

Aus der Universitäts-Frauenklinik
der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i. Br.

**Ultraschallkriterien solider Herdbefunde der Brust
unter Berücksichtigung des
BI-RADS[®] Ultraschall-Lexikons**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung des Medizinischen Doktorgrades

der Medizinischen Fakultät

der Albert-Ludwigs-Universität

Freiburg i. Br.

vorgelegt 2007

von Nina Christine Abler

geboren in Bad Waldsee

Dekan
1. Gutachter
2. Gutachter
Jahr der Promotion

Prof. Dr. med. Christoph Peters
PD Dr. med. Dirk Watermann
PD Dr. med. Nadir Ghanem
2007

Meinen lieben Eltern gewidmet

**Ultraschallkriterien solider Herdbefunde der
Brust unter Berücksichtigung des BI-RADS®
Ultraschall-Lexikons**

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
1.1. Einblick	1
1.2. Daten und Fakten	1
1.3. Bedeutung von Vorsorge und Früherkennung	1
1.4. Sonographie als Untersuchungsverfahren der Brust	2
1.5. BI-RADS® des American College of Radiology	3
1.6. Zielsetzung dieser Studie	3
2. Patientinnen, Materialien und Methoden	4
2.1. Studienart	4
2.2. Patientinnen	4
2.2.1. Einschlusskriterien	4
2.2.2. Erhebungszeitraum	4
2.3. Materialien und Methoden	5
2.3.1. Mammasonographie	5
2.3.2. Untersucher	5
2.3.3. Untersuchungsablauf	5
2.3.4. ACR BI-RADS® US Bogen	6
2.3.5. Histologische Diagnosen	7
2.3.6. Datenerhebung	7
2.3.6.1. Bogen zur Datenerhebung	7
2.3.6.2. Beschreibung der ACR-US Kriterien	8
2.3.7. Datenbank	12
2.4. Statistische Auswertung	13
3. Ergebnisse	14
3.1. Häufigkeitsverteilung der verschiedenen histologischen Diagnosen	14
3.2. Histologische Einteilung in benigne und maligne	15
3.2.1. Definition „benigne Herdbefunde“	15
3.2.2. Definition „maligne Herdbefunde“	16
3.3. Ultraschallkriterien	17
3.3.1. Form	17
3.3.2. Ausrichtung	18
3.3.3. Begrenzung	19
3.3.4. Randsaum	21
3.3.5. Echogenität	22
3.3.6. Posteriores Schallverhalten	23
3.3.7. Umgebendes Gewebe	24
3.3.8. Kalzifikationen	26
3.3.9. Besondere Fälle	27
3.3.10. Gefäßversorgung	28
3.3.11. Beurteilungskategorien	30
3.3.12. Tabellarische Zusammenfassung der Ergebnisse	32

4. Diskussion	34
4.1. Benigne Herdbefunde	35
4.1.1. Ultraschallkriterien benigner Herdbefunde	35
4.1.1.1. Form	35
4.1.1.2. Ausrichtung	36
4.1.1.3. Begrenzung	36
4.1.1.4. Randsaum	37
4.1.1.5. Echogenität	38
4.1.1.6. Posteriores Schallverhalten	38
4.1.1.7. Umgebendes Gewebe	39
4.1.1.8. Kalzifikationen	40
4.1.1.9. Besondere Fälle	40
4.1.1.10. Gefäßversorgung	40
4.1.1.11. Beurteilungskategorien	41
4.2. Maligne Herdbefunde	42
4.2.1. Ultraschallkriterien maligner Herdbefunde	42
4.2.1.1. Form	42
4.2.1.2. Ausrichtung	42
4.2.1.3. Begrenzung	43
4.2.1.4. Randsaum	44
4.2.1.5. Echogenität	45
4.2.1.6. Posteriores Schallverhalten	45
4.2.1.7. Umgebendes Gewebe	46
4.2.1.8. Kalzifikationen	47
4.2.1.9. Gefäßversorgung	47
4.2.1.10. Beurteilungskategorien	48
4.3. Kritikpunkte und mögliche Fehlerquellen	49
4.3.1. Kritik an dieser Studie und mögliche Fehlerquellen	49
4.3.1.1. Untersucherabhängigkeit der Befunde	49
4.3.1.2. Mögliche Kritikpunkte an dieser Studie	49
4.3.2. Kritikpunkte und mögliche Fehlerquellen bezüglich des BI-RADS® US-Lexikons	50
4.4. Bewertung des BI-RADS® US-Lexikons zur Einschätzung der Dignität solider Herdbefunde der Brust	51
5. Zusammenfassung	52
6. Literaturverzeichnis	53
Anlage 1	59
Danksagung	61
Lebenslauf	62

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Häufigkeitsverteilung der histologischen Diagnosen.....	14
Tabelle 2: Ultraschallkriterium Form.....	17
Tabelle 3: Ultraschallkriterium Ausrichtung.....	18
Tabelle 4: Ultraschallkriterium Begrenzung	19
Tabelle 5: Ultraschallkriterium Randsaum.....	21
Tabelle 6: Ultraschallkriterium Echogenität	22
Tabelle 7: Ultraschallkriterium Posteriores Schallverhalten.....	23
Tabelle 8: Ultraschallkriterium Umgebendes Gewebe	24
Tabelle 9: Ultraschallkriterium Kalzifikationen.....	26
Tabelle 10: Ultraschallkriterium Gefäßversorgung.....	28
Tabelle 11: Beurteilungskategorien	30
Tabelle 12: Zusammenfassung der Ergebnisse	32

Abbildungsverzeichnis

Abb.1: Häufigkeitsverteilung Histologie	15
Abb.2: Ultraschallkriterium Form.....	17
Abb.3: Ultraschallkriterium Ausrichtung.....	18
Abb.4: Ultraschallkriterium Begrenzung	20
Abb.5: Ultraschallkriterium Randsaum.....	21
Abb.6: Ultraschallkriterium Echogenität	22
Abb.7: Ultraschallkriterium Posteriores Schallverhalten.....	23
Abb.8: Ultraschallkriterium Umgebendes Gewebe.....	25
Abb.9: Ultraschallkriterium Kalzifikationen.....	27
Abb.10: Ultraschallkriterium Gefäßversorgung.....	29
Abb.11: Beurteilungskategorien.....	31

Abkürzungsverzeichnis

ACR	American College of Radiology
BI-RADS	Breast Imaging Reporting and Data System
CA	Karzinom
KM	Kontrastmittel
L:AP	Länge : anterior-posteriorer Durchmesser
MR	Magnetresonanz
NVW	Negativer Vorhersagewert
PVW	Positiver Vorhersagewert
US	Ultraschall

1. Einleitung

1.1. Einblick

Frauen, die an Brustkrebs erkranken, werden mit einer lebensbedrohlichen Erkrankung konfrontiert und befinden sich in einer Situation, die ihr Leben psychisch, physisch und gesellschaftlich verändert und einschränkt (Schmid-Buchi et al. 2005). Die Angst vor dieser Erkrankung ist daher sehr groß und auch weit verbreitet.

Obwohl tastbare Knoten in der Brust oder mittels bildgebenden Verfahren diagnostizierte Veränderungen, zu einem großen Teil gutartig sind, ist die Verunsicherung der Patientinnen dadurch enorm und die Situation belastend. Da viele dieser Befunde außerdem bioptisch gesichert werden müssen, kommt das Warten auf das histologische Ergebnis und die Angst vor belastenden Untersuchungen (Stanzuntersuchungen, Bestrahlungen) hinzu.

1.2. Daten und Fakten

Brustkrebs ist die häufigste bösartige Erkrankung bei Frauen unter 70, und die häufigste Todesursache bei Frauen unter 50 (Kessler et al. 2001). Nach Parkin et al. (2005) ist Brustkrebs außerdem die Krebserkrankung mit der weltweit höchsten Prävalenz.

In Deutschland ist die Prävalenz des Brustkrebs nach Becker (2001) ebenfalls die höchste aller Krebserkrankungen, die Inzidenz beträgt 45 000, die jährlichen Todesfälle 18 000.

1.3. Bedeutung von Vorsorge und Früherkennung

Eine kausale Prophylaxe bei Brustkrebs ist nicht bekannt. Allein eine frühzeitige Diagnose, vor dem Auftreten von Lymphknoten- oder hämatogenen Metastasen, verbessert die Prognose. Außerdem ermöglicht eine frühzeitige Diagnose in bis zu 70% der Fälle eine brusterhaltende Therapie (Kessler et al. 2001).

1.4. Sonographie als Untersuchungsverfahren der Brust

Sonographische Untersuchungen bei Herdbefunden der Brust sind längst etabliert bei der Unterscheidung zwischen zystischen und soliden Läsionen. Allerdings wird dieses Untersuchungsverfahren nicht optimal ausgenutzt, wenn es auf oben genannte Differenzierung begrenzt bleibt. Ultraschalluntersuchungen können eine tragende Rolle in der Detektion des Brustkrebses einnehmen (Zonderland 2000). So wird die Sonographie bereits erfolgreich als zusätzliche Untersuchung zur Mammographie angewendet (Zonderland et al. 1999, Staren et al. 1998). Auch für sich allein stellt die Sonographie ein adäquates Untersuchungsverfahren für Brustbefunde dar (Fine et al. 2004).

In einer Studie von van Oord et al. (1991) wurde eine Befunddarstellung mittels Ultraschall im Vergleich zur Mammographie sogar als signifikant sensitiver bezüglich der Diagnostik maligner, tastbarer Herdbefunde der Brust beschrieben.

Derzeit ist die Sonographie der Brust bei der Früherkennung der Mammographie jedoch unterlegen und es fehlen valide Daten zum Ultraschall-Screening.

Die Technik des Ultraschalls ist recht einfach zu handhaben und das Untersuchungsverfahren weist an sich schon viele Vorteile auf. So ist die Sonographie im Gegensatz zur Mammographie nicht mit einer Strahlenbelastung verbunden. Die Untersuchung ist kaum belastend für die Patientin und auch der Kostenfaktor ist nicht zu vernachlässigen. Dies würde sich vor allem bei möglichen Screeninguntersuchungen bemerkbar machen.

Da sich sonographische Merkmale für gutartige und bösartige Befunde häufig überschneiden, müssen Herdbefunde der Brust, die Anzeichen für Malignität aufweisen, bioptisch untersucht werden, um ihre Malignität oder Benignität zu sichern. Die große Anzahl der Biopsien, die an gutartigen Veränderungen durchgeführt werden, sei es aufgrund der Angst der Patientinnen, aufgrund Unsicherheit der Untersucher oder aufgrund von klinischen Standards, wurde längst als zusätzliches Problem erkannt (Constantini et al. 2006).

Da außerdem viele Untersucher verschiedene Beschreibungen für solide Herdbefunde der Brust verwenden, resultiert dies nicht zuletzt in abweichenden Diagnosen. Eine Überarbeitung von Definitionen, eventuell zusätzlich bildliche Beispiele und Richtlinien, nach denen die

Diagnostik optimiert werden kann, scheint daher äußerst sinnvoll. Unter anderem Baker et al. (1999) hatten angeregt, dass dies ähnlich wie bei der Mammographie durch ein standardisiertes Lexikon ähnlich dem BI-RADS[®] geschehen könnte.

1.5. BI-RADS[®] des American College of Radiology

Das American College of Radiology wurde 1924 gegründet, um die Radiologie voranzubringen, die allgemeine Öffentlichkeit zu informieren und die Interessen der Radiologen zu repräsentieren. Sowohl die diagnostische als auch die therapeutische Radiologie sind hierbei vertreten.

Das ACR hat das Breast Imaging Reporting and Data System (BI-RADS[®]) 1992 erstmals veröffentlicht. Anfangs enthielt der BI-RADS[®] Atlas nur Hilfen zur Diagnostik von Brustbefunden mittels Mammographie. Die vierte Auflage des BI-RADS[®] Atlas, die 2003 herausgegeben wurde, führt nicht nur Änderungen der bisherigen Version auf, sondern enthält auch eine Terminologie und eine BI-RADS[®] Kategorisierung für die Mammasonographie und die Kontrastmittel-gestützte Magnetresonanz (MR) Mammographie.

In der Mammographie hat sich das BI-RADS[®] Lexikon bereits bewährt und gilt als etabliertes Diagnoseverfahren (Zonderland et al. 2004, Baker et al. 1995, Liberman et al. 2002).

Die nun in der 2003 erschienenen Auflage des BI-RADS[®] Atlanten aufgeführten Anleitungen zur Ultraschall- und MR Mammographie müssen sich in der klinischen Anwendung erst noch behaupten.

1.6. Zielsetzung dieser Studie

Ziel dieser Studie war es, die Ultraschallkriterien und die darunter aufgeführten Merkmale des BI-RADS[®] US-Lexikons des American College of Radiology auf ihre Aussagekraft bezüglich der Dignitätseinschätzung solider Herdbefunde der Brust zu untersuchen.

2. Patientinnen, Materialien und Methoden

2.1. Studienart

Es handelt sich bei der vorliegenden Arbeit um eine monozentrische, prospektive Studie der Universitäts-Frauenklinik Freiburg. Ziel der Studie war eine verbesserte Dignitätsbestimmung solider, sonographisch feststellbarer Herdbefunde der Brust.

Besondere Berücksichtigung in der Studie fand das BI-RADS® (Breast Imaging Reporting and Data System) Ultraschall Manual des American College of Radiology.

2.2. Patientinnen

Über den Zeitraum von März 2004 bis April 2005 wurden insgesamt 350 Patientinnen in die Studie aufgenommen.

Die Rekrutierung erfolgte aus einem Kollektiv von Patientinnen, die zur Abklärung von soliden Herdbefunden sonographisch untersucht wurden.

Das Alter der rekrutierten Patientinnen reichte von 12 bis 84 Jahren. Zum Zeitpunkt der Untersuchung waren die Patientinnen im Durchschnitt 51,29 Jahre alt.

2.2.1. Einschlusskriterien

- Sonographisch feststellbarer Herdbefund
- Primärbefund

2.2.2. Erhebungszeitraum

Die vorliegenden Daten wurden im Zeitraum von März 2004 bis April 2005 gesammelt.

2.3. Materialien und Methoden

2.3.1. Mammasonographie

Bei der Ultraschalluntersuchung wurde das Ultraschallgerät Voluson V730 (Kretz-Technik Zipf, Österreich, Baujahr 2001) verwendet.

Die Ultraschallbefunde wurden mittels eines Linear-array Breitbandscanners von 5-12 Hz erhoben.

2.3.2. Untersucher

Die Untersuchungen wurden von insgesamt fünf verschiedenen, in der Mammasonographie erfahrenen Ärzten durchgeführt.

2.3.3. Untersuchungsablauf

Die Ultraschalluntersuchungen wurden im Rahmen der üblichen diagnostischen Abklärung von soliden Herdbefunden der Brust durchgeführt.

Die Histologie der Befunde war den Untersuchern während der sonographischen Untersuchung nicht bekannt.

Bei multiplem Auftreten solider Herdbefunde wurde jeweils nur der größte Befund beurteilt.

Die Einschätzung der Dignität der Herdbefunde erfolgte allein anhand der sonographischen Eigenschaften.

2.3.4. ACR BI-RADS® US Bogen

Der vom American College of Radiology 2003 herausgegebene BI-RADS® US Bogen umfasst folgende Kriterien:

- Form (*oval, rund, unregelmäßig*)
- Ausrichtung (*parallel, nicht parallel*)
- Begrenzung (*umschrieben, nicht umschrieben (unklar, eckig/kantig, mikrolobuliert, spikuliert)*)
- Randsaum (*abrupte Grenzfläche, echoreicher Halo*)
- Echogenität (*echoleer, hyperechogen, komplex, hypoechogen, isoechogen*)
- Posteriores Schallverhalten (*unverändert, verstärkt, abgeschwächt, kombinierte Muster*)
- Umgebendes Gewebe (*Milchgangsveränderungen, Veränderungen der Cooper-Ligamente, Ödem, Unterbrechung der Architektur, Verdickung der Haut, Retraktion und Unregelmäßigkeit der Haut*)
- Kalzifikationen (*Makrokalzifikationen, Mikrokalzifikationen außerhalb eines Herdes, Mikrokalzifikationen innerhalb eines Herdes*)
- Besondere Fälle (*gruppierte Mikrozysten, komplexe Zysten, Herde in oder auf der Haut, Fremdkörper, Lymphknoten – intramammär, Lymphknoten - axillär*)
- Gefäßversorgung (*nicht präsent oder nicht beurteilbar, präsent im Herdbefund, präsent in direkt angrenzendem Gewebe, diffus verstärkte Durchblutung im umliegenden Gewebe*)
- Beurteilungskategorie (*Kategorie 0 – unvollständig, Kategorie 1 – negativ, Kategorie 2 – gutartiger Befund, Kategorie 3 – wahrscheinlich gutartiger Befund, Kategorie 4 – verdächtige Abnormalität, Kategorie 5 – hochgradiger Verdacht auf Malignität, Kategorie 6 – bekannter Krebs*)

Für Kriterien wie „umgebendes Gewebe“, „Kalzifikationen“ und „besondere Fälle“ sind Mehrfachantworten vorgesehen.

2.3.5. Histologische Diagnosen

Die histologische Diagnosesicherung erfolgte mittels Feinnadelaspiration, Stanzbiopsie bzw. durch die histologische Aufarbeitung von operativ gewonnenem Material bei chirurgischer Entfernung des Befundes.

Der entsprechende histologische Befund wurde den Patientenakten entnommen.

Hierbei wurde unterschieden zwischen „keine Histologie“, „Carcinoma in Situ“, „duktales Karzinom“, „lobuläres Karzinom“, „anderes Karzinom“, „Fibroadenom“, „mastopathische Veränderung“, „Zyste“, „Narbe“ und „sonstiges“.

Unter die Einteilung „mastopathische Veränderung“ fielen Papillomatose, duktale und lobuläre Hyperplasien, Sklerose, Drüsenerkrankungen sowie umschriebene Fibrosierungen.

Die Einordnung der histologischen bzw. zytologischen Befunde erfolgte anhand der WHO-Klassifikation.

2.3.6. Datenerhebung

2.3.6.1. Bogen zur Datenerhebung

Zur Erhebung der gesammelten Daten wurde ein Formular erstellt (s. Anlage 1).

Dieses umfasst die Ultraschallkriterien des ACR, die Histologie des Befundes, den jeweiligen Untersucher und das Untersuchungsdatum sowie Name, Vorname, Geburtsdatum und die Patienten-Identifikations-Ziffer (PIZ) der jeweiligen Patientin.

2.3.6.2. Beschreibung der ACR-US Kriterien

- **Form:**

Oval	Elliptisch oder eiförmig (darf max. 2 oder 3 wellenförmige Ausbuchtungen (Undulationen) enthalten, z.B. „leicht lobuliert“ oder „makrolobuliert“).
Rund	Sphärisch, ballförmig, rund. Der anterior-posteriore Durchmesser entspricht dem transversalen Durchmesser.
Unregelmäßig	Weder rund noch oval, kann nicht mit einem geometrischen Begriff beschrieben werden.

- **Ausrichtung:**

Parallel	Lange Achse des Befundes verläuft parallel zur Hautlinie („weiter als hoch“ oder horizontal).
Nicht parallel	Der anterior-posteriore Durchmesser ist größer als der transversale oder horizontale Durchmesser. Auch schräg orientierte und runde Befunde gehören in diese Kategorie.

- **Begrenzung:**

Umschrieben	Gut definierte oder scharfe Begrenzung, mit abruptem Übergang zwischen dem Herdbefund und dem umliegenden Gewebe.
Nicht umschrieben	Der Befund weist eines oder mehrere der folgenden Merkmale auf: Unklar, eckig/kantig, mikrolobuliert oder spikuliert.
Unklar	Keine klare Grenzlinie zwischen dem Herd und dem umliegenden Gewebe
Eckig/kantig	Einige oder alle Ränder haben scharfe Ecken und bilden oft spitze Winkel.
Mikrolobuliert	Kleinbogige Wellen bedingen eine zahnradartige Erscheinung des Herdes.
Spikuliert	Der Rand wird durch scharfe Linien gebildet, die vom Herd wegzeigen.

- **Randsaum:**

Abrupte Grenzfläche	Eine scharfe Abgrenzung zwischen dem Herd und dem umliegenden Gewebe, die mit oder ohne einen echoreichen Streifen unterschiedlicher Dicke (Pseudokapsel) verbunden sein kann.
Echoreicher Halo	Die unscharfe Grenze zwischen dem Herd und dem umliegenden Gewebe wird von einer echoreichen Übergangszone ausgefüllt. Oft mit Karzinomen und Abszessen assoziiert.

- **Echogenität:**

Echoleer	Ohne interne Echos, ein schwarzes Loch bildend.
Hyperechogen	Die Echogenität des Befundes liegt über der des umgebenden Fettgewebes und ist etwa gleich dem fibroglandulären Parenchym.
Komplex	Der Herd enthält echoleere (zystische) und echogene (solide) Anteile.
Hypoechogen	Im Verhältnis zum Fettgewebe insgesamt echoärmer, wie z.B. bei komplexen Zysten und Fibroadenomen.
Isoechogen	Echogenität wie Fettgewebe. Solche Herde sind meist unauffällig, vor allem wenn sie in lobuliertem Fettgewebe liegen.

- **Posteriores Schallverhalten:**

Unverändert	Keine Verstärkung oder Abschwächung hinter dem Herd. Die Echogenität des Gewebes direkt hinter dem Herd ist gleich der Echogenität des angrenzenden Gewebes in derselben Tiefe.
Verstärkt	Die Schalltransmission durch den Herd erfolgt ungehindert. Die Verstärkung erscheint als eine hyperechogene, weißere Säule hinter dem Herd.
Abgeschwächt	Verminderte dorsale Echos; Randschatten sind ausgenommen.
Kombinierte Muster	Mehr als ein Muster der posterioren Schallfortleitung, sowohl Abschwächung, als auch Verstärkung.

- **Umgebendes Gewebe:**

Milchgangsveränderungen	Erweiterung mit intraduktalen Proliferationen und Mikroverkalkungen.
Veränderungen der Cooper-Ligamente	Streckung und Verdickung der Cooper-Ligamente.
Ödem	Vermehrte Echogenität des umgebenden Gewebes mit einem Netzwerk aus echoarmen Linien: die echoarmen Linien sind erweiterte Lymphbahnen und interstitielle Flüssigkeitsansammlungen. Im Unterschied zum Milchgangssystem, das eine radiäre Ausrichtung zeigt, findet sich bei ödematösen Arealen ein retikuläres Muster.
Unterbrechung der Architektur	Zerstörung der normalen anatomischen Ebenen.
Verdickung der Haut	Fokale oder diffuse Hautverdickung. Die Haut ist normalerweise dünner als 2mm mit Ausnahme des periareolären Bereichs und der unteren Brustabschnitte.
Retraktion und Unregelmäßigkeit der Haut	Die Hautoberfläche erscheint konkav oder ist schlecht abgrenzbar und erscheint nach innen gezogen.

- **Kalzifikationen:**

Makrokalzifikationen	Dies sind grobe Verkalkungen mit einer Größe von mehr als 0,5 mm. Sie führen zu einer Abschwächung des Schallstrahls und bedingen eine Schattenbildung.
Mikrokalzifikationen außerhalb eines Herdes	Mikrokalzifikationen, die im Fett oder fibroglandulären Gewebe liegen sind weniger auffällig als solche innerhalb eines Herdes. Kleine, gruppierte, echoreiche Flecken können manchmal im Gewebe identifiziert werden, weil sie ein Muster zeigen, das sich von dem quer getroffener Cooper-Ligamente unterscheidet. Weil sie einen zu kleinen Bereich des Schallstrahls einnehmen, bewirken Mikrokalzifikationen keinen Schallschatten. Wenn Kalzifikationen in ausreichender Anzahl vorhanden sind, können sie manchmal als zerstreutes oder gruppiertes Muster im, mit Ultraschall untersuchten Gewebeareal, wahrgenommen werden.
Mikrokalzifikationen innerhalb eines Herdes.	In einen Befund eingebettet, sind Mikroverkalkungen gut darstellbar. Die punktförmigen, hyperechogenen Foki sind in einem hypoechogenen Herd auffällig.

- **Besondere Fälle:**

Gruppierte Mikrozysten	Eine Gruppe von kleinsten echoleeren Foki, kleiner als 2-3 mm, mit dazwischenliegenden dünnen Septen (<0,5 mm). Abgrenzbare solide Anteile dürfen nicht vorhanden sein.
Komplexe Zysten	Gewöhnlich charakterisiert durch homogene, niedrig-nivellierte Echos. Komplizierte Zysten können auch Flüssigkeits-Schichten oder Flüssigkeits-Debris-Schichten aufweisen, die sich durch Lageänderung der Patientinnen verändern können.
Herde in oder auf der Haut	Diese Herde sind meistens klinisch offensichtlich. Sie umfassen seborrhische oder epidermale Einschlusszysten, Keloide, Naevi, Neurofibrome und akzessorische Brustwarzen. Wichtig ist es, die Grenze zwischen Haut und Parenchym zu beachten und sicherzustellen, dass die Veränderung zumindest teilweise in dem echoreichen Bande der Haut liegt.
Fremdkörper	Kann Markierungs-Clips, Spiralen, Draht, Kathettermanschetten, Silikon und Metall oder Glas traumatischer Genese enthalten. Silikon im Parenchym hat eine charakteristische echoreiche „schneesturmartige“ Erscheinung die bis tief in den Herd reicht und darunterliegende Strukturen verdeckt.
Lymphknoten – intramammär	Lymphknoten in der Brust, ähnlich kleinen Nieren mit echogenem Hilus und echoarmer Rinde.
Lymphknoten – axillär	Lymphknoten axillär, ähnlich kleinen Nieren mit echogenem Hilus und echoarmer Rinde.

- **Beurteilungskategorie:**

0 – unvollständig	Ergänzende Bildgebung vor endgültiger Einstufung erforderlich
1 – negativ	Kein Herdbefund
2 – gutartiger Befund	Keine Hinweise auf Malignität; z.B. Zysten
3 – wahrscheinlich gutartiger Befund	Malignität ist höchst unwahrscheinlich; z.B. Fibroadenom
4 – verdächtige Abnormalität	Geringe bis mäßige Krebs-Wahrscheinlichkeit, Biopsie sollte durchgeführt werden
5 – hochgradiger Verdacht auf Malignität	Beinahe sicherer Krebsbefund
6 – bekannter Krebs	Bioptisch gesicherte Malignität

2.3.7. Datenbank

Die gesammelten Daten wurden in einer Datenbank, basierend auf Windows Access (Version 97) angelegt.

Hierbei wurde eine Tabelle erstellt, die folgende Bestandteile enthält:

- ID (fortlaufende Nummerierung der Datensätze)
- Name
- Vorname
- Geburtsdatum
- Untersuchungsdatum
- PIZ (Patientinnen-Identifikations-Ziffer)
- Untersucher
- Ausschluss
- Ausschlussgrund
- Histologie
- Form
- Ausrichtung
- Begrenzung 1
- Begrenzung 2
- Begrenzung 3
- Begrenzung 4
- Begrenzung 5
- Begrenzung 6
- Randsaum
- Echogenität
- Posteriores Schallverhalten
- Umgebendes Gewebe 1
- Umgebendes Gewebe 2
- Umgebendes Gewebe 3
- Umgebendes Gewebe 4
- Umgebendes Gewebe 5
- Umgebendes Gewebe 6
- Kalzifikationen 1
- Kalzifikationen 2
- Kalzifikationen 3
- Besondere Fälle 1
- Besondere Fälle 2
- Besondere Fälle 3
- Besondere Fälle 4
- Besondere Fälle 5
- Besondere Fälle 6
- Gefäßversorgung
- Beurteilungskategorie

2.4. Statistische Auswertung

Beim verwendeten Test handelt es sich um den Pearsons X^2 -Test. Hierbei galt ein P-Wert kleiner als 0,05 als signifikant. Alle P-Werte wurden zweiseitig getestet.

Bei den Kategorien „Begrenzung“, „Umgebendes Gewebe“ und „Kalzifikationen“ bestand die Möglichkeit Mehrfachnennungen anzugeben. Um eine statistische Auswertung dieser Kategorien zu ermöglichen, wurden jeweils Reihungen vorgenommen. Berücksichtigt wurde dabei das vermutlich jeweils malignitäts-spezifischste Kriterium. Die Reihungen wurden wie folgt vorgenommen:

- Begrenzung: *Spikuliert > mikrolobuliert > eckig/kantig > unklar > nicht umschrieben > umschrieben.*
- Umgebendes Gewebe: *Unterbrechung der Architektur > Retraktion und Unregelmäßigkeit der Haut > Veränderungen der Cooper-Ligamente > Milchgangsveränderungen > Ödem > Verdickung der Haut*
- Kalzifikationen: *Mikrokalzifikationen innerhalb eines Herdes > Mikrokalzifikationen außerhalb eines Herdes > Makrokalzifikationen.*

Die statistische Auswertung erfolgte mit Hilfe des Analyseprogrammes SPSS für Windows, Version 13.0 (Chicago, Illinois, USA).

3. Ergebnisse

Von den 350 rekrutierten Patientinnen wurden 204 in die statistische Auswertung aufgenommen. Nicht ausgewertet wurden Patientinnen mit bekanntem Mammakarzinom, sowie alle Fälle, die unter die Kategorie „Besondere Fälle“ fielen.

Die „Besonderen Fälle“ wurden ausgeschlossen, da diese Fälle andere Ultraschallkriterien beeinflussen und bei maligner Entartung andere Ultraschallkriterien als solide intramammäre Herdbefunde erfüllen.

Das Alter der untersuchten Patientinnen reichte von 12 bis 84 Jahren. Zum Zeitpunkt der Untersuchung waren die Patientinnen im Durchschnitt 51,29 Jahre alt.

3.1. Häufigkeitsverteilung der verschiedenen histologischen Diagnosen

Die häufigsten histologischen Diagnosen waren Fibroadenome und mastopathische Veränderungen, gefolgt von duktalem Karzinomen.

Tabelle 1: Häufigkeitsverteilung der histologischen Diagnosen

Histologie	Anzahl	Häufigkeit in %
Keine	9	4,4
Carcinomata in Situ	2	1,0
Duktale Karzinome	60	29,4
Lobuläre Karzinome	14	6,9
Andere Karzinome	10	4,9
Fibroadenome	35	17,2
Mastopath. Veränderungen	35	17,2
Zysten	12	5,9
Narben	11	5,4
Sonstige	16	7,8
Summe	204	100

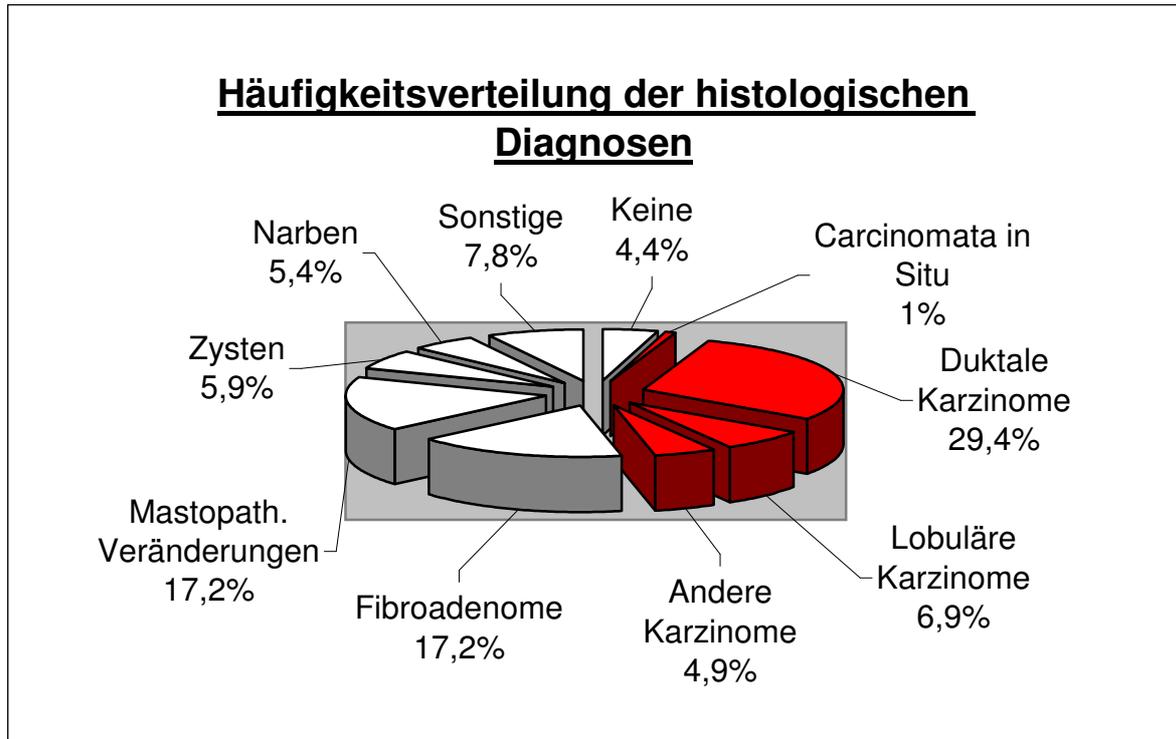


Abb.1: Häufigkeitsverteilung Histologie

3.2. Histologische Einteilung in benigne und maligne

Anhand der Histologie wurden die Befunde in „benigne“ und „maligne“ eingeteilt.

3.2.1. Definition „benigne Herdbefunde“

Zu „benigne Herdbefunde“ zählten die histologischen Diagnosen „Fibroadenome“, „mastopathische Veränderungen“, „Zysten“, „Narben“ und „sonstige“.

Unter die Einteilung „mastopathische Veränderungen“ fielen Papillomatosen, duktale und lobuläre Hyperplasien, sklerotische Veränderungen, Drüsenerkrankungen sowie umschriebene Fibrosierungen.

Bei fehlender histologischer Diagnosesicherung wurde der Herdbefund nur dann als gutartig eingestuft, wenn die Beurteilungskategorie 2 (gutartiger Befund) nicht überschritten wurde.

3.2.2. Definition „maligne Herdbefunde“

„Maligne Herdbefunde“ umfassten die histologischen Diagnosen „Carcinomata in Situ“, „duktale Karzinome“, „lobuläre Karzinome“ und „andere Karzinome“.

3.3. Ultraschallkriterien

3.3.1. Form

Bezüglich des Kriteriums „Form“ waren die meisten Herdbefunde mit ovaler Form, und alle mit runder Form, benigne (84,9% bzw. 100%).

Maligne Befunde zeichneten sich mehrheitlich durch eine unregelmäßige Form aus (75 von 86 Fällen).

Tabelle 2: Ultraschallkriterium Form

Form	Benigne		Maligne		Gesamt	
	N	%	N	%	N	%
Oval	62	84,9	11	15,1	73	35,8
Rund	5	100	0	0	5	2,5
Unregelmäßig	51	40,5	75	59,5	126	61,8
Fehlende Angaben	0	0	0	0	0	0
Summe	118	57,8	86	42,2	204	100

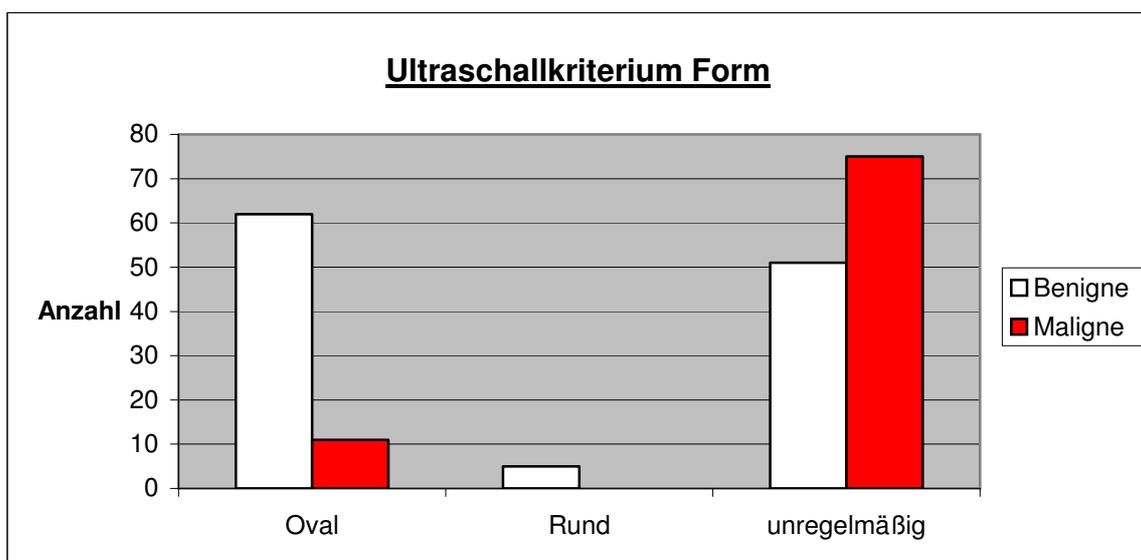


Abb.2: Ultraschallkriterium Form

3.3.2. Ausrichtung

Befunde mit paralleler Ausrichtung waren zu 81,7% benigne. Nicht parallele Befunde deuteten dagegen auf Malignität hin (66,7%).

Tabelle 3: Ultraschallkriterium Ausrichtung

Ausrichtung	Benigne		Maligne		Gesamt	
	N	%	N	%	N	%
Parallel	76	81,7	17	18,3	93	45,6
Nicht parallel	33	33,3	66	66,7	99	48,5
Fehlende Angaben	9	75	3	25	12	5,9
Summe	118	57,8	86	42,2	204	100

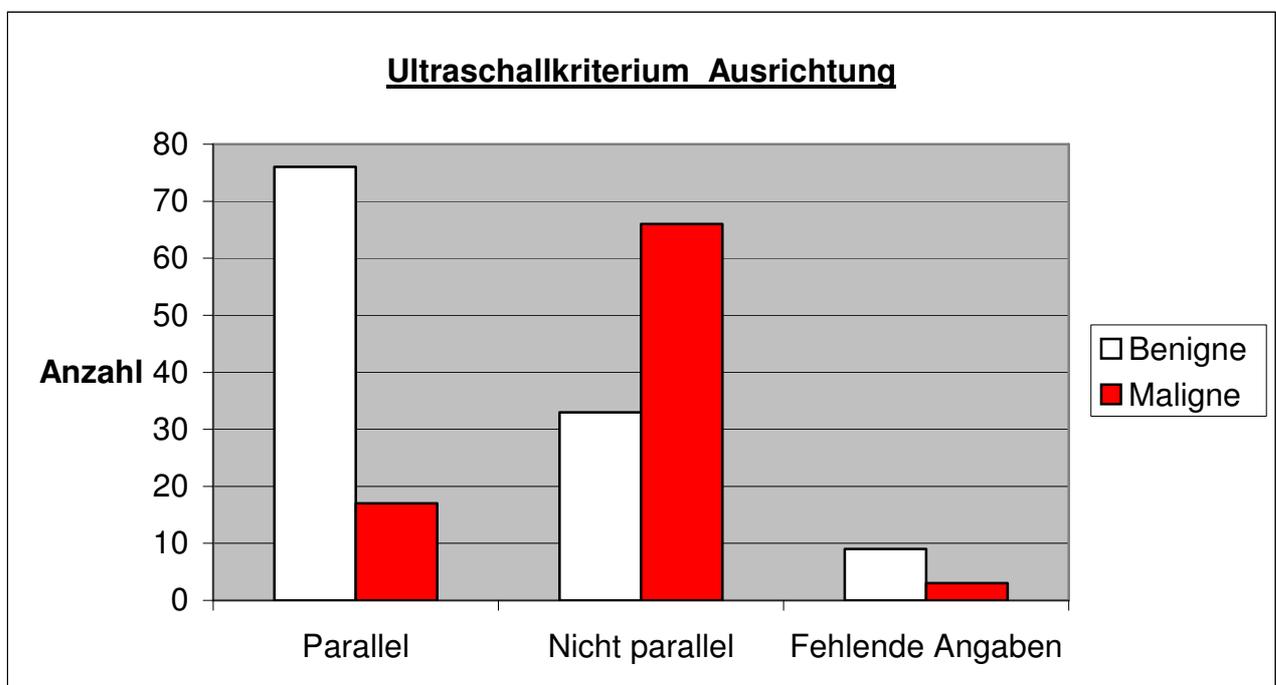


Abb.3: Ultraschallkriterium Ausrichtung

3.3.3. Begrenzung

202-mal wurde das Kriterium „Begrenzung“ beurteilt. Pro Befund wurden zum Teil mehrere Antworten angegeben.

Wegen dieser, insgesamt 41 Mehrfachnennungen, wurde aus Gründen der statistischen Auswertung, das jeweils malignitäts-spezifischste Kriterium berechnet.

Die Malignitäts-Reihenfolge wurde wie folgt angenommen:

Spikuliert > mikrolobuliert > eckig/kantig > unklar > nicht umschrieben > umschrieben.

Von den als, mit umschriebener Begrenzung, beschriebenen Befunden stellten sich 88% als gutartig heraus.

Die malignen Befunde wiesen vor allem die Merkmale „mikrolobuliert“ (80%) und „spikuliert“ (79,5%) auf.

Tabelle 4: Ultraschallkriterium Begrenzung

Begrenzung	Benigne		Maligne		Gesamt	
	N	%	N	%	N	%
Umschrieben	73	88,0	10	12,0	83	40,7
Nicht umschrieben	9	52,9	8	47,1	17	8,3
Unklar	16	50,0	16	50,0	32	15,7
Eckig/kantig	7	43,8	9	56,3	16	7,8
Mikrolobuliert	3	20	12	80	15	7,4
Spikuliert	8	20,5	31	79,5	39	19,1
Fehlende Angaben	2	100	0	0	2	0,9
Summe	118	57,8	86	42,2	204	100

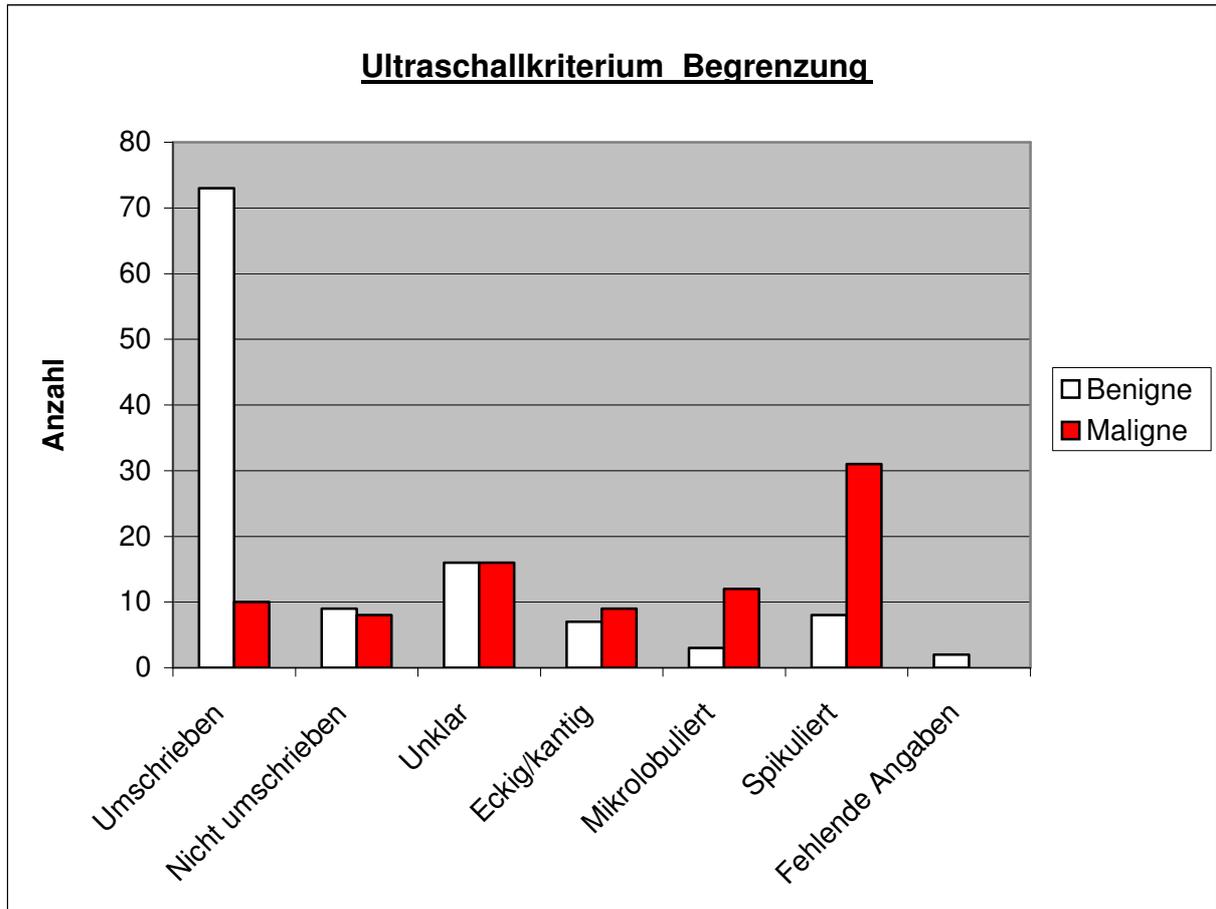


Abb.4: Ultraschallkriterium Begrenzung

3.3.4. Randsaum

Herdbefunde mit abrufter Grenzfläche waren in 71,7% benigne. Befunde mit echoreichem Halo stellten sich überwiegend als maligne heraus (73,8%).

Tabelle 5: Ultraschallkriterium Randsaum

Randsaum	Benigne		Maligne		Gesamt	
	N	%	N	%	N	%
Abrupte Grenzfläche	91	71,7	36	28,3	127	62,3
Echoreicher Halo	17	26,2	48	73,8	65	31,9
Fehlende Angaben	10	83,3	2	16,7	12	5,9
Summe	118	57,8	86	42,2	204	100

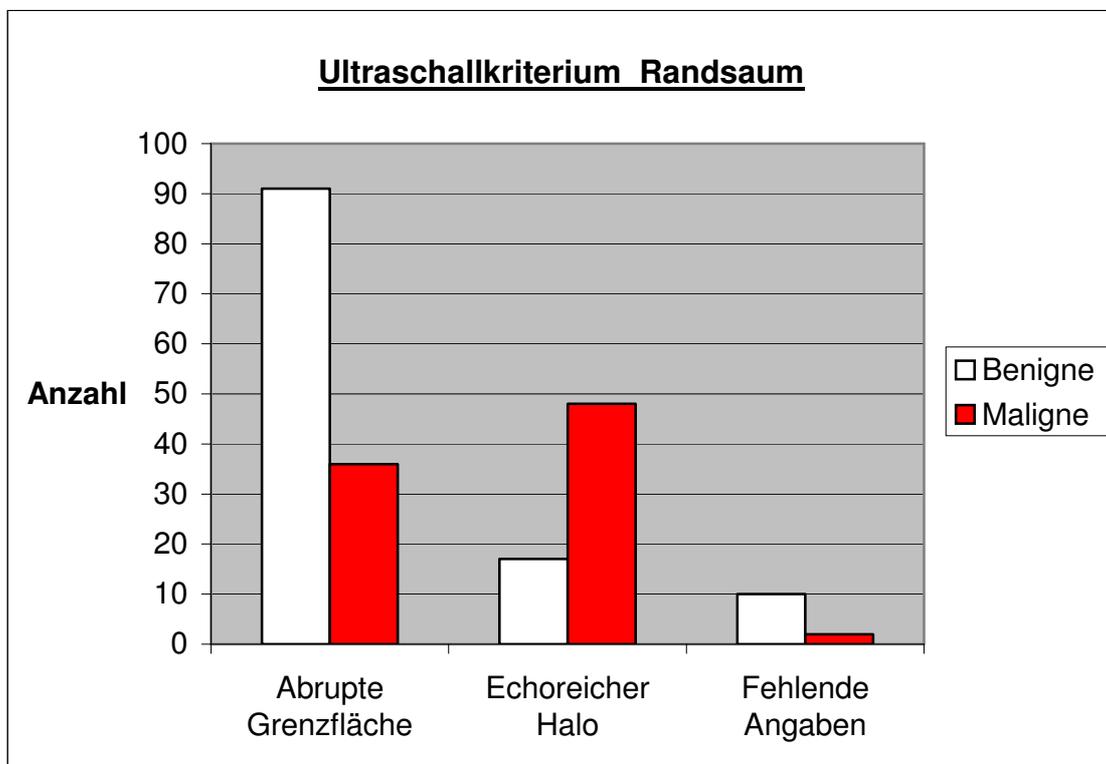


Abb.5: Ultraschallkriterium Randsaum

3.3.5. Echogenität

Echoleere und isoechogene Befunde waren zu 100% benign. Weiter waren die Kriterien „komplex“ und „hypoechogen“ mit 61,9% bzw. 53,2% eher benignen Befunden zuzuordnen. Das Kriterium „hyperechogen“ stand zu 60% für Malignität. Hyperechogenität eines Herdbefundes wurde allerdings nur in 2,5% der Fälle beobachtet.

Tabelle 6: Ultraschallkriterium Echogenität

Echogenität	Benigne		Maligne		Gesamt	
	N	%	N	%	N	%
Echoleer	12	100	0	0	12	5,9
Hyperechogen	2	40,0	3	60,0	5	2,5
Komplex	26	61,9	16	38,1	42	20,6
Hypoechogen	75	53,2	66	46,8	141	69,1
Isoechogen	1	100	0	0	1	0,5
Fehlende Angaben	2	66,7	1	33,3	3	1,5
Summe	118	57,8	86	42,2	204	100

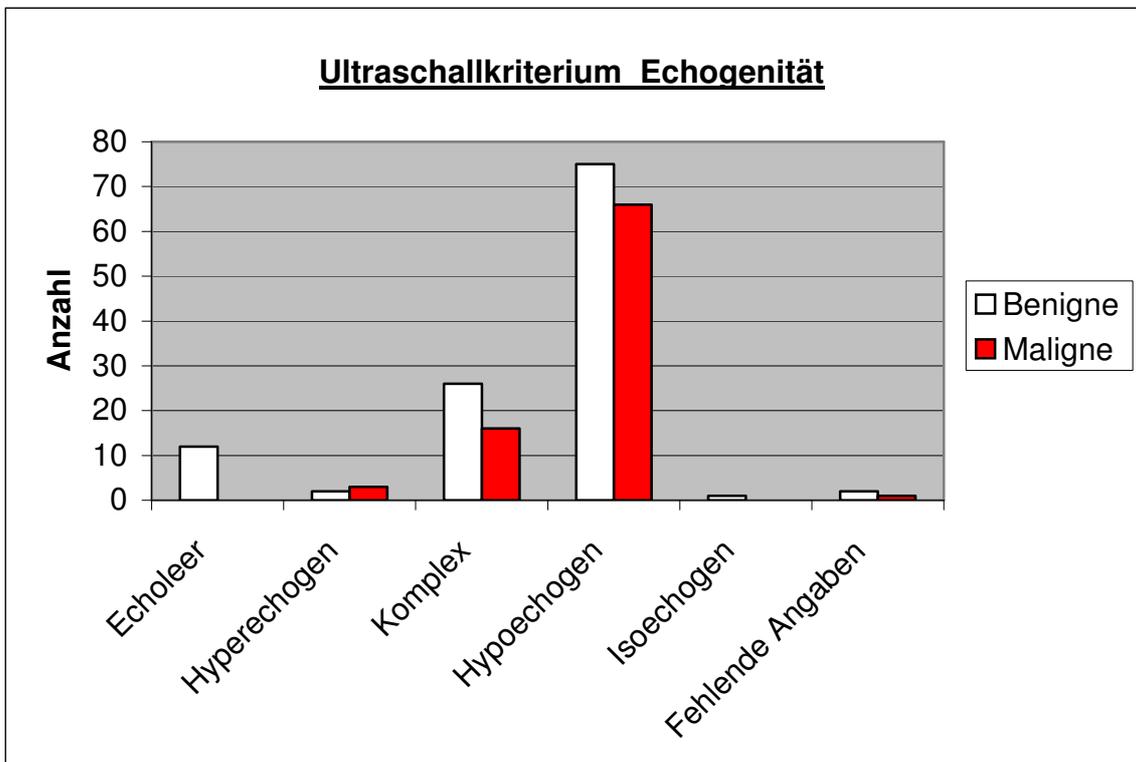


Abb.6: Ultraschallkriterium Echogenität

3.3.6. Posteriores Schallverhalten

Bezüglich des Kriteriums „Posteriores Schallverhalten“ waren die Merkmale „unverändert“, „verstärkt“ und „kombinierte Muster“ mit 62,5%, 80,6% bzw. 73,7% gutartigen Herdbefunden zuzuordnen, wohingegen „abgeschwächt“ mit 64,1% eher für Malignität sprach.

Tabelle 7: Ultraschallkriterium Posteriores Schallverhalten

Posteriores Schallverhalten	Benigne		Maligne		Gesamt	
	N	%	N	%	N	%
Unverändert	50	62,5	30	37,5	80	39,2
Verstärkt	29	80,6	7	19,4	36	17,6
Abgeschwächt	23	35,9	41	64,1	64	31,4
Kombinierte Muster	14	73,7	5	26,3	19	9,3
Fehlende Angaben	2	40	3	60	5	2,5
Summe	118	57,8	86	42,2	204	100

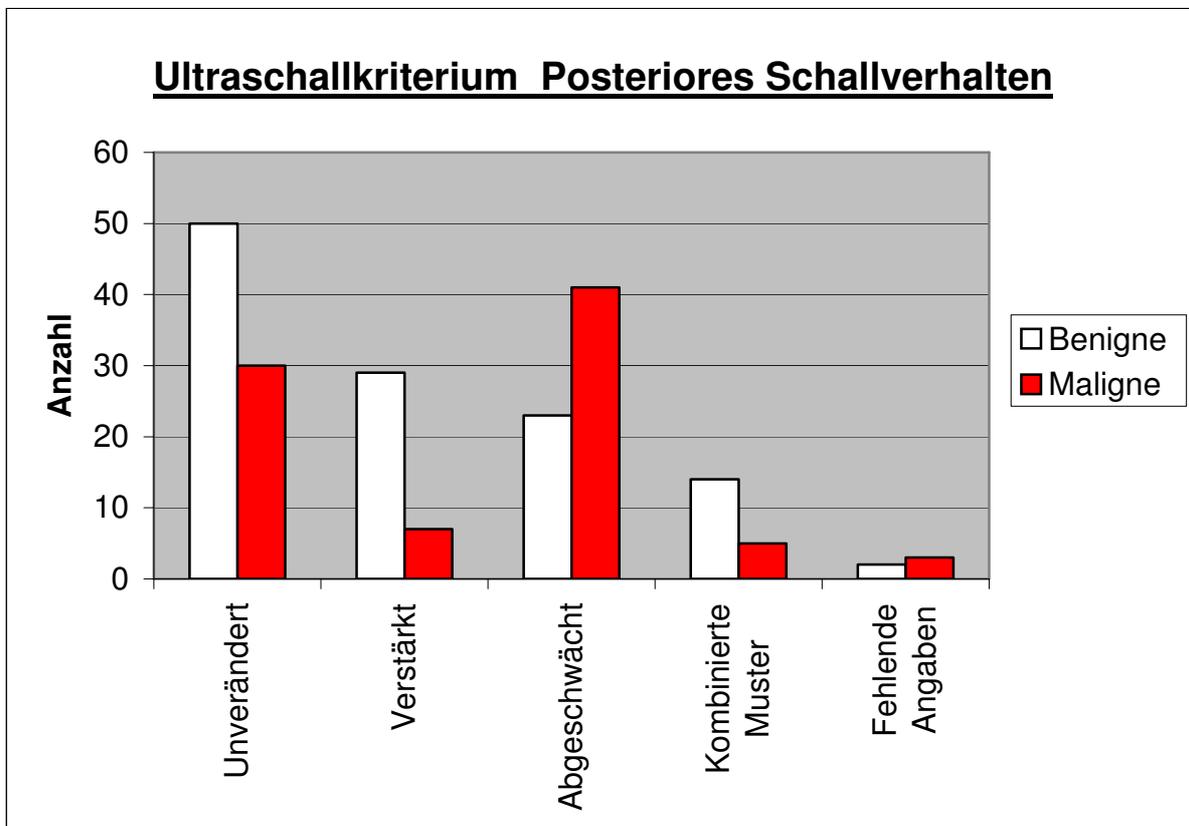


Abb.7: Ultraschallkriterium Posteriores Schallverhalten

3.3.7. Umgebendes Gewebe

Das Kriterium „Umgebendes Gewebe“ wurde 81mal beurteilt. Pro Befund waren mehrere Antworten möglich.

Aufgrund dieser Mehrfachnennungen (in 14 Fällen aufgetreten), wurde aus statistischen Gründen, nur das jeweils malignitäts-spezifischste Kriterium berechnet.

Die Malignitäts-Reihenfolge wurde wie folgt angenommen:

Unterbrechung der Architektur > Retraktion und Unregelmäßigkeit der Haut > Veränderungen der Cooper-Ligamente > Milchgangsveränderungen > Ödem > Verdickung der Haut.

Tabelle 8: Ultraschallkriterium Umgebendes Gewebe

Umgebendes Gewebe	Benigne		Maligne		Gesamt	
	N	%	N	%	N	%
Milchgangsveränderungen	9	69,2	4	30,8	13	6,4
Veränderungen der Cooper-Ligamente	1	50	1	50	2	1
Unterbrechung der Architektur	11	18	50	82	61	29,9
Verdickung der Haut	2	66,7	1	33,3	3	1,5
Retraktion und Unregelmäßigkeit der Haut	1	50	1	50	2	1
Fehlende Angaben	94	76,4	29	23,6	123	60,3
Summe	118	57,8	86	42,2	204	100

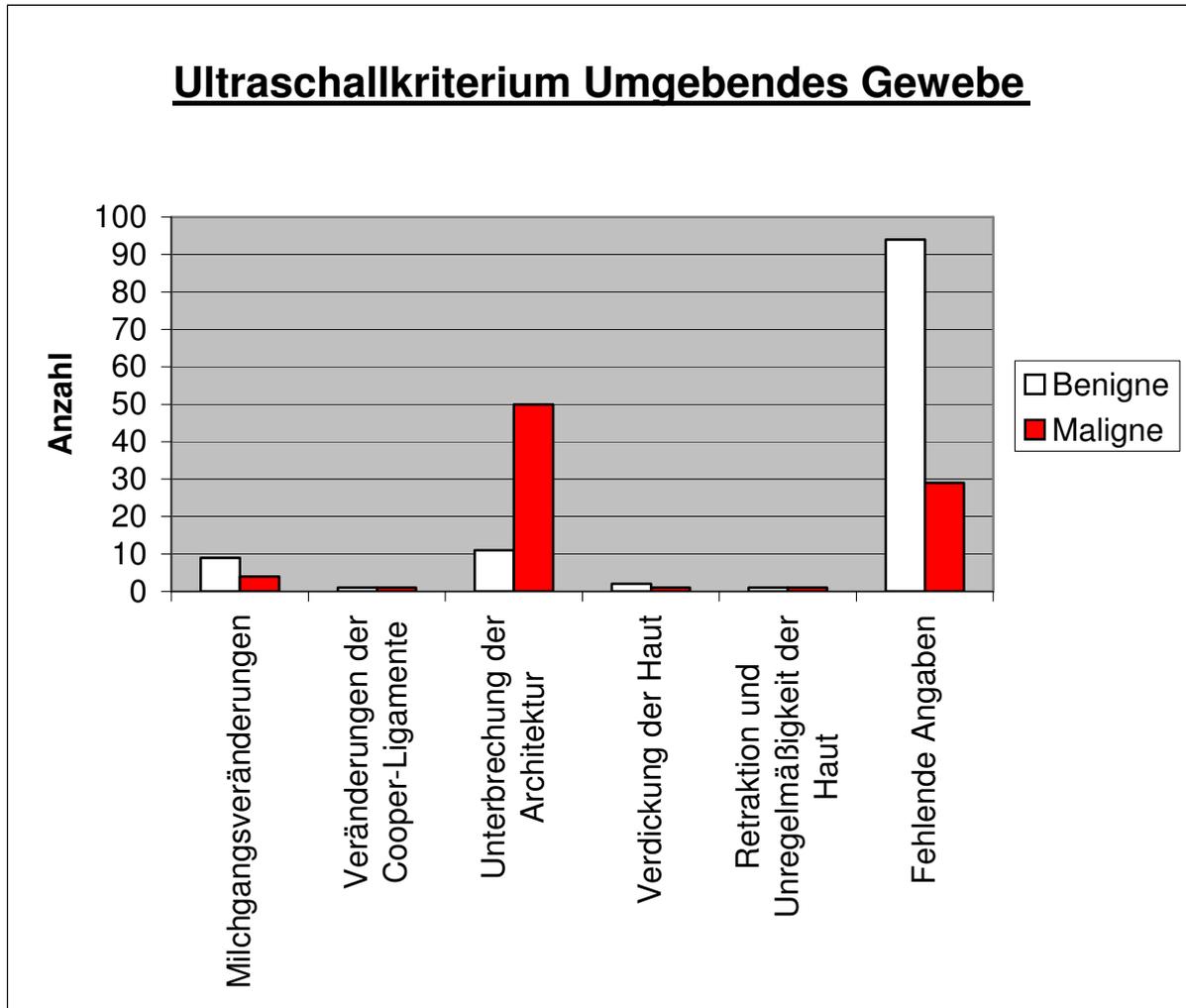


Abb.8: Ultraschallkriterium Umgebendes Gewebe

3.3.8. Kalzifikationen

45mal wurde das Kriterium „Kalzifikationen“ beurteilt. Pro Befund waren mehrere Antworten möglich. In drei Fällen wurden mehrere Merkmale ausgewählt. Aus statistischen Gründen wurde nur das jeweils malignitäts-spezifischste Kriterium berechnet.

Die Malignitäts-Reihenfolge wurde wie folgt angenommen:

Mikrokalzifikationen innerhalb eines Herdes > Mikrokalzifikationen außerhalb eines Herdes > Makrokalzifikationen.

Tabelle 9: Ultraschallkriterium Kalzifikationen

Kalzifikationen	Benigne		Maligne		Gesamt	
	N	%	N	%	N	%
Makrokalzifikationen	4	66,7	2	33,3	6	3
Mikrokalzifikationen außerhalb eines Herdes	1	100	0	0	1	0,5
Mikrokalzifikationen innerhalb eines Herdes	12	31,6	26	68,4	38	18,6
Fehlende Angaben	101	63,5	58	36,5	159	77,9
Summe	118	57,8	86	42,2	204	100

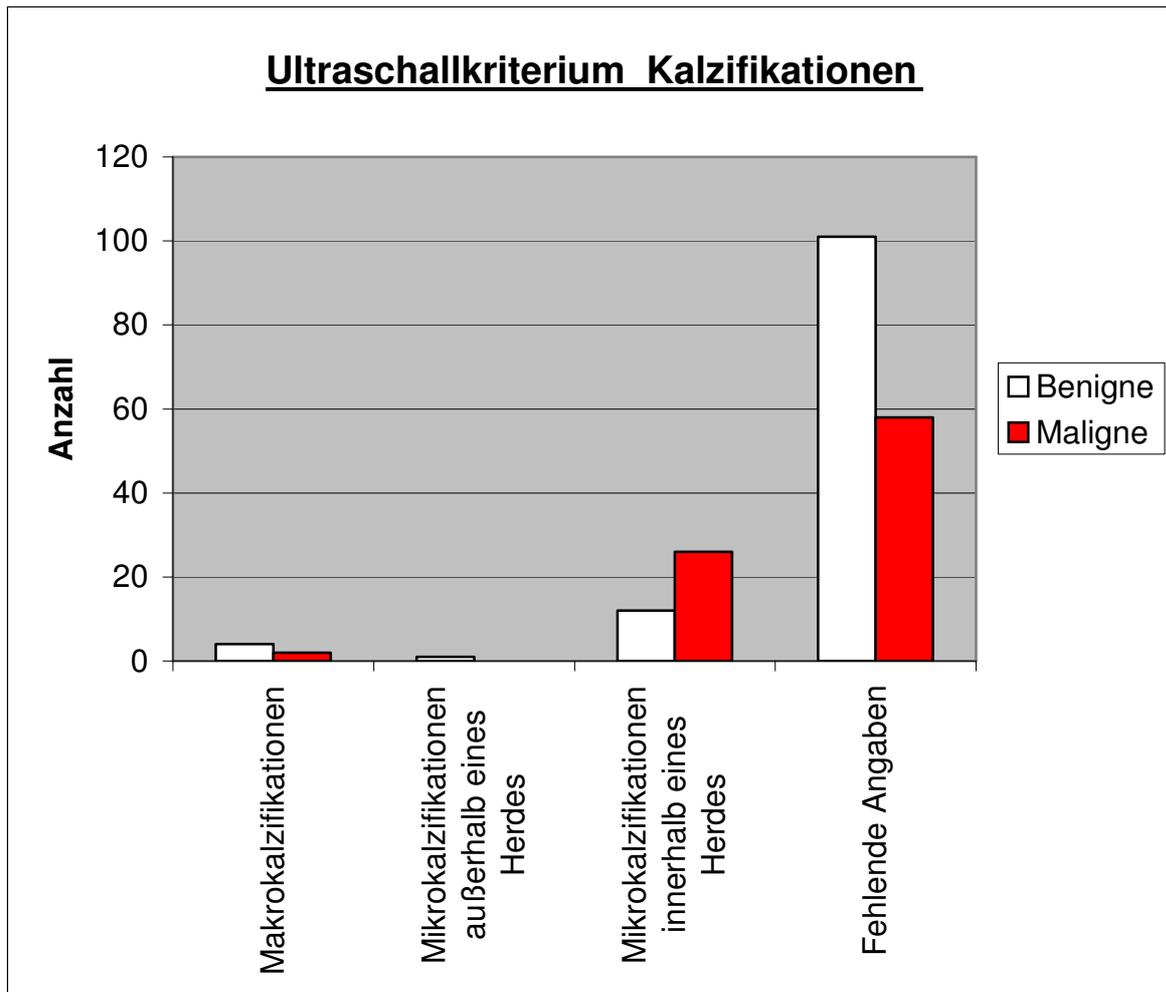


Abb.9: Ultraschallkriterium Kalzifikationen

3.3.9. Besondere Fälle

Die „Besonderen Fälle“ wurden aus der statistischen Auswertung ausgeschlossen. Dies erfolgte aufgrund der Tatsache, dass diese Fälle andere Ultraschallkriterien beeinflussen und, bei maligner Entartung, andere Ultraschallkriterien als solide intramammäre Herdbefunde erfüllen.

Die ausgeschlossenen Spezialfälle setzten sich wie folgt zusammen:

12 „gruppierte Mikrozysten“, 24 „komplexe Zysten“, 1 „Herde in oder auf der Haut“, 8 „Lymphknoten – intramammär“ und 70 „Lymphknoten – axillär“. Der Fall „Fremdkörper“ trat nicht auf.

3.3.10. Gefäßversorgung

Benigne Herde waren meist weniger oder nicht durchblutet (90,2%). Im Gegensatz dazu wiesen maligne Herde eine vermehrte Durchblutung im Befund selbst (53,8%) oder im direkt angrenzenden Gewebe (59,2%) auf.

Tabelle 10: Ultraschallkriterium Gefäßversorgung

Gefäßversorgung	Benigne		Maligne		Gesamt	
	N	%	N	%	N	%
Nicht präsent oder nicht beurteilbar	14	93,3	1	6,7	15	7,4
Nicht präsent	46	90,2	5	9,8	51	25
Nicht beurteilbar	9	30	21	70	30	14,7
Präsent im Herdbefund	24	46,2	28	53,8	52	25,5
Präsent im direkt angrenzenden Gewebe	20	40,8	29	59,2	49	24,0
Diffus verstärkte Durchblutung im umliegenden Gewebe	1	100	0	0	1	0,5
Fehlende Angaben	4	66,7	2	33,3	6	3
Summe	118	57,8	86	42,2	204	100

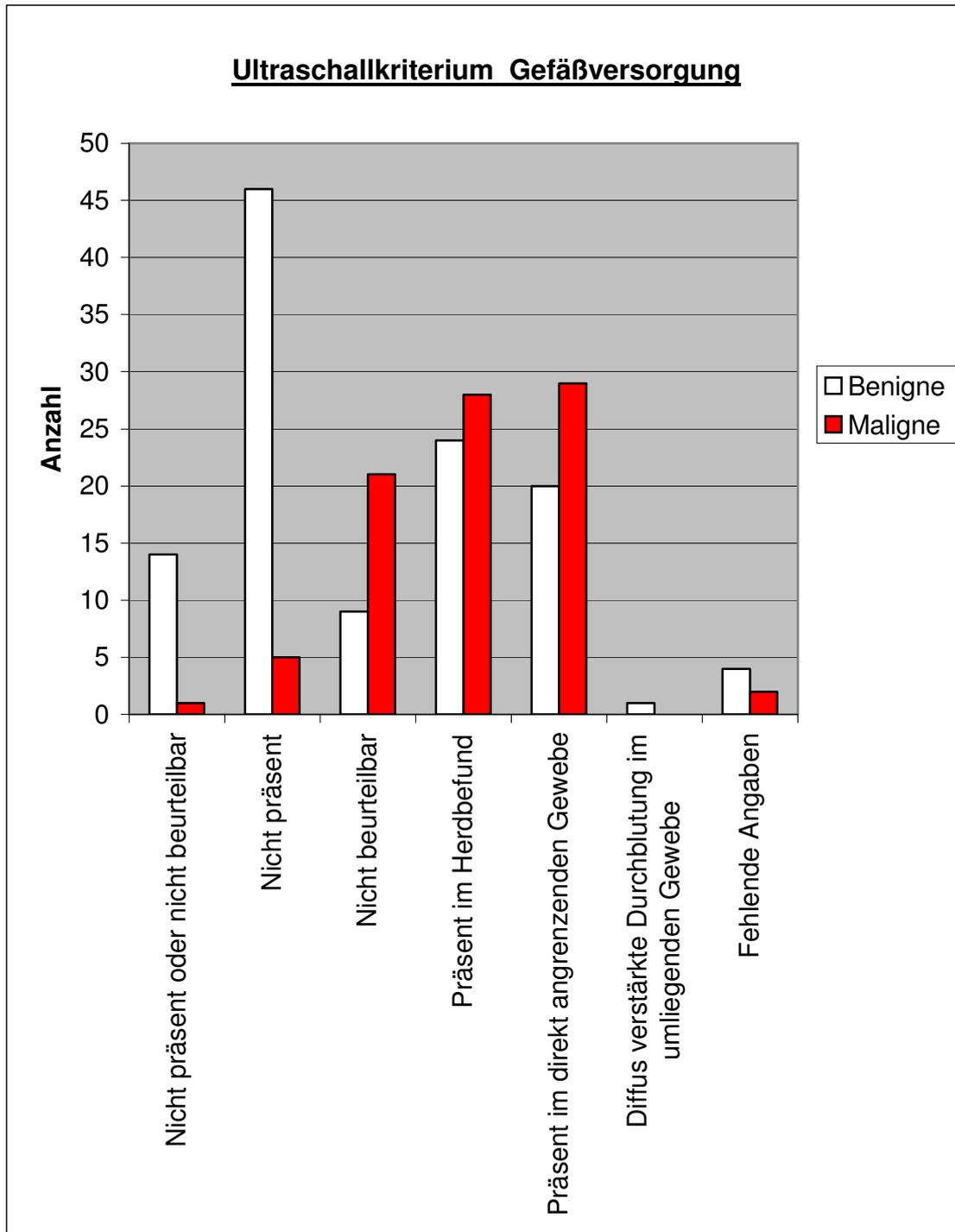


Abb.10: Ultraschallkriterium Gefäßversorgung

3.3.11. Beurteilungskategorien

Die Beurteilungskategorie 2 stufte benigne Befunde zu 100% als gutartig ein.

Die Einschätzung als „wahrscheinlich gutartiger Befund“ (Kategorie 3) wurde in 94,5% der Fälle bestätigt.

Der „hochgradige Verdacht auf Malignität“ (Kategorie 5) war zu 95,6% tatsächlich „maligne“.

Ein Befund mit unvollständiger Beurteilung (Kategorie 0) stellte sich als maligne heraus, ein Befund der Kategorie 1 (negativ) war gutartig.

Befunde mit „Beurteilungskategorie 6 – bekannter Krebs“ wurden nicht in die statistische Auswertung mit eingeschlossen, da bei diesen Befunden die Histologie bereits bekannt war und eine 100%-ige Malignität vorlag.

Tabelle 11: Beurteilungskategorien

Beurteilungskategorien	Benigne		Maligne		Gesamt	
	N	%	N	%	N	%
0 – unvollständig	0	0	1	100	1	0,5
1 – negativ	1	100	0	0	1	0,5
2 – gutartiger Befund	37	100	0	0	37	18,1
3 – wahrscheinlich gutartiger Befund	52	94,5	3	5,5	55	27,0
4 – verdächtige Abnormalität	20	57,1	15	42,9	35	17,2
5 – hochgradiger Verdacht auf Malignität	3	4,4	65	95,6	68	33,3
Fehlende Angaben	5	71,4	2	28,6	7	3,4
Summe	118	57,8	86	42,2	204	100

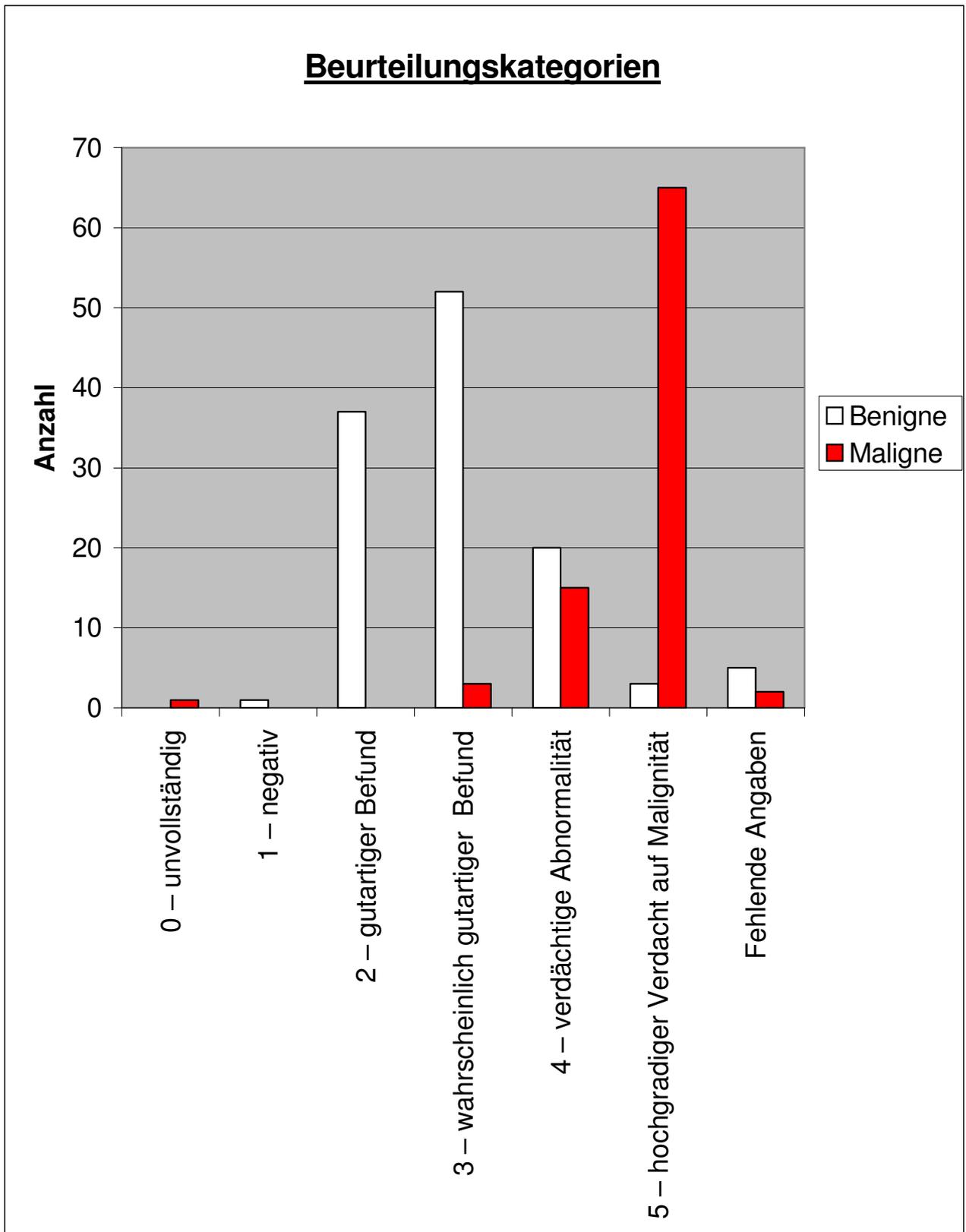


Abb.11: Beurteilungskategorien

3.3.12. Tabellarische Zusammenfassung der Ergebnisse

Als signifikant galt ein p-Wert kleiner als 0,05. Alle p-Werte wurden zweiseitig getestet.

Alle untersuchten Ultraschallkriterien zeigten einen signifikanten Einfluss in Bezug auf die Unterscheidung zwischen gut- und bösartig.

Tabelle 12: Zusammenfassung der Ergebnisse

Ultraschallkriterien	Benigne		Maligne		P-Wert
	N	%	N	%	
Form:					
Oval	62	84,9	11	15,1	<0,0001
Rund	5	100	0	0	
Unregelmäßig	51	40,5	75	59,5	
Fehlende Angaben	0	0	0	0	
Ausrichtung:					
Parallel	76	81,7	17	18,3	<0,0001
Nicht parallel	33	33,33	66	66,7	
Fehlende Angaben	9	75	3	25	
Begrenzung:*					
Umschrieben	73	88,0	10	12,0	<0,0001 *
Nicht umschrieben	17	32,7	35	67,3	
Unklar	19	20,7	73	79,3	
Eckig/kantig	7	43,8	9	56,2	
Mikrolobuliert	4	19,0	15	81,0	
Spikuliert	7	20,0	28	80,0	
Fehlende Angaben	2	100	0	0	
Randsaum:					
Abrupte Grenzfläche	91	71,7	36	28,3	<0,0001
Echoreicher Halo	17	26,2	48	73,8	
Fehlende Angaben	10	83,3	2	16,7	
Echogenität:					
Echoleer	12	100	0	0	0,038
Hyperechogen	2	40,0	3	60,0	
Komplex	26	61,9	16	38,1	
Hypoechogen	75	53,2	66	46,8	
Isoechogen	1	100	0	0	
Fehlende Angaben	2	66,7	1	33,3	
Posteriores Schallverhalten:					
Unverändert	50	62,5	30	37,5	<0,0001
Verstärkt	29	80,6	7	19,4	
Abgeschwächt	23	35,9	41	64,1	
Kombinierte Muster	14	73,7	5	26,3	
Fehlende Angaben	2	40,0	3	60,0	
Umgebendes Gewebe:*					

Milchgangsveränderungen	10	58,5	7	41,2	<0,0001 *
Veränderungen der Cooper-Ligamente	2	28,6	5	71,4	
Ödem	3	60,0	2	40,0	
Unterbrechung der Architektur	11	17,7	51	82,3	
Verdickung der Haut	3	50,0	3	50,0	
Retraktion und Unregelmäßigkeit der Haut	1	14,3	6	85,7	
Fehlende Angaben	94	76,4	29	23,6	
Kalzifikationen:*					
Makrokalzifikationen	4	50,0	4	50,0	0,003 *
Mikrokalzifikationen außerhalb eines Herdes	1	50,0	1	50,0	
Mikrokalzifikationen innerhalb eines Herdes	12	31,6	26	68,4	
Fehlende Angaben	101	63,5	58	36,5	
Gefäßversorgung:					
Nicht präsent oder nicht beurteilbar	14	93,3	1	6,7	<0,0001
Nicht präsent	46	90,2	5	9,8	
Nicht beurteilbar	9	30,0	21	70,0	
Präsent im Herdbefund	24	46,2	28	53,8	
Präsent im direkt angrenzenden Gewebe	20	40,8	29	59,2	
Diffus verstärkte Durchblutung im umliegenden Gewebe	1	100	0	0	
Fehlende Angaben	4	66,7	2	33,3	

*Bezüglich dieser Kriterien traten Mehrfachnennungen auf. Die Auswertung für Kriterien mit Mehrfachnennungen wurde bei den Ergebnissen der entsprechenden Kriterien genauer erläutert.

4. Diskussion

Ziel dieser prospektiven Studie war es, die im BI-RADS[®] US-Lexikon vorgeschlagenen Befundungskriterien zur Dignitätsbestimmung solider, sonographisch feststellbarer Herdbefunde der weiblichen Brust zu evaluieren.

Hierfür wurden über den Zeitraum von März 2004 bis April 2005 insgesamt 350 Patientinnen rekrutiert, von denen 204 in die statistische Auswertung einbezogen werden konnten.

Das durchschnittliche Alter der Patientinnen zum Zeitpunkt der Untersuchung lag bei 51,29 Jahren. Die Altersverteilung reichte von 12 bis 84 Jahren.

Die sonographischen Untersuchungen wurden von insgesamt fünf Ärztinnen bzw. Ärzten durchgeführt, die über ausreichende Erfahrung auf dem Gebiet der Mammasonographie verfügten.

Die Dignitätsbestimmung der Befunde erfolgte anhand der histologischen Diagnosen. Diese wurden, je nach weiterer Diagnostik und Behandlung der jeweiligen Patientin, durch Feinnadelaspiration, Stanzbiopsie oder durch histologische Aufarbeitung operativ gewonnenen Materials bei chirurgischer Intervention, gestellt. Die histologischen Diagnosen wurden anhand der WHO-Klassifikation in „Carcinomata in Situ“, „duktale Karzinome“, „lobuläre Karzinome“, „andere Karzinome“, „Fibroadenome“, „mastopathische Veränderungen“, „Zysten“, „Narben“, „sonstige“ bzw. „keine Histologie“ eingeteilt.

Zur Auswertung der Ultraschallkriterien des BI-RADS[®] US-Lexikons wurde die Dignität der Befunde als benigne (Fibroadenome, mastopathische Veränderungen, Zysten, Narben oder sonstige) bzw. als maligne (Carcinomata in Situ, duktale Karzinome, lobuläre Karzinome oder andere Karzinome) festgelegt.

Im Ergebnis zeigten sich in dieser Arbeit als besonders richtungsweisend für Benignität eine ovale oder runde Form, parallele Ausrichtung, eine umschriebene, glatte Begrenzung, eine abrupte Grenzfläche, echoleere bzw. isoechogene Echogenität, verstärktes posteriores Schallverhalten und fehlende Vaskularisation des Herdes.

Für Malignität sprachen besonders die sonographischen Merkmale der unregelmäßigen Form, der nicht parallelen Ausrichtung, der spikulierten Begrenzung, des echoreichen Halos, des abgeschwächten posterioren Schallverhaltens sowie eine Unterbrechung der Architektur und Hauteinziehungen.

Das Merkmal der Kalzifikationen zeigte in dieser Studie ebenfalls eine hohe Signifikanz in Bezug auf die Dignität der Befunde. Allerdings ist eine Dignitätseinschätzung anhand dieses Merkmals aufgrund des recht seltenen Auftretens von Kalzifikationen eher schwierig.

4.1. Benigne Herdbefunde

118 der ausgewerteten 204 Datensätze wurden als benigne Befunde diagnostiziert.

Hierunter fielen 35 Fibroadenome, 35 mastopathische Veränderungen, 12 Zysten, 11 Narben und 16 andere sicher benigne Diagnosen (unter „sonstiges“ zusammengefasst). In 9 Fällen wurde wegen sicherer Benignität keine histologische Diagnosesicherung durchgeführt.

4.1.1. Ultraschallkriterien benigner Herdbefunde

4.1.1.1. Form

Bereits in etlichen Studien wurde auf die Form als geeignetes Kriterium zur Einschätzung der Benignität eingegangen (Bamber et al. 1988, Buchberger et al. 2000, Rahbar et al. 1999, Sehgal et al. 2004, Tavassoli et al. 1997 sowie Leucht et al. 1988). Überwiegend für Benignität sprechen demnach eine ovale Form (76,1% nach Chao et al. 1999, 79,7% nach Constantini et al. 2006, 84% nach Hong et al. 2005, nach Stavros et al. 1995 ist der positive Vorhersagewert (PVW) 28,6%, der negative Vorhersagewert (NVW) 99,1%) oder eine runde Form des Befundes. Nach Rahbar et al. (1999) wurde eine runde bzw. ovale Form eines Tumors in 44% der Fälle beobachtet, davon waren 94% benigne.

Befunde mit zwei bis drei Undulationen werden vom ACR ebenfalls unter dem Merkmal oval aufgeführt und somit als benigne gehandelt. So beschrieben Stavros et al. (1995) bei Befunden mit zwei oder drei Lobulationen einen PVW von 19,7% und einen NVW von 99,2%. Bei Rahbar et al. (1999) waren unter den 28 Befunden mit drei oder weniger Lobulationen 84% benigne, von 31 Fällen mit mehr als drei Lobulationen wurden 64% als benigne klassifiziert.

In dieser Arbeit zeigte sich die Form ebenfalls als signifikantes Merkmal zur Einschätzung der Dignität ($p < 0,0001$). So konnten 84,9% der ovalen und 100% der runden Herde als benigne eingestuft werden. Ovale Herde traten dabei wesentlich häufiger auf als runde Herde. Von den, mit unregelmäßiger Form beschriebenen Befunden, waren 40,5% gutartig.

4.1.1.2. Ausrichtung

Bei manchen Autoren fällt das Ultraschallkriterium der parallelen vs. nicht parallelen Ausrichtung unter das Kriterium der Form. Hierbei wurden ovale Form und horizontale Orientierung unter „elliptische Form“ zusammengefasst (Stavros et al. 1995, Buchberger et al. 2000).

Gutartige Befunde orientieren sich meist an den gegebenen Gewebeschichten. Als charakteristisches Beispiel sind Fibroadenome horizontal ausgerichtet, elliptisch geformt und verlaufen parallel zur Haut (Fornage et al. 1989).

Nach Chao et al. (1999) war bei den untersuchten benignen im Vergleich zu den malignen Tumoren das Verhältnis der Länge zum anterior-posterioren Durchmessers (L:AP-Quotient) signifikant erhöht. Diese These stützten auch Rahbar et al. (1999). In deren Studie waren 89% der Befunde mit einem L:AP-Quotienten $>1,4$ benigne.

Auch Constantini et al. (2006) beschrieben eine parallele Ausrichtung als benigne, ebenso wie Hong et al. (2005), nach welchen 78% der parallel ausgerichteten Herde benigne waren.

Tavassoli et al. (1997) fanden im Gegensatz hierzu bei den von ihnen untersuchten, benignen Befunden mehrheitlich einen L:AP-Quotienten von 0,5. Gutartige Tumoren waren demnach breiter als lang.

Was die Ausrichtung der benignen Befunde angeht, so sprach in vorliegender Arbeit eine parallele Achse für Benignität. So waren von 93 Befunden mit diesem Merkmal 76 (81,7%) gutartig. Von den als nicht parallel ausgerichteten Herden wurde ein Drittel als gutartig eingestuft.

4.1.1.3. Begrenzung

Die Tumorbegrenzung ist ein wesentliches Merkmal zur Einschätzung der Dignität (Sehgal et al. 2004, Schelling et al. 1997, Ohlinger et al. 2003, Zuna et al. 1998).

Eine glatte, scharfe Begrenzung war nach einer Studie von Hong et al. (2005) zu 90% benigne, nach Leucht et al. (1988) zu 95% und nach Rahbar et al. (1999) zu 91%. Auch Watson (2000), Marquet et al. (1995), Tavassoli et al. (1997), Chao et al. (1999) und Constantini et al. (2006) beschrieben eine glatte und scharfe Begrenzung mit gut definierten Rändern als benigne Erscheinung. Nach Vlaisavljevic (1988) hatten 86,6% der gutartigen Tumoren glatte Grenzen. In einer weiteren Studie von Marquet et al. (2002) wurde die

Sensitivität einer glatten Randkontur mit 89,2 % und die Spezifität mit 90,5% angegeben. Bei Befunden ohne Ausläufer lag die Sensitivität bei 72,8%, die Spezifität bei 88%.

Unschärfe Begrenzungen von Befunden konnten in der Studie von Rahbar et al. (1999) zu 53% als benigne eingestuft werden.

Eine eckige/kantige Begrenzung wurde von Hong et al. (2005) beschrieben. In dieser Arbeit waren 40% der Befunde mit einer eckigen/kantigen Begrenzung benigne.

Auf das Kriterium der Mikrolobulationen wurde auch in vielen Studien eingegangen.. So zeigten bei Rahbar et al. (1999) 33% von 6 Fällen Benignität. Nach Hong et. al. (2005) waren 49% der mikrolobulierten Befunde benigne.

Hong et al. (2005) fanden unter dem Merkmal der spikulierte Begrenzung zu 14% benigne Befunde. Rahbar et al. (1999) beschrieben einen von drei Befunden mit spikulierter Begrenzung als gutartig.

In dieser Studie waren 88% der Befunde mit umschriebener Begrenzung benigne. Bei unscharfer Begrenzung war die Anzahl der gut- und bösartigen Raumforderungen gleich groß. Das Merkmal „nicht umschrieben“ ohne nähere Eingrenzung war zu 52,9% benigne. Eine eckige/kantige Begrenzung war noch zu 43,8% benigne, wohingegen es bei „mikrolobuliert“ nur noch 20% und bei „spikuliert“ nur noch 20,5% waren.

Die zwei Herde, bei denen die Begrenzungen nicht näher beschrieben wurden, waren gutartig.

4.1.1.4. Randsaum

Bei der Beschreibung des Randsaums wird zwischen abrupter Grenzfläche und echoreichem Halo (echoreiche Übergangszone) unterschieden. In der Literatur wird eine sog. Pseudokapsel (dünne, echoreiche Zone um den Tumor) als Benignitätskriterium gewertet (Buchberger et al. 2000, Rahbar et al. 1999 zu 93% benigne, Stavros et al. 1995 PVW 44,2%, NVW 98,8%). Das ACR führt eine Pseudokapsel unter dem Merkmal der abrupten Grenzfläche auf.

Marquet et al. (1995) beschrieben bei einem sonographisch vorhandenen Verdrängungsandsaum (gleichmäßige, hyperreflexive Randzone um das Tumorzentrum) eine Benignität von 89,3%. In einer späteren Studie wurde 2002 eine Sensitivität von 58% und eine Spezifität von 95,5% für die Benignität eines Verdrängungsandsaums beschrieben.

Andere Arbeiten zogen ein Fehlen des Halos (Tavassoli et al. 1997) bzw. eine abrupte Grenzfläche als Benignitätsmerkmal heran. So waren bei Hong et al. (2005) 71% der Befunde mit abrupter Grenzfläche benigne, im Gegensatz zu nur 30% mit echoreichem Halo. Bei

Rahbar et al. (1999) war in 102 Fällen kein Halo vorhanden, die Benignität lag hierbei bei 69%.

In der vorliegenden Arbeit konnte beim Kriterium der abrupten Grenzfläche in 71,7% eine benigne histologische Diagnose gestellt werden. Von den 118 gutartigen Befunden hatten 91 eine abrupte Grenzfläche, 17 wiesen einen echoreichen Halo auf und bei 10 der benignen Herde konnte keine genaue Angabe zu diesem Ultraschallkriterium getroffen werden.

4.1.1.5. Echogenität

Die Benignität von soliden Herden der Brust wird in der Literatur durch verschiedene Echogenitäts-Muster beschrieben. So waren bei Leucht et al. (1988) 61% der Befunde mit hypoechogenem Muster benigne. Watson (2000) beschrieb die Echogenität benigner Befunde eher als isoechogen und leicht hypoechogen. Auch Chao et al. (1999) und Rahbar et al. (1999) werteten leichte Hypoechogenität als Benignitätszeichen. Wie jedoch Venta et al. (1994) treffend formulierten, weisen benigne Herdbefunde neben dem, für gewöhnlich echoarmen Befund, ein sehr variables Erscheinungsbild auf. So werden benigne Befunde in vielen Arbeiten auch als hyperechogene Befunde dargestellt (Chao et al. 1999, Marquet et al. 2002, Stavros et al. 1995, Rahbar et al. 1999 und Hong et al. 2005).

Echoleere Befunde wurden ebenfalls als benigne beschrieben, was sich durch benigne Zysten gut erklären lässt (Marquet et al. 2002).

In dieser Arbeit waren alle 12 Befunde mit dem Kriterium „echoleer“ und ein einzelner Befund mit dem Kriterium „isoechogen“ benigne. Komplexe Echogenität war zu 61,9% benigne, echoarme Befunde waren noch zu 53,2% gutartig. Bei echoreichen Befunden waren nur 40% gutartig.

4.1.1.6. Posteriores Schallverhalten

Beim Kriterium des posterioren Schallverhaltens ist eine posteriore Verstärkung kennzeichnend für Benignität (Tavassoli et al. 1997, Marquet et al. 2002: Sensitivität 87,9%, Spezifität 65,5%, Hong et al. 2005: 67%, Rahbar et al. 1999 78% und Leucht et al. 1988 68%).

Ebenfalls als gutartig kann ein unverändertes posteriores Schallverhalten gewertet werden.

So waren nach Leucht et al. (1988) 61% der Befunde mit unverändertem posterioren Schallverhalten benigne, nach Hong et al. (2005) 79% und nach Rahbar et al. (1999) 76%. In der Arbeit von Chao et al. (1999) wurde bei gutartigen Befunden ebenfalls keine Veränderung des posterioren Schallverhaltens beschrieben.

Eine Abschwächung des posterioren Schalls, was meist mit Malignität verbunden ist, kann durchaus auch bei gutartigen Herdbefunden der Brust beobachtet werden (Weinstein et al. 2004). Bei Hong et al. (2005) waren 48% der Befunde mit posteriorem Schallschatten benigne, bei Rahbar et al. (1999) waren 75% der Befunde mit abgeschwächtem posterioren Schallverhalten gutartig.

Hong et al. (2005) beschrieben außerdem eine Häufigkeit benigner Befunde von 50% bei kombinierten Echomustern.

In vorliegender Arbeit sprachen sowohl ein verstärktes posteriores Schallverhalten, als auch kombinierte Muster zu 80,6% bzw. zu 73,7% signifikant für gutartige Prozesse. Bei unverändertem posterioren Schallverhalten waren 62,5% der Befunde benigne, bei abgeschwächtem posterioren Schallverhalten waren es noch 35,9%. Bei 2 der benignen Befunde fehlten die Angaben des posterioren Schallverhaltens.

4.1.1.7. Umgebendes Gewebe

Die Reaktion des umgebenden Gewebes lässt zu einem hohen Grad einen Rückschluss auf die Dignität des Herdes zu (Zuna et al. 1998). Vor allem eine Verdrängung der Cooper-Ligamente, die nicht mit einer Strukturunterbrechung einhergeht, ist als gutartig zu werten (Ohlinger et al. 2004). Ebenso werteten Huber et al. (2000) eine Unterbrechung der Architektur des umgebenden Gewebes als sehr aussagekräftig (Sensitivität 83%, Spezifität 92%, PVW 83% und NVW 92%).

Marquet et al. (2002) beschrieben eine Sensitivität von 47,8% und eine Spezifität von 97% für Benignität bei Befunden ohne Strukturunterbrechung des umgebenden Gewebes.

In dieser Studie zeigten sich Milchgangsveränderungen und Verdickungen der Haut als Benignitätsmerkmale. Veränderungen der Cooper-Ligamente und Retraktion bzw. Unregelmäßigkeit der Haut waren zu je 50% benigne. Befunde mit einer Unterbrechung der Architektur wurden nur in 18% der Fälle als gutartig eingestuft.

Bei 94 der 118 benignen Herde konnte keine Angabe über das umgebende Gewebe gemacht werden.

4.1.1.8. Kalzifikationen

Watson (2000) beschrieb Makrokalzifikationen bei Herden der Brust als Zeichen für Benignität. Dies tritt unter anderem bei Fibroadenomen auf. Chao et al. (1999) werteten die Abwesenheit von Mikrokalzifikationen als gutartiges Merkmal.

Das Kriterium der Kalzifikationen wurde bei vorliegender Studie insgesamt nur von wenigen Fällen erfüllt. Insgesamt fehlte diese Angabe bei 101 der 118 benignen Befunde.

Mikrokalzifikationen außerhalb eines Herdes wurden nur einmal beschrieben. Hierbei handelte es sich um einen gutartigen Herd. Makrokalzifikationen waren zu zwei Dritteln benigne, Mikrokalzifikationen innerhalb eines Herdes nur zu 31,6%.

4.1.1.9. Besondere Fälle

Besondere Fälle wie gruppierte Mikrozysten, komplexe Zysten, Herde in oder auf der Haut, Lymphknoten – intramammär und Lymphknoten – axillär wurden nicht in die statistische Auswertung miteinbezogen. Dies lag darin begründet, dass diese Fälle das Erscheinungsbild eines Herdbefundes unabhängig von dessen Dignität verändern.

4.1.1.10. Gefäßversorgung

Gefäßversorgung ist insofern ein Kriterium zur Einschätzung der Dignität von soliden Herdbefunden der Brust, als dass maligne Befunde im Vergleich zu normalem Gewebe eine unterschiedliche Gefäßversorgung aufweisen (Baker et al. 2000). Da besonders große maligne Tumoren eine gesteigerte Durchblutung haben (Chao et al. 2001), lässt die Abwesenheit von starker Gefäßversorgung auf Benignität schließen. So beschrieben Schelling et al. (1997) bei präsenster Gefäßversorgung 98% maligne und 70% gutartige Befunde.

Wenn eine Durchblutung in dem untersuchten Herd in dieser Arbeit nicht präsent war, so waren die Befunde zu 90,2% benigne. Unter „nicht präsent oder nicht beurteilbar“ wurden mit 14 Fällen 93,3% zurecht als benigne klassifiziert. Diffus verstärkte Durchblutung im

umliegenden Gewebe wurde in einem gutartigen Befund beschrieben (100%). Gutartig waren auch 46,2% der Befunde mit dem Merkmal der präsenten Durchblutung im Herdbefund sowie 40,8% der Befunde mit präsenter Durchblutung in direkt angrenzendem Gewebe. Unter „nicht beurteilbar“ fanden sich 30% benigne Befunde. Bei 4 der gutartigen Herde fehlte die Angabe der Gefäßversorgung.

4.1.1.11. Beurteilungskategorien

Für die Bestimmung der Dignität sind vor allem die Kategorien 3-5 des vom ACR herausgegebenen BI-RADS[®] Lexikons interessant. In der Studie von Constantini et al. (2006) wurden Befunde der Kategorie 3 (wahrscheinlich gutartiger Befund) zu 92,3% als benigne diagnostiziert. In der Kategorie 4 (verdächtige Abnormalität) waren 63,4% und in der Kategorie 5 (hochgradiger Verdacht auf Malignität) 12,7% gutartig.

In dieser Arbeit traf die Beurteilungskategorie 2 (gutartiger Befund) bei 37% der benignen Befunde zu und wurde damit zu 100% richtig eingeschätzt. Bei der Beurteilungskategorie 3 (wahrscheinlich gutartiger Befund) war die Diagnose zu 94,5% gutartig. Unter der Einschätzung der Kategorie 4 (verdächtige Abnormalität) fanden sich noch 57,1% benigne Befunde. Bei hochgradigem Verdacht auf Malignität (Beurteilungskategorie 5) waren nur noch 4,4% benigne Fälle zu finden. Bei 5 der gutartigen Befunde fehlte die Angabe der Einstufung. Ein einzelner Fall wurde als negativ (Kategorie 1) eingestuft.

4.2. Maligne Herdbefunde

86 der 204 Fälle wurde als maligne klassifiziert. Hierbei handelte es sich um 2 Carcinomata in Situ, 60 duktale Karzinome, 14 lobuläre Karzinome und 10 Karzinome, die nicht in eine der vorigen drei Kategorien fielen.

In all diesen Fällen handelte es sich um neu diagnostizierte Karzinome, da vorbekannte maligne Befunde nicht in die statistische Auswertung miteingeschlossen worden waren.

4.2.1. Ultraschallkriterien maligner Herdbefunde

4.2.1.1. Form

Eine unregelmäßige oder polymorphe Form spricht mit hoher Wahrscheinlichkeit für einen malignen Befund (Tavassoli et al. 1997). So waren bei Chao et al. (1999) 62%, bei Hong et al. (2005) 83% und bei Rahbar et al. (1999) 61% aller Befunde mit unregelmäßiger Form maligne. Auch in der Studie von Constantini et al. (2006) wies eine unregelmäßige Form mit 89,7% PVW auf Malignität hin.

In dieser Studie wiesen 75 der 86 malignen Fälle eine unregelmäßige Form auf. Verglichen mit benignen Befunden war das Kriterium der unregelmäßigen/polymorphen Form bei malignen Befunden mit 59,5% signifikant häufiger. Bei ovalen bzw. runden Formen wurde Malignität nur zu 15,1% bzw. zu 0% diagnostiziert.

4.2.1.2. Ausrichtung

Obwohl parallel ausgerichtete Herde generell als benigne gelten, herrscht in der Literatur keine Einigkeit in Bezug auf das Kriterium der „nicht parallelen Ausrichtung“. Constantini et al. (2006) beschrieben eine nicht parallele Ausrichtung eines Herdes als Malignitätskriterium. Ebenso waren bei Hong et al. (2005) 69% der Fälle mit nicht paralleler Ausrichtung maligne. Cox et al. (1998) stuften ein Verhältnis der Tiefe zur Weite eines Befundes $>0,6$ als verdächtig und >1 als maligne ein. Chao et al. (1999) beobachteten einen L :AP-Quotienten

>1 bei 94,5% der malignen Tumoren. Im Gegensatz hierzu beschrieben Tavassoli et al. (1997) maligne Tumoren als lang und schmal.

Nach Stavros et al. (1995) gilt eine Einschätzung der Dignität aufgrund der horizontalen bzw. vertikalen Ausrichtung als bedenklich. Unter anderem könnten sich benigne Prozesse auch horizontal entlang natürlicher Strukturen ausbreiten bzw. durch bessere Komprimierbarkeit weniger tief wirken. Auch ist die Ausrichtung der Tumorachse von der Größe des Befundes abhängig. Kleinere Karzinome zeigen zunächst oft eine vertikale Tumorachse, die mit zunehmender Größe mehr und mehr horizontal wird (Watermann et al. 2005).

In dieser Arbeit war eine nicht parallele Ausrichtung des Befundes signifikant für Malignität. Sie konnte bei 66 der 86 Karzinome beobachtet werden. Von allen Befunden, die das Merkmal der nicht parallelen Achse erfüllten, waren zwei Drittel maligne. Eine parallele Ausrichtung war nur zu 18,3 % maligne.

4.2.1.3. Begrenzung

Watson (2000), Venta et al. (1994), Ohlinger et al. (2003), Chao et al. (1999), Constantini et al. (2006) sowie Schelling et al. (1997) beschrieben unregelmäßige und unklare Ränder als Anzeichen für Malignität. Nach Leucht et al. (1988) waren Befunde mit gezackter unklarer Begrenzung zu 71% maligne, nach Marquet et al. (1995) waren sie es zu 89,5%. Bei Zonderland et al. (2000) waren 78% der Befunde mit unscharf definierten Konturen maligne.

In einer anderen Studie von Marquet et al. (2002) hatte eine gezackte Randkontur eine Sensitivität von 90,5% und eine Spezifität von 69,2% für Malignität, sowie eine Trefferrate von 79,2%. In einer früheren Studie hatte bei Marquet et al. (1993) eine unscharf gezackte Kontur einen PVW von 89,6%.

Beim Kriterium der eckigen/kantigen Begrenzung beschrieben Buchberger et al. (2000) einen PVW von 81,8% und einen NVW von 92,1%. Bei Stavros et al. (1995) betrug der PVW für dieses Merkmal 67,5%, der NVW 96,5%. Hong et al. (2005) beschrieben 60% der Befunde mit diesem Merkmal als maligne.

Eine mikrolobulierte Begrenzung eines Befundes war laut Hong et al. (2005) zu 51% maligne, nach Rahbar et al. (1999) zu 67%. Stavros et al. (1995) beschrieben für mikrolobulierte Begrenzungen einen PVW von 48,2% und einen NVW von 94,4%.

Vor allem Spikulationen scheinen bei der Begrenzung eine hohe Aussagekraft bezüglich der Malignität zu haben. Buchberger et al. (2000) beschrieben bei Befunden mit spikulierter

Begrenzung einen PVW von 57,1% und einen NVW 93,6%. Nach Stavros et al. (1995) waren es 91,8% (PVW) bzw. 88,6% (NVW).

In einer Studie von Vlasisavljevic (1988) wiesen Befunde mit spikulierter Begrenzung in 64,3% auf Malignität hin. Bei Hong et al. (2005) waren 86% der Befunde mit spikulierter Begrenzung maligne, bei Rahbar et al. 67%.

Für Ausläufer eines Herdes wurden von Marquet et al. (2002) eine Sensitivität von 88,0%, eine Spezifität von 72,8% und eine Trefferquote in 80% für Malignität beschrieben. In einer früheren Studie von Marquet et al. (1993) hatten hyperreflexive Ausläufer einen PVW für Malignität von 90,2% und einen NVW von 89,3%.

Die höchste Aussagekraft des Kriteriums der Begrenzung bezüglich Malignität hatten nach dieser Studie die Merkmale „mikrolobuliert“ und „spikuliert“ (80% bzw. 79,5%). Eine unscharfe Begrenzung war mit je 50% sowohl benigne als auch maligne. Eine eckige/kantige Begrenzung war zu 56,3% maligne. Nicht umschriebene Begrenzungen ohne nähere Eingrenzungen waren mehrheitlich nicht maligne (maligne 47,1%; benigne 52,9%).

4.2.1.4. Randsaum

Sowohl Tavassoli et al. (1997), als auch Constantini et al. (2006), beschrieben einen echoreichen Halo als Malignitätskriterium. Nach Hong et al. (2005) waren Befunde mit echoreichem Halo zu 70% maligne, mit abrupter Grenzfläche nur zu 29%.

Nach Marquet et al. (1995) war das Merkmal eines nicht darstellbaren Verdrängungsrandsaums (gleichmäßiges, hyperreflexives Areal um den Tumor) zu 86,3% maligne. Rahbar et al. (1999) fanden unter 60 Befunden mit einer Pseudokapsel 7% maligne. Fäll, bei fehlender Pseudokapsel (102 Fälle) waren 33% der Fälle maligne. Marquet et al. (2002) beschrieben, bei fehlendem Verdrängungsrandsaum, eine Sensitivität für Malignität von 95,5%, eine Spezifität von 58% und eine Trefferrate von 75,7%. An dieser Stelle sei noch einmal erwähnt, dass das ACR eine sog. Pseudokapsel unter dem Merkmal der abrupten Grenzfläche aufführt.

In vorliegender Arbeit waren Befunde mit echoreichem Halo zu 73,8% maligne. Eine abrupte Grenzfläche wurde bei 36 malignen Befunden beobachtet. Bei zwei der malignen Befunde konnte keine Angabe gemacht werden.

4.2.1.5. Echogenität

Maligne Befunde werden in der Literatur mehrheitlich als echoarm beschrieben (Ohlinger et al. 2003, Watson 2000, Venta et al. 1994, Constantini et al. 2006, Tavassoli et al. 1997 und Chao et al. 1999). Unter dem Kriterium der Hypoechogenität versteht man hierbei eine deutlich hypoechogene bis schwarze bzw. fast echoleere Darstellung der Herde. Marquet et al. (2002) fanden für echoarme Befunde eine Sensitivität für Malignität von 87%, eine Spezifität von 52,2% und eine Trefferrate von 68,6%. Nach Zonderland et al. (2000) waren von den hypoechogenen Befunden 51% maligne, nach Rahbar et al. (1999) 29%, nach Leucht et al. (1988) 64% und nach Hong et al. (2005) 40%. Buchberger et al. (2000) beschrieben für Hypoechogenität einen PVW für Malignität von 43,8% und einen NVW von 94,7%. Stavros et al. (1995) fanden in ihrer Studie einen PVW von 60,1% und einen NVW von 93,6% für hypoechogene Befunde.

Das Kriterium der Isoechogenität wurde bei Hong et al. (2005) zu 16% von malignen Befunden erfüllt, bei Rahbar et al. (1999) zu 18%.

Hong et al. (2005) beschrieben unter den hyperechogenen Herden keinen malignen Befund, unter den Herden mit komplexer Echogenität 10% maligne Befunde und unter den echoleeren Herden 50% maligne Befunde.

In dieser Arbeit sind im Gegensatz zu den oben aufgeführten Studien echoreiche Herde mit 60% mehrheitlich maligne. Echoleere und isoechogene Befunde wiesen keine Malignität auf. Unter den echoarmen Befunden bzw. den Befunden mit komplexer Echogenität konnten noch zu 46,8% bzw. zu 38,1% bösartige Herde gefunden werden.

4.2.1.6. Posteriores Schallverhalten

Als das posteriore Schallverhalten mit der meisten Aussagekraft bezüglich Malignität wird eine Schallabschwächung beschrieben (Constantini et al. 2006, Leucht et al. 1988, Ohlinger et al. 2003, Chao et al. 1999 und Tavassoli et al. 1997). Marquet et al. (2002) beschrieben in ihrer Studie für das Kriterium der dorsalen Schallauslöschung einen PVW von 82,9% und einen NVW von 74,6%. In einer früheren Arbeit (Marquet et al. 1993) hatte eine dorsale Schallauslöschung einen positiven Vorhersagewert von 91,1%. Bei Buchberger et al. (2000) hatte eine dorsale Schallabschwächung einen PVW von 30,7% und einen NVW von 94,8%. Nach Stavros et al. (1995) betrug der PVW 64,9%, der NVW 90,2%.

Bei Zonderland et al. (2000) waren Befunde mit Schallabschwächung zu 85% maligne, bei Hong et al. (2005) zu 52% und bei Rahbar et al. (1999) zu 25%.

Schelling et al. (1997) werteten eine Schallabschwächung vor allem in Kombination mit bestimmten Merkmalen der Wandkontur und der Tumorbegrenzung als Malignitätskriterium.

Viele Autoren merkten jedoch an, dass eine Schallabschwächung nicht überbewertet werden soll. So mahnte Watson (2000), dass eine Schallabschwächung nur dann als Malignitätskriterium gewertet werden soll, wenn andere maligne Charakteristiken ebenfalls vorhanden sind. Mesurole et al. (2001) beschrieben eine Schallabschwächung zwar als Malignitätszeichen, merkten aber an, dass eine Schallabschwächung von einem breiten Spektrum an Geweben von normalem Brustgewebe bis hin zum Mamma-CA auftreten könne. Venta et al. (1994) betonten, dass auch Karzinome der Brust ein variables posteriores Schallverhalten zeigen.

Bei verstärktem posterioren Schallverhalten beschrieben Hong et al. (2005) 33% maligne Befunde, Rahbar et al. (1999) 22%. Ein unverändertes posteriores Schallverhalten war nach Hong et al. (2005) zu 21% maligne, nach Rahbar et al. (1999) zu 24%. Hong et al. (2005) beschrieben außerdem unter den Befunden mit kombinierten Mustern 50% maligne Befunde.

In dieser Studie sprach ein abgeschwächtes posteriores Schallverhalten mit 64,1% für Malignität. Bei unverändertem posterioren Schallverhalten waren 37,5%, bei verstärktem posterioren Schallverhalten 19,4% und bei kombinierten Mustern 26,3% maligne. Keine Angabe zum posterioren Schallverhalten konnten bei 3 der malignen Befunde gemacht werden.

4.2.1.7. Umgebendes Gewebe

Beim Kriterium der Umgebungsreaktion wurde eine Unterbrechung der Architektur von Marquet et al. (2002) mit einer Sensitivität von 97%, einer Spezifität von 47,8% und einer Trefferrate von 71% für Malignität beschrieben.

Ohlinger et al. (2003) werteten eine Unterbrechung der Cooper-Ligamente als Zeichen für Malignität.

Eine Veränderung der Milchgänge (Aufweitungen) wurde von Buchberger et al. (2000) mit einem PVW von 100%, von Stavros et al. (1995) mit einem PVW von 50,8% und einem NVW von 86,4% beschrieben.

In dieser Arbeit stellte sich besonders eine Unterbrechung der Architektur als Zeichen für Malignität heraus. Fälle, die dieses Kriterium erfüllten, waren zu 82% maligne.

Veränderungen der Cooper-Ligamente sowie Retraktion und Unregelmäßigkeit der Haut waren zu je 50% maligne. Hautverdickungen waren in einem Drittel der Fälle maligne, Duktusveränderungen zu 30,8%.

Nähere Angaben zum umgebenden Gewebe fehlten bei 29 der 86 malignen Befunde.

4.2.1.8. Kalzifikationen

Stavros et al. (1995) beschrieben für Befunde mit Kalzifikationen einen PVW für Malignität von 59,6% und einen NVW von 86,9%. Watson (2000) und Chao et al. (1999) grenzten das Merkmal der Kalzifikationen zur Malignitätsbestimmung auf das Merkmal der Mikrokalzifikationen ein.

In dieser Arbeit konnte das Merkmal der Kalzifikationen bei 58 der malignen Fälle nicht angegeben werden. Als Merkmal der Kalzifikationen mit der höchsten Malignität waren bei Mikrokalzifikationen innerhalb eines Herdes 68,4% der Fälle bösartig. Bei Befunden mit Makrokalzifikationen wurde bei einem Drittel der Fälle ein maligner Befund diagnostiziert.

Insgesamt sollte der aus der Mammographiediagnostik übernommene Begriff der „Kalzifikationen“ sehr vorsichtig interpretiert werden. Hyperechogene kleine Foki sind oft im Ultraschall sichtbar, finden aber dann weder in der Mammographie noch in der feingeweblichen Aufarbeitung ein Korrelat. Umgekehrt kann histologisch und mammographisch nachgewiesener Mikrokalk mittels Sonographie oft nicht nachgewiesen werden.

4.2.1.9. Gefäßversorgung

Die Gefäßversorgung maligner Herde unterscheidet sich von der des normalen Gewebes und gutartiger Befunde (Baker et al. 2000). Nach Chao et al. (2001) hatten Tumoren, die größer als 2 cm waren, eine signifikant stärkere Gefäßversorgung als Tumoren kleiner 2 cm.

Bei Schelling et al. (1997) war eine Durchblutung in 98% der malignen Tumoren präsent.

In vorliegender Studie waren, bei nicht beurteilbarer Gefäßversorgung, 70% der Herde maligne. Die Merkmale der präsenten Gefäßversorgung im direkt angrenzenden Gewebe, bzw. der präsenten Gefäßversorgung im Herdbefund, zeigten zu 59,5% bzw. zu 53,8% Malignität.

Nur wenige bösartige Befunde wiesen die Kriterien „nicht präsente oder nicht beurteilbare Gefäßversorgung“ (6,7%) sowie „nicht präsente Gefäßversorgung“ (9,8%) auf. Angaben zur Gefäßversorgung fehlten bei 2 der malignen Herde.

4.2.1.10. Beurteilungskategorien

In der Arbeit von Constantini et al. (2006) wurden 7,7% der Befunde der Kategorie 3 (wahrscheinlich gutartiger Befund) als maligne eingestuft. Unter der Kategorie 4 (verdächtige Abnormalität) fanden sich 46,6% maligne Befunde.

Der hochgradige Verdacht auf Malignität (Kategorie 5) wurde in 87,3% bestätigt.

In dieser Studie wurden unter „hochgradiger Verdacht auf Malignität“ (Kategorie 5) zu 95,6% maligne Befunde eingestuft. Mit 42,9% waren maligne Herde in der Kategorie 4 (verdächtige Abnormalität) zu finden und nur zu 5,5% wurden in der Kategorie 3 (wahrscheinlich gutartiger Befund) malignen Fälle beobachtet. Ein einzelner Fall, der der Kategorie 0 (unvollständig) zugeordnet worden war, bei dem folglich noch weitere Bildgebung erforderlich war, stellte sich als maligne heraus.

4.3. Kritikpunkte und mögliche Fehlerquellen

4.3.1. Kritik an dieser Studie und mögliche Fehlerquellen

4.3.1.1. Untersucherabhängigkeit der Befunde

Befunde von Ultraschalluntersuchungen sind, wie andere bildgebende Verfahren auch, in ihrer Bewertung abhängig vom jeweiligen Untersucher (Skaane et al. 1997). Dies ist unter anderem durch die unterschiedliche klinische Erfahrung bedingt (Shimamoto et al. 1998). Entsprechend der verschiedenen Ultraschallkriterien unterscheiden sich auch die interobserver Variabilitäten. So hatte das Kriterium der Form nach Baker et al. (1999) eine sehr hohe Übereinstimmung, das Vorhandensein einer echogenen Pseudokapsel besaß hingegen eine sehr niedrige Übereinstimmung. Um eine möglichst einheitliche Beschreibung von Ultraschallbefunden zu erreichen, ist es sinnvoll mittels eines Klassifikations-Lexikons wichtige Ultraschallkriterien und Merkmalsbeschreibungen anzubieten (Arger et al. 2001).

Das BI-RADS[®] US-Lexikon könnte in Zukunft dazu beitragen, eine höhere Übereinstimmung bei Ultraschalluntersuchungen von Herdbefunden der Brust zu erreichen.

So konnten Lazarus et al. (2006) bereits eine gute Übereinstimmung verschiedener Untersucher durch die neue BI-RADS[®] Terminologie des US-Lexikons feststellen.

4.3.1.2. Mögliche Kritikpunkte an dieser Studie

Kritikpunkte an dieser Studie sind, zum Einen durch den Bogen zur Datenerhebung, zum Anderen durch den Studienumfang begründet.

Im Datenerhebungsbogen sind die verschiedenen Ultraschallkriterien und deren Merkmale aufgeführt. Allerdings kann bei fehlenden Angaben keine Aussage darüber gemacht werden, ob das entsprechende Kriterium nicht untersucht wurde, ob es nicht vorhanden war oder ob nur eine genaue Zuordnung nicht möglich war. Eine solche Unterscheidung könnte für

Diagnosefindung, bezüglich An- oder Abwesenheit von bestimmten Merkmalen, von großer Bedeutung sein.

Aufgrund des kleinen Studienumfangs und der damit verbundenen geringen Fallzahl war eine Regressionsanalyse nicht sinnvoll. Eine genaue Aussage über das Zusammenspiel der verschiedenen Ultraschallkriterien bezüglich ihrer Aussagekraft bei der Dignitätsbestimmung hätte die Arbeit sicherlich noch bereichert.

4.3.2. Kritikpunkte und mögliche Fehlerquellen bezüglich des BI-RADS® US-Lexikons

Die Kritik am BI-RADS® US-Lexikon betrifft weniger die vorgeschlagenen Ultraschallkriterien, als vielmehr die Form des vom ACR herausgegebenen Fragebogens.

So kann es verwirrend sein, dass Befunde mit 2-3 Undulationen mit unter das Merkmal der ovalen Form fallen. Eine Verwechslung mit einer mikrolobulierten Begrenzung ist nicht unwahrscheinlich und legt eine eigene Aufführung des Merkmals „leicht unduliert“ beim Kriterium der Form nahe.

Ebenfalls nicht eindeutig scheint das Kriterium des Randsaums aufgeschlüsselt zu sein. So ist ein Verdrängungsrandsaum bzw. eine Pseudokapsel als echoreicher Rand eines Herdes unter „abrupter Grenzfläche“ aufgeführt. Eine klare Abgrenzung zu „echoreicher Halo“ durch eine eigene Aufführung des Merkmals „Pseudokapsel“ beim Kriterium Randsaum wäre daher wünschenswert.

Ein weiterer Kritikpunkt ist, dass es keine Möglichkeit gibt, zwischen nicht untersuchten Merkmalen und nicht vorhandenen Merkmalen zu unterscheiden. Ein zusätzlicher Vermerk bei den einzelnen Ultraschallkriterien, bezüglich Anwesenheit oder Fehlens bestimmter Merkmale, wäre zur Dignitätseinschätzung eines Befundes sehr sinnvoll.

Offensichtlich wird dies beim Kriterium der Gefäßversorgung. Hierbei werden „nicht präsent oder nicht beurteilbar“ zusammengefasst. Die Aussagekraft der beiden Eigenschaften ist bezüglich der Dignität jedoch sehr unterschiedlich.

Ein Kritikpunkt, der sich aus praktischen Gesichtspunkten ergibt, ist die Vielzahl der aufgeführten Kriterien und, den entsprechend auszuwählenden Merkmalen, denen der

Untersucher Beachtung schenken soll. Eine Vereinfachung des BI-RADS® US-Lexikons auf weniger, relevante Kriterien würde dessen Handhabung wesentlich erleichtern. Hierzu sind jedoch noch weitere Studien notwendig.

Ein weiterer Anlass zu Kritik an dem vom American College of Radiology herausgegebenen BI-RADS® US-Atlas ist, dass zwar die Ultraschallkriterien und die entsprechenden Merkmale hilfreich zur Dignitätsbestimmung sind, eine genaue Zuordnung zu den entsprechenden Beurteilungskategorien jedoch fehlt. Eine solche Zuordnung wäre zur Vereinheitlichung sonographischer Diagnosen, von soliden Herdbefunden der Brust, sehr hilfreich und wird mittlerweile auch zum Gegenstand aktueller Studien (Constantini et al. 2006).

4.4. Bewertung des BI-RADS® US-Lexikons zur Einschätzung der Dignität solider Herdbefunde der Brust

In der vorliegenden Arbeit konnte gezeigt werden, dass die vom ACR im BI-RADS® US-Atlas vorgeschlagenen Ultraschallkriterien zur Dignitätseinschätzung solider Herdbefunde der Brust geeignet sind.

Durch die fehlende Zuordnung der Ultraschallkriterien zur entsprechenden Beurteilungskategorie, bleibt eine Einschätzung der Befunde bezüglich Malignität oder Benignität jedoch immer noch wesentlich von der Erfahrung und den Fähigkeiten des Untersuchers abhängig (Levy et al. 2007).

Es wäre außerdem wünschenswert, die zu untersuchenden Ultraschallkriterien auf wenige, aber relevante Merkmale zu reduzieren, um die Handhabung des US-Lexikons im klinischen Alltag zu erleichtern.

5. Zusammenfassung

In dieser prospektiven Studie wurde die Dignitätsbestimmung solider Herdbefunde der Brust anhand der Ultraschallkriterien des vom American College of Radiology 2003 herausgegebenen BI-RADS® US-Lexikons untersucht.

So wurden Herdbefunde von 204 Patientinnen sonographisch nach den unten aufgeführten Merkmalen untersucht und danach nach histologischer Klassifikation (benigne vs. maligne) ausgewertet.

Die vom ACR vorgeschlagenen Ultraschallkriterien wie **Form** (oval, rund, unregelmäßig; $p < 0,0001$), **Ausrichtung** (parallel, nicht parallel; $p < 0,0001$), **Begrenzung** (umschrieben, nicht umschrieben, unklar, eckig/kantig, mikrolobuliert, spikuliert; $p < 0,0001$), **Randsaum** (abrupte Grenzfläche, echoreicher Halo; $p < 0,0001$), **Echogenität** (echoleer, hyperechogen, komplex, hypoechogen, isoechogen; $p = 0,038$), **posteriores Schallverhalten** (unverändert, verstärkt, abgeschwächt, kombinierte Muster; $p < 0,0001$), **Umgebendes Gewebe** (Milchgangsveränderungen, Veränderungen der Cooper-Ligamente, Ödem, Unterbrechung der Architektur, Verdickung der Haut, Retraktion und Unregelmäßigkeit der Haut; $p < 0,0001$), **Kalzifikationen** (Makrokalzifikationen, Mikrokalzifikationen außerhalb eines Herdes, Mikrokalzifikationen innerhalb eines Herdes; $p = 0,003$), **Gefäßversorgung** (nicht präsent oder nicht beurteilbar, nicht präsent, nicht beurteilbar, präsent im Herdbefund, präsent in direkt angrenzendem Gewebe, diffus verstärkte Durchblutung im umliegenden Gewebe; $p < 0,0001$), und **Beurteilungskategorie** (Kategorie 0 - unvollständig, Kategorie 1 – negativ, Kategorie 2 – gutartiger Befund, Kategorie 3 – wahrscheinlich gutartiger Befund, Kategorie 4 – verdächtige Abnormalität, Kategorie 5 – hochgradiger Verdacht auf Malignität; $p < 0,0001$) zeigten sich in dieser Arbeit allesamt als signifikant für die Einschätzung der Dignität. Befunde der Kategorie 6 der Beurteilungskategorie (bekanntes Malignom) wurden nicht in die Auswertung aufgenommen, da deren Histologie bereits bekannt war. **Besondere Fälle** (gruppierte Mikrozysten, komplexe Zysten, Herde in oder auf der Haut, Lymphknoten intramammär, Lymphknoten axillär, Fremdkörper) wurden statistisch ebenfalls nicht ausgewertet.

Zusammenfassend zeigte diese Arbeit, dass die **Kriterien des BI-RADS® US-Lexikons** durchaus **sinnvoll zur Dignitätseinschätzung solider Herdbefunde der Brust** sind. Eine Zuordnung der einzelnen Ultraschallkriterien zu einer jeweiligen Beurteilungskategorie wäre allerdings noch wünschenswert.

6. Literaturverzeichnis

1. American College of Radiology. www.acr.org (Stand 25.08.2006).
2. American College of Radiology (ACR) (2003) ACR BI-RADS Ultrasound. In: ACR Breast Imaging Reporting and Data System, Breast Imaging Atlas. Reston, VA : American College of Radiology.
3. Arger PH, Sehgal Cm, Conant EF, Zuckerman J, Rowling SE, Patton JA (2001) Interreader variability and predictive value of US descriptions of solid breast masses (pilot study). *Acad Radiol* 8:335-342.
4. Baker JA, Korngut JS, Soo MS, Walsh R, Mengoni P (1999) Sonography of solid breast lesions: Observer variability of lesion description and assessment. *AJR* 172:1621-1625.
5. Baker JA, Kornguth PJ, Lo JY, Williford ME, Floyd CE Jr. (1995) Breast cancer: prediction with artificial neural network based on BI-RADS standardized lexicon. *Radiology* 196: 817-22.
6. Baker JA, Soo MS (2000) The evolving role of sonography in evaluating solid breast masses. *Semin Ultrasound CT MR* 21:286-96.
7. Bamber JC, Gonzales LD, Cosgrove DO, et al. (1988) Quantitative evaluation of real-time ultrasound features of the breast. *Ultrasound Med Biol* 14 (suppl): 81-87.
8. Becker N (2001) Development of the incidence and mortality of breast cancer. *Radiologe* 2001 41:337-43.
9. Buchberger W, Niehoff A, Obrist P, DeKoekkoek-Doll P, Dünser M (2000) Clinically and mammographically occult breast lesions: detection and classification with high-resolution sonography. *Semin Ultrasound, CT MR* 21: 325-330.

10. Chao TC, Lo YF, Chen SC, Chen MF (1999) Prospective sonography study of 3093 breast tumors. *J Ultrasound Med* 18: 363-370.
11. Chao TC, Luo YF, Chen SC, Chen MF (2001) Color Doppler ultrasound in breast carcinomas: relationship with hormone receptors, DNA ploidy, S-phase fraction, and histopathology. *Ultrasound Med Biol* 27:351-355.
12. Constantini M, Belli P, Lombardi R, Franceschini G, Mulé A, Bonomo L (2006) Characterization of Solid Breast Masses. *J Ultrasound Med* 25:649-659.
13. Cox BA, Kelly KM, Ko P, Hertzog L, Stain SC (1998) Ultrasound characteristics of breast carcinoma. *Am Surg.* 64:934-8.
14. Fine RE, Staren ED (2004). Updates in Ultrasound. *Surgical Clinics of North America* 84:1001-34.
15. Fornage BD, Lorigan JG, Andrey E (1989) Fibroadenoma of the breast: sonographic appearance. *Radiology* 172:671-675.
16. Hong AS, Rosen EL, Soo MS, Baker JA (2004) BI-RADS for Sonography: Positive and Negative Predictive Values of Sonographic Features. *AJR* 184:1260-1265.
17. Huber S, Danes J, Zuna I, Teubner J, Medl M, Delorme S (2000) Relevance of sonographic B-mode criteria and computer-aided ultrasonic tissue characterization in differential/diagnosis of solid breast masses. *Ultrasound Med Biol.* 26:1243-52.
18. Kessler M, Schneider P, Sitttek H, Reiser M (2001) Screening lowers breast cancer mortality. Motivate your patients for mammography. *MMW Fortschr Med* 143:32-5.
19. Lazarus E, Mainiero MB, Schepps B, Koelliker SL, Livingston LS (2006) BI-RADS lexicon for US and mammography: interobserver variability and positive predictive value. *Radiology* 239:385-91.

20. Leucht WJ, Rabe DR, Humbert KD (1988) Diagnostic value of different interpretative criteria in real-time sonography of the breast. *Ultrasound Med Biol* 14 (suppl):59-73.
21. Levy L, Suissa M, Chiche JF, Teman G, Martin B (2007) BIRADS ultrasonography. *Eur J Radiol* 61 :202-211.
22. Liberman L, Menell JH (2002) Breast imaging reporting and data system. *Radiologic Clinics of North America* 40:409-30.
23. Marquet KL, Funk A, Fendel H, Handt S (1993) Der echodichte Randsaum und hyperreflexive Ausläufer: Sensible Kriterien maligner Prozesse in der Mammasonographie. *Geburtsh. u. Frauenheilk.* 53:20-23.
24. Marquet KL, Funk A, Handt S, Fendel H, Heindrichs U, Rath W (1995) Der Verdrängungsrandsaum und die Randkontur: Sensible Dignitätskriterien in der Mammasonographie. *Geburtsh. u. Frauenheilk.* 55:548-552.
25. Marquet KL, Wolter M, Handt S, Rath W, Stressig R, Koslowski P, Funk A (2002) Mammasonographische Dignitätskriterien unter besonderer Berücksichtigung der Tumorgröße. *Ultraschall in Med* 23:383-387.
26. Mesurolle B, Ariche-Cohen M, Mignon F, Guinebretière JM, Tardivon A, Goumot PA (2002) Small Focal Areas of Acoustic Shadowing in the Breast. *J Clin Ultrasound* 30:88-97.
27. Ohlinger R, Klein GM, Köhler G (2004) Ultrasound of the breast: value of sonographic criteria for the differential diagnosis of solid lesions. *Ultraschall in Med* 25:48-53.
28. Oord van JC, Vliet van der AM, Thyn CJ, Mak B, Hoogeboom GJ (1991) The value of ultrasound mammography in palpable breast masses. *Rofo Fortschr Geb Rontgenstr Neuen Bildgeb Verfahr.* 155:63-6.

29. Parkin DM, Bray F, Ferlay J, Pisani P (2005) Global cancer statistics, 2002. *A cancer Journal for clinicians*. 55:74-108.
30. Rahbar G, Sie AC, Hansen GC, Prince JS, Melany ML, Reynolds HE, Jackson VP, Sayre JW, Bassett LW (1999) Benign versus malignant solid breast masses: US differentiation. *Radiology* 213:889-894.
31. Schelling M, Gnirs J, Braun M, Busch R, Maurer S, Kuhn W, Schneider KTM, Graeff H (1997) Optimized differential diagnosis of breast lesions by combined B-mode and Doppler sonography. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 10:48-53.
32. Schmid-Buchi S, Dasen T, Halfens RJ (2005) Experiencing the disease of breast cancer and getting life under control again. *Pflege* 2005 18:345-52.
33. Sehgal CM, Cary TW, Kangas SA, Weinstein SP, Schultz SM, Arger PH, Conant EF (2004) Computer-based margin analysis of breast sonography for differentiating malignant and benign masses. *J Ultrasound Med* 2004 23:1201-9.
34. Shimamoto K, Sawaki A, Ikede M, Satake H, Naganawa S, Tadokoro M, Isomura T, Hirota H, Ishigaki T (1998) Interobserver agreement in sonographic diagnosis of breast tumors. *Eur J Ultrasound*. 8:25-31.
35. Skaane P, Engedal K, Skjennald A (1997) Interobserver variation in the interpretation of breast imaging. Comparison of mammography, ultrasonography, and both combined in the interpretation of palpable noncalcified breast masses. *Acta Radiol.* 38:497-502.
36. Staren ED, O'Neill TP (1998) Breast ultrasound. *Surg Clin North Am* 78:219-235.
37. Stavros AT, Thickman D, Rapp CL, Dennis MA, Parker SH, Sisney GA (1995) Solid breast nodule: Use of sonography to distinguish between benign and malignant lesions. *Radiology* 196:123-134.

38. Tavassoli K, Cavalla P, Porcelli A, Surico N (1997) Ultrasound diagnostic criteria in breast disease. *Panminerva Med* 39:178-82.
39. U.S. Department of Health&Human Service.
<http://www.healthfinder.gov/orgs/HR0357.htm> (Stand 25.08.2006).
40. Venta LA, Dudiak CM, Salomon CG, Flisak ME (1994) Sonographic evaluation of the breast. *Radiographics* 14:29-50.
41. Vlaisavljevic V (1988) Differentiation of solid breast tumors on the basis of their primary echographic characteristics as revealed by real-time scanning of the uncompressed breast. *Ultrasound Med Biol* 14 (Suppl):75-80.
42. Watermann D, Tempfer C, Hefler L, Parat C, Stickeler E (2005) Ultrasound Characteristics of Invasive Ductal Breast Cancer Depend on Age, Size and Lymph Node Status. *Breast Cancer Res Treat.* 2005 Jan; 89 (2):127-33.
43. Watson L (2000) *Radiologic Technology* 71(5) :441-459.
44. Weinstein SP, Conant EF, Mies C, Acs G, Lee S, Sehgal C (2004) Posterior acoustic shadowing in benign breast lesions: sonographic-pathologic correlation. *J Ultrasound Med* 23:73-83.
45. Zonderland HM (2000) The role of ultrasound in the diagnosis of breast cancer. *Semin Ultrasound CT MR* 21:317-24.
46. Zonderland HM, Coerkamp EG, Hermans J, Vijver van de MJ, Voorthuisen van AE (1999) Diagnosis of breast cancer: contribution of US as an adjunct to mammography. *Radiology* 213 (2):413-22.
47. Zonderland HM, Hermans J, Coerkamp EG (2000) Ultrasound variables and their prognostic value in a population of 1103 patients with 272 breast cancers. *Eur. Radiol.* 10:1562-1568.

48. Zonderland HM, Pope TL, Nieborg AJ (2004) The positive predictive value of the breast imaging reporting and data system (BI-RADS) as a method of quality assessment in breast imaging in a hospital population. *Eur Radiol* 14:1743-50.

49. Zuna I, Delorme S, Huber S, Danes J, Teubner J, Lorenz A, Kaick van G (1998) Eine multizentrische Studie zu diagnostischen Kriterien in der Mammasonographie. *Radiologe* 38:355-363.

Anlage 1**Studie der ACR-US Kriterien zur Beschreibung solider Herdbefunde der Brust**

Bogen zur Datenerhebung

Name:**PIZ:****Vorname:****Untersuchungsdatum:****Geburtsdatum:**

Form: oval
 rund
 unregelmäßig

Ausrichtung: parallel
 nicht parallel

Begrenzung: umschrieben
 nicht umschrieben
 unklar
 eckig/kantig
 mikrolobuliert
 spikuliert

Echogenität: echoleer
 echoreich
 komplex
 echoarm
 isoechogen

Randsaum: Abrupte Grenzfläche
 Echoreicher Halo

Posteriores Schallverhalten: unverändert
 verstärkt
 abgeschwächt
 kombinierte Muster

- Umgebendes Gewebe:**
- Milchgangsveränderungen
 - Veränderungen der Cooper-Ligamente
 - Ödem
 - Unterbrechung der Architektur
 - Verdickung der Haut
 - Retraktion und Unregelmäßigkeit der Haut

- Kalzifikationen:**
- Makrokalzifikationen
 - Mikrokalzifikationen außerhalb eines Herdes
 - Mikrokalzifikationen innerhalb eines Herdes

- Besondere Fälle:**
- gruppierte Mikrozysten
 - komplexe Zysten
 - Herd in oder auf der Haut
 - Fremdkörper
 - Lymphknoten – intramammär
 - Lymphknoten - axillär

- Gefäßversorgung:**
- nicht präsent
 - nicht beurteilbar
 - nicht präsent und nicht beurteilbar
 - präsent im Herdbefund
 - präsent in direkt angrenzendem Gewebe
 - diffus verstärkte Durchblutung im umliegenden Gewebe

- Beurteilungs- Kategorie:**
- 0 - unvollständig
 - 1 - negativ
 - 2 – gutartiger Befund
 - 3 – wahrscheinlich gutartiger Befund
 - 4 – verdächtige Abnormalität
 - 5 – hochgradiger Verdacht auf Malignität
 - 6 – bekannter Krebs

- Histologie:**
- keine
 - Carcinoma in situ
 - Duktales CA
 - Lobuläres CA
 - Anderes CA
 - Fibroadenom
 - Mastopath. Veränderung
 - Zyste
 - Narbe
 - Sonstiges

- Untersucher:**
- Földi
 - Hanjalic-Beck
 - Hasenburg
 - Stickeler
 - Watermann
 - unbekannt

Danksagung

Für die freundliche Überlassung des Themas, für Korrektur und Begutachtung und ganz besonders für die großartige Unterstützung und Betreuung möchte ich mich ganz herzlich bei Herrn PD Dr. med. Dirk Watermann bedanken.

Vielen Dank auch Herrn PD Dr. Nadir Ghanem, für die freundliche Bereitschaft, diese Arbeit zu begutachten.

Weiter möchte ich mich bei meinen Freunden Tobias Forcher und Mario Pfaumann bedanken, für ihre hilfreiche Unterstützung bei technischen Problemen.

Ganz lieben Dank auch meiner Schwester Sylvie, für ihre Zeit und Hilfe.

Ein ganz großes Dankeschön auch an meinen Lebensgefährten Johannes Glaser, für seine ehrliche Kritik, seine Geduld und seine liebevolle Unterstützung.

Nicht zuletzt möchte ich mich auch bei meinen Eltern und meiner Familie bedanken, so wie meinen Freunden in und außerhalb des Studiums, die sich darum gekümmert haben, dass ich genügend Ablenkung hatte und habe.

Lebenslauf

Persönliche Angaben:

Name: Nina Christine Abler
Geboren: am 07.05.1980 in Bad Waldsee
Staatsangehörigkeit: deutsch
Familienstand: ledig

Schullaufbahn:

1987-1991 Grundschule Döchtbühl, Bad Waldsee
1991-2000 Gymnasium Döchtbühl, Bad Waldsee
Juni 2000 Erwerb der Allgemeinen Hochschulreife

Akademischer Werdegang:

2000-2006 Studium der Humanmedizin an der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg im Breisgau
2002 Ärztliche Vorprüfung
2003 Erster Teil der Ärztlichen Prüfung
2005 Beginn der Dissertation an der Universitätsfrauenklinik Freiburg
2006 Zweiter Teil der Ärztlichen Prüfung
2006-2007 Praktisches Jahr am Krankenhaus St. Elisabeth in Ravensburg
2007 Dritter Teil der Ärztlichen Prüfung

2004-2005 Tätigkeit als wissenschaftliche Hilfskraft am Institut für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene, Abteilung Mikrobiologie und Hygiene der Universität Freiburg