., (1991):  
Thermography as an aid to the clinical lameness evaluation.  
Vet. Clin. North Am. Equine Pract. 7, 311 - 338
- TURNER, T. A., (2001):  
Diagnostic thermography.  
Vet. Clinics of North America, 17 (1), 95 – 113
- ULMER, H. U., K. WÜRTHNER, K. M. LÜDECKE (1984):  
Vergleich von Mikrowellen- und Infrarotthermographie bei der Entdeckung von malignen Brusttumoren.  
Fortschr. Röntgensch. 141, 208 – 211

VADEN, M. F., R. C. PUROHIT, M. D. Mc COY, J. T. VAUGHAN (1980):  
Thermography: a technique for subclinical diagnosis of osteoarthritis.  
Am. J. Vet. Res. 41, 1175 – 1179

VAILLANT, W. (1986):  
In: G. Lauth, R. Eulenburg: Thermographie der weiblichen Brust.  
1. Auflage, Edition Medizin, VHC, Geleitwort

VAN DE RIJDT, C. (1994) :  
Untersuchungen zur Thermographie beim Hund.  
Vet. Med. Diss., Univ. Wien

VAN GARDEREN, E., J. F. SWENNENHUIS, E. HELLMEN, J. A. SCHALKEN  
(2001):  
Growth hormone induces tyrosyl phosphorylation of the transcription factors Stat5a  
and Stat5b in CMT-U335 canine mammary tumor cells.  
Domest. Anim. Endocrinol. 20, 123 – 135

VAN GARDEREN, E., J. A. SCHALKEN (2002):  
Morphogenic and tumorigenic potentials of the mammary growth hormone/growth  
hormone receptor system.  
Mol. Cell. Endocrinol. 197, 153 - 165

VON BOMHARD, D. und J. DREIACK (1977):  
Statistische Erhebung über Mammatumoren bei Hündinnen.  
Kleintierpraxis 22, 205 – 209

VON SANDERSLEBEN, J. (1968):  
Die malignen Mammatumoren der Hündin unter besonderer Berücksichtigung ihrer  
Prognose.  
Zbl. Vet. Med. (B) 15, 111 – 115

VON SANDERSLEBEN, J. (1976):  
Die Myoepithelzelle und ihre Bedeutung für die Histogenese für die Mammatumoren  
der Hündin.  
Berl. Münch. Tierärztl. Wochenschr. 89, 67 – 70

WAIBL, H., H. WILKENS und W. MÜNSTER (2005):  
Arterien, Venen  
In: R. Nickel, A. Schummer, E. Seiferle: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere  
K.-H. Habermehl, B. Vollmershaus, H. Wilkens, H. Waibl (Hrsg.)  
Bd. III, Kreislaufsystem, Haut- und Hautorgane.  
4., unveränderte Auflage, Parey Verlag Stuttgart 2005, 74 – 275

WALTER, J. H., K. SCHWEGLER (1992):  
Untersuchungen zur Häufigkeit von Neoplasien bei seziierten Hunden in Berlin  
(West).  
J. Vet. Med. A 39, 328 - 341

WALTER, J. H., K. GUTBERLET, K. SCHWEGLER, R. RUDOLPH (1997):  
Vorkommen und Häufigkeiten caniner Neoplasien im Sektionsgut.  
Kleintierpraxis 42, 273 – 284

WARNER, M. R. (1976):  
Age incidence and site distribution of mammary dysplasias in young beagle bitches.  
J. Natl. Cancer Inst. 57, 57 – 61

WEIL, M. (1997):  
Die Thermographie am Fuß des Pferdes – eine Überprüfung ihrer diagnostischen Aussagekraft.  
Vet. Med. Diss., JLU Gießen

WEIL, M., L. F. LITZKE, R. FRITSCH (1998):  
Diagnostische Aussagekraft der Thermographie bei Lahmheiten des Pferdes.  
Tierärztl. Praxis, Großtiere, 26 (6), 346 - 354

WEISS, E. (1984):  
Die Metastasierung von Spontantumoren der Haustiere.  
Verh. Dtsch. Ges. Pathol. 68, 67 – 76

WENDT, K., H. BOSTEDT, H. MIELKE, H. W. FUCHS (1994):  
Gesäugekrankheiten bei Hund und Katze.  
In: Euter- und Gesäugekrankheiten.  
Gustav Fischer Verlag, 492 – 509

WIEBOLDT, A. (1966):  
Venen der Körperwand des Hundes und der Katze.  
Vet. Med. Diss., Ti Ho Hannover

WIELAND, M. (1992):  
Gegenüberstellung thermographischer und knochenszintigraphischer Befunde beim Pferd.  
Vet. Med. Diss., Uni Zürich

WEY, N. (1998):  
Mammatumoren bei der Hündin: klinische Verlaufsstudie (1995 – 1997) und hormonelle Abhängigkeit unter besonderer Berücksichtigung von 17 $\beta$ -Östradiol und Progesteron.  
Vet. Med. Diss., FU Berlin

WEY, N., B. KOHN, K. GUTBERLET, R. RUDOLPH, L. BRUNNBERG (1999):  
Mammatumoren bei der Hündin: klinische Verlaufsstudie (1995 – 1997).  
Kleintierpraxis 44, 565 – 578

WILKINSON, G. T. (1971):  
The treatment of mammary tumors in the bitch and a comparison with the cat.  
Vet. Rec. 89, 13 – 16

WILSON, G. P. (1981):

Mammary glands: their development and diseases.

In: BOJRAB, M. J.: Pathophysiology in small animal surgery.

Lea & Febiger, Philadelphia, 394 – 404

WITHROW, S. J. und E. G. Mc EWEN (1996):

Tumors of the mammary gland.

In: Small animal clinical oncology.

2nd edition, W. B. Saunders Comp., Philadelphia, London, Toronto, Montreal, Sydney, 356 – 372

WURM, S., S. UEBERSCHÄR und I. NOLTE (1993):

Aussagekraft der Zystologie bei Haut- und Mammatumoren des Hundes.

Mh. Vet. Med. 48, 473 – 478

YAMAGAMI, T., T. KOBAYASHI, K. TAKAHASHI, M. SUGIJAMA (1996):

Influence of ovariectomy at the time of mastectomy on the prognosis for canine malignant mammary tumours.

J. Small Anim. Pract. 37, 462 – 464

ZANINOVIC, P., V. SIMCIC (1994):

Epidemiology of mammary tumours in dogs.

Eur. J. Companion Anim. Pract. 4, 67 – 76

ZIPS, U. und S. ZIPS (1991):

Fallbericht. Intraokulare Metastasen eines Adenokarzinoms beim Hund.

Kleintierpraxis 36, 203 – 205

## 9. Anhang

**Tabelle 10: Homogenitäten und die Farbigkeiten der Mammakomplexe aller untersuchter Hündinnen, mit Ausnahme der 30 Tumorträgerinnen**

Untersuchte Hündin	Alter	Gewicht	T 1		T 2		A 1		A 2		I		Untersuchte Hündin	Alter	Gewicht	T 1		T 2		A 1		A 2		I														
			Farbe	Hom				Farbe	Hom	Farbe	Hom	Farbe	Hom	Farbe	Hom	Farbe	Hom	Farbe	Hom																			
1	1,00	24,3	3	2	3	1	3	1	4	1	4	1	41	11,00	25,0	4	1	5	1	5	2	5	2	5	1													
2	1,00	23,1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	4	1	42	11,40	18,6	4	1	4	1	5	2	5	2	5	1											
3	1,00	22,0	3	1	3	2	3	1	3	1	3	1	43	10,50	25,8	4	2	4	1	5	2	5	1	5	1	43	10,50	25,8	4	2	4	1	5	2	5	1	5	1
4	0,90	19,5	3	1	3	1	3	2	3	1	4	1	44	11,40	21,6	4	1	4	1	4	1	5	1	5	1	44	11,40	21,6	4	1	4	1	4	1	5	1	5	1
5	1,00	25,1	3	1	3	1	3	1	4	1	4	1	45	9,70	23,5	4	1	4	1	5	1	5	1	5	1	45	9,70	23,5	4	1	4	1	5	1	5	1	5	1
6	1,00	22,6	3	2	3	2	3	1	3	1	4	1	46	7,50	20,8	4	1	5	1	5	1	5	1	5	1	46	7,50	20,8	4	1	5	1	5	1	5	1	5	1
7	0,90	22,8	3	1	3	1	3	1	3	1	4	1	47	6,10	24,0	4	2	5	2	5	1	5	1	5	1	47	6,10	24,0	4	2	5	2	5	1	5	1	5	1
8	1,10	20,3	3	1	3	1	3	1	4	1	4	1	48	5,20	21,9	4	1	5	1	5	1	5	1	5	1	48	5,20	21,9	4	1	5	1	5	1	5	1	5	1
9	1,10	24,1	3	1	3	1	3	1	4	1	4	1	49	4,70	22,7	4	1	4	1	5	1	5	1	5	1	49	4,70	22,7	4	1	4	1	5	1	5	1	5	1
10	1,00	25,6	3	2	3	1	4	1	4	1	4	1	50	8,10	24,9	5	2	5	1	5	1	5	1	5	1	50	8,10	24,9	5	2	5	1	5	1	5	1	5	1
11	1,10	23,2	3	1	3	2	3	2	4	1	4	1	51	2,60	19,6	4	1	4	1	5	1	5	1	5	1	51	2,60	19,6	4	1	4	1	5	1	5	1	5	1
12	1,10	22,7	3	1	3	1	4	1	4	1	4	1	52	11,00	26,3	5	2	5	1	5	1	5	1	5	1	52	11,00	26,3	5	2	5	1	5	1	5	1	5	1
13	1,10	24,9	3	1	3	1	3	1	4	1	4	1	53	3,10	23,5	4	1	4	1	5	1	5	1	5	1	53	3,10	23,5	4	1	4	1	5	1	5	1	5	1
14	1,20	21,0	3	1	3	1	3	1	3	1	4	1	54	7,30	25,9	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	54	7,30	25,9	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
15	0,90	22,6	3	2	3	1	3	1	3	1	4	1	55	9,10	25,4	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	55	9,10	25,4	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
16	4,20	18,3	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	56	6,90	18,4	5	2	5	1	5	1	5	1	5	1	56	6,90	18,4	5	2	5	1	5	1	5	1	5	1
17	5,10	25,5	3	1	3	1	4	1	4	1	4	1	57	8,40	21,7	4	2	5	2	5	1	5	1	5	1	57	8,40	21,7	4	2	5	2	5	1	5	1	5	1
18	4,30	24,2	3	1	3	1	3	1	3	1	4	1	58	5,10	20,9	4	1	5	1	5	1	5	1	5	1	58	5,10	20,9	4	1	5	1	5	1	5	1	5	1
19	5,10	26,1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	59	7,20	19,2	5	2	5	2	5	1	5	1	5	1	59	7,20	19,2	5	2	5	2	5	1	5	1	5	1
20	6,00	25,8	4	2	4	1	4	1	4	1	4	1	60	4,60	22,0	4	1	5	1	5	1	5	1	5	1	60	4,60	22,0	4	1	5	1	5	1	5	1	5	1
21	4,20	18,5	3	1	3	1	3	1	4	1	4	1	61	12,50	24,3	4	1	5	1	5	2	6	1	6	1	61	12,50	24,3	4	1	5	1	5	2	6	1	6	1
22	5,10	23,4	3	1	3	2	3	1	4	1	4	1	62	6,30	26,9	5	1	5	1	6	1	6	1	6	1	62	6,30	26,9	5	1	5	1	6	1	6	1	6	1
23	4,30	24,5	3	1	3	1	3	1	3	1	4	1	63	8,10	18,6	5	2	5	1	6	1	6	1	6	1	63	8,10	18,6	5	2	5	1	6	1	6	1	6	1
24	4,40	25,7	3	1	3	1	3	1	4	1	4	1	64	9,20	25,1	5	1	5	1	6	1	6	1	6	1	64	9,20	25,1	5	1	5	1	6	1	6	1	6	1
25	5,10	25,1	3	1	3	1	3	1	4	1	4	1	65	11,20	23,11	6	1	6	1	6	1	6	1	6	1	65	11,20	23,11	6	1	6	1	6	1	6	1	6	1
26	5,40	19,3	3	1	3	1	3	1	4	1	4	1	66	7,70	26,10	5	1	5	1	6	1	6	1	6	1	66	7,70	26,10	5	1	5	1	6	1	6	1	6	1
27	4,70	22,8	3	1	3	1	4	1	4	1	4	1	67	10,00	24,7	5	1	5	2	6	2	6	1	6	1	67	10,00	24,7	5	1	5	2	6	2	6	1	6	1
28	5,20	25,9	3	2	3	1	3	1	4	1	4	1	68	4,50	20,11	5	2	5	1	5	1	6	1	6	1	68	4,50	20,11	5	2	5	1	5	1	6	1	6	1
29	6,00	25,7	3	1	3	1	4	2	4	1	4	1	69	6,60	26,9	5	1	5	1	6	1	6	1	6	1	69	6,60	26,9	5	1	5	1	6	1	6	1	6	1
30	5,70	24,1	3	1	3	1	3	1	4	1	4	1	70	7,80	20,8	5	1	5	1	6	1	6	1	6	1	70	7,80	20,8	5	1	5	1	6	1	6	1	6	1
31	9,50	14,0	4	1	4	1	4	1	5	1	5	1	71	9,00	25,10	5	1	5	2	6	1	6	1	7	1	71	9,00	25,10	5	1	5	2	6	1	6	1	7	1
32	10,00	24,5	4	1	4	1	4	1	5	1	5	1	72	11,30	21,7	5	1	6	1	6	1	6	1	6	1	72	11,30	21,7	5	1	6	1	6	1	6	1	6	1
33	10,10	24,0	4	1	4	1	5	1	5	1	5	1	73	13,00	20,8	6	1	6	1	6	1	7	1	7	1	73	13,00	20,8	6	1	6	1	6	1	7	1	7	1
34	9,60	20,9	4	1	4	1	4	1	5	1	5	1	74	10,10	21,6	5	1	6	1	6	1	7	1	7	1	74	10,10	21,6	5	1	6	1	6	1	7	1	7	1
35	9,70	23,0	4	2	4	2	4	1	5	1	5	1	75	8,70	25,8	6	1	6	1	6	1	6	1	6	1	75	8,70	25,8	6	1	6	1	6	1	6	1	6	1
36	10,00	19,7	4	1	4	1	4	1	5	1	5	1	76	4,10	25,7	5	1	5	1	5	1	6	2	6	1	76	4,10	25,7	5	1	5	1	5	1	6	2	6	1
37	10,00	24,3	4	1	4	2	4	1	5	1	5	1	77	7,20	24,11	5	2	5	1	5	1	6	1	6	1	77	7,20	24,11	5	2	5	1	5	1	6	1	6	1
38	9,80	25,8	4	2	4	2	5	2	5	1	5	1	78	8,10	20,8	5	1	6	1	6	1	6	1	6	1	78	8,10	20,8	5	1	6	1	6	1	6	1	6	1
39	10,20	22,1	4	1	4	1	4	1	5	1	5	1	79	6,00	23,10	5	1	5	1	6	1	6	1	6	1	79	6,00	23,10	5	1	5	1	6	1	6	1	6	1
40	10,10	23,4	4	2	4	2	5	1	5	1	5	1	80	4,50	18,3	5	1	5	1	5	1	6	1	6	1	80	4,50	18,3	5	1	5	1	5	1	6	1	6	1

Altersangabe in Jahren  
Gewichtsangabe in kg

**T1** : Erster thorakaler Mammakomplex  
**T2** : Zweiter thorakaler Mammakomplex  
**A1** = Erster abdominaler Mammakomplex  
**A2** = Zweiter abdominaler Mammakomplex  
**I** = Inguinaler Mammakomplex

**Hom = Homogenität**  
1 = homogen  
2 = inhomogen

**Farbe**  
1 = kastanienbraun  
2 = ockergelb  
3 = hellgrün  
4 = dunkelgrün  
5 = hellblau  
6 = blau  
7 = marineblau  
8 = violett

1 - 15 = juvenile Hündinnen  
16 - 30 = Hündinnen mittleren Alters  
31 - 45 = alte Hündinnen  
46 - 60: Hündinnen mit einer zurückliegenden Trächtigkeit  
61 - 75: Hündinnen mit drei bis sechs zurückliegenden Trächtigkeiten  
76 - 80: Hündinnen mit einer Lactatio falsa

Frau Prof. Dr. Poulsen Nautrup danke ich für die Überlassung des Themas  
und für die unermüdliche Förderung und Betreuung dieser Arbeit.

Herrn Dr. Duda vom Klinikum der Philipps-Universität Marburg danke ich für  
die Bereitstellung des Thermographie-Equipments.