

Sonographische Untersuchungen an der Milchdrüse des Pferdes

Sophia Ennen, Julia C. Münnich und Axel Wehrend

Klinikum Veterinärmedizin der Justus-Liebig-Universität, Klinik für Geburtshilfe, Gynäkologie und Andrologie der Groß- und Kleintiere mit Tierärztlicher Ambulanz, Giessen

Zusammenfassung

Ziel dieser Arbeit ist es, einen sonographischen Untersuchungsgang für die equine Milchdrüse zu etablieren. Zu diesem Zweck wurden zunächst zehn Euter von euthanasierten Stuten in verschiedenen Laktationsstadien makroskopisch, sonographisch, und zur Verifizierung der Strukturen anschließend histologisch untersucht. Weiterhin wurden Euter von 50 lebenden Stuten untersucht, von denen vier Stuten zusätzlich antepartal sonographisch erfasst wurden. Nach der Darstellung der grundsätzlichen Sonomorphologie wurden anhand von Wiederholungsuntersuchungen Stabilität und Veränderung der sonographischen Parameter analysiert. Der Zeitraum der Untersuchungen reichte von zehn Tagen ante partum bis 119 Tage post partum. Die Arbeit führte zu folgenden relevanten Ergebnissen: In der equinen Mamma lassen sich unterschiedliche Strukturen eindeutig sonographisch darstellen. Es besteht kein Unterschied in der Homogenität und Echogenität laktierender und nicht laktierender Euter. Die Sinus lactiferi sind als anechogene Areale darstellbar. Ihre Lokalisation ermöglicht es, sie auch bei nicht laktierenden Organen als typische Struktur zu identifizieren. Die histologisch differenzierbaren Gewebetypen lassen sich sonographisch im B-Mode-Verfahren nicht vom Drüsengewebe unterscheiden. Die vorliegende Arbeit zeigt, dass die Sonographie gut dazu geeignet ist, im Rahmen der Euteruntersuchung bei der Stute eingesetzt zu werden. Da durch die vorliegenden Untersuchungen in erster Linie physiologische Strukturen dargestellt wurden, muss es Ziel weitergehender Studien sein, pathologische Veränderungen zu beschreiben.

Schlüsselwörter: Pferd, Stute, Euter, Ultraschall, Laktation, Milchgänge

An ultrasonic examination scheme for the equine udder

The aim of the study was to develop an adequate ultrasonic examination scheme for the equine udder. For this purpose initially ten organs of euthanized mares (3 = lactating, 7 = non-lactating) were dissected, inspected, scanned, and prepared for histological analysis. Subsequently a total of 50 mares were examined (31 = lactating, 15 = non-lactating, 4 = peripartal). The investigation involved the thorough scanning of both halves of the mammary gland and the sulcus intermammaris. Repeated scans were performed to determine regular morphology and to detect changes depending on the stage of lactation. The examination of the peripartal mares started ten days before term and continued up to day 119 post partum. The study led to the following relevant results: different structures can be detected in the equine udder, but there were no differences in homogeneity and echogenicity between lactating and non-lactating udders. The ductus lactiferi appeared hypoechogenic and contained loose corpuscular particles, while the sinus lactiferi turned out to be homogeneous, anechogenic areas even in non-lactating organs. Tissues of varying histological structure could not be differentiated by B-mode ultrasound. Ultrasonography should be adopted as a suitable and easily performed investigation of the equine udder. The actual study is restricted to physiological ultrasound findings. For this reason, the identification and classification of pathological changes must be the aim of further analysis.

Keywords: horse, mare, udder, ultrasound, lactation, ductus lactiferi

Einleitung

Pathologische Veränderungen am Euter des Pferdes kommen nach derzeitigem Erkenntnisstand relativ selten vor. Werden Stuten mit Eutererkrankungen einem Tierarzt vorgestellt, ergeben sich häufig Probleme bei der Diagnostik, da neben Adspektion, Palpation und Sekretuntersuchung keine etablierten Verfahren zur Verfügung stehen. Bei anderen Tierarten wurde die sonographische Untersuchung der Milchdrüse eingeführt und hat die diagnostischen Möglichkeiten bereichert. So liegen wissenschaftliche Untersuchungen für die Hündin (Marquardt et al. 2005, Träsch et al. 2008), die Kuh (Franz et al. 2004) und für das Schaf (Ruberte et al. 1990, Hiepler et al. 2009) vor. Zur Sonomorphologie des Stuteneuters existieren bisher nur Fallberichte (Noll und Hospes 2003) und Angaben in Lehrbüchern (Reef 1998). Systematische Studien, in denen die Sonomorphologie in verschiedenen Entwicklungsstadien mit dem histologischen Bild verglichen wurden, fehlen. Zudem liegen zur sonomorphologischen Struktur des

gesunden Stuteneuters in der Fachliteratur keine Untersuchungen vor.

Noll und Hospes (2003) beschreiben eine sonographische Untersuchung einer Kaltblutstute, die einseitig an einer Mastitis apostematosa chronica infolge einer beta-hämolyisierenden Streptokokken-Infektion des Euters und des Uterus erkrankt war. Das Euterparenchym stellte sich insgesamt homogen dar, wobei die großen Milchgänge deutlich abzugrenzen waren. Das enthaltene Sekret zeigte eine stark echoogene Struktur. Ein im Sulcus intermammaris gelegener Hohlraum konnte bis zu einer Tiefe von 3 cm verfolgt werden. Dieser war von einer 0,5 mm dicken Kapsel umgeben und mit einer ecoreichen Flüssigkeit gefüllt.

Eine Mastitis stellt sich sonographisch heterogen mit lokalisierten, flüssigkeitsgefüllten Hohlräumen dar. Dies kann allerdings auch Folgeerscheinung einer chronischen Infektion sein. Echoogene bis hyperechogene Bezirke des Euterparenchyms gehen

Tab 1 Angaben zu den euthanasierten Stuten, von denen Euter für Teil 1 der Untersuchung gewonnen wurden, p. p. = *post partum*
Information about the euthanized mares that were donors of the isolated udders (first part of the study), p. p. = post partum

Nummer	Alter (Jahre)	Tötungsgrund	Laktationsstadium / Anzahl der Laktationen
1	9	Kolik	laktierend, 5 Wochen p. p. / nicht bekannt
2	16	Kolik	nicht laktierend / nicht bekannt
3	21	Lahmheit	nicht laktierend / 1
4	nicht bekannt	Kolik	nicht laktierend / 1
5	7	Kolik	nicht laktierend / 0
6	17	Kolik	nicht laktierend / 0
7	11	Kolik	nicht laktierend / 2
8	>7	Kolik	nicht laktierend / nicht bekannt
9	15	Kolik / Sectio caesarea	laktierend, 5 Tage p. p. / 3
10	8	Schwergeburt / Kolik	laktierend, 6 Tage p. p. / 3

meistens mit einem dichten, zellulären Infiltrat einher. Auch dies kann Spätfolge einer chronischen Mastitis sein. Lassen sich hypoechogene, homogene bis inhomogene hohlräumliche Massen im Eutergewebe von Stuten mit kutanen oder subkutanen Tumoren darstellen, so können diese oft als Melanom oder Sarkoid angesprochen werden (Reef 1998).

Ein Karzinom der equinen Milchdrüse konnte Reef (1998) als gestreute, runde bis ovale Massen mit heterogenem Auftreten oder Verschmelzungen mit gemischter Echogenität darstellen. Zum Teil drainierten die Massen in die Zitzenzisterne der Milchdrüse, die mit hypoechogenem Material gefüllt war. In der beschriebenen Milchdrüse war kein physiologisches Parenchym darstellbar.

Ziel dieser Arbeit ist es, einen sonographischen Untersuchungsgang für das Stuteneuter zu etablieren. Um die sonographischen Ergebnisse zu verifizieren, wurden die Stuteneuter zusätzlich makroskopisch und histologisch untersucht. Da im Rahmen dieser Arbeit grundsätzliche Informationen zur Sonomorphologie der equinen Milchdrüse gewonnen werden sollten, wurden klinisch gesunde Euter untersucht.

Material und Methoden

Tiere und Untersuchungsmaterial

Der erste Teil der Untersuchung wurde an Organen von euthanasierten Stuten durchgeführt (Tabelle 1), von denen drei zum Zeitpunkt der Euthanasie laktierten. Alle Milchdrüsen wurden klinisch, sonographisch und histologisch untersucht.

Der zweite Teil der Untersuchung erfolgte an 50 lebenden Stuten, die in vier Gruppen unterteilt wurden. Die erste Gruppe setzte sich aus 15 Stuten zusammen, die bereits geboren hatten und sich in der Laktation befanden. Die Stu-

ten wurden mindestens zehnmal klinisch und sonographisch in einem Abstand von höchstens vier Tagen untersucht. In der zweiten Gruppe waren vier hochgravide Stuten, von welchen drei Stuten zehnmal und eine Stute sechsmal in einem Abstand von höchstens vier Tagen zwischen den Untersuchungen klinisch und sonographisch untersucht wurden. Die Untersuchung fand bei der ersten Stute bis zum 31. Tag post partum, bei der zweiten Stute bis zum 30. Tag post partum, bei der dritten Stute bis zum 22. Tag post partum und bei der vierten Stute bis zum siebten Tag post partum statt. Die dritte Gruppe setzte sich aus 16 laktierenden Stuten zusammen. Acht Stuten dieser Gruppe wurden einmalig, eine Stute zweimal, drei Stuten dreimal, eine Stute viermal, eine Stute sechsmal und zwei Stuten neunmal untersucht. Die vierte Gruppe bestand aus 15 nicht tragenden und nicht laktierenden Stuten, die einmal klinisch und mehrfach sonographisch untersucht wurden (Tabelle 2).

Sonographie

Die Untersuchungen der Organe wurden vorrangig mit dem Ultraschall-Gerät Esaote Aquila Vet (Pie Medical Equipment, Maastricht, Niederlande) durchgeführt. Dieses Gerät ist mit einem 8 MHz-Linear-Array-Schallkopf ausgerüstet. Die vorgegebenen Einstellungen des Herstellers wurden zur einheitlichen Datenerfassung belassen. Lediglich in einem Fall erfolgte die Untersuchung mit dem Gerät Esaote Caris plus (Esaote, Florenz, Italien), dass mit einem 10 MHz-Schallkopf ausgestattet war.

Der Fokus wurde auf die zur Erhebung der Daten wichtigen Bereiche ausgerichtet. Die Untersuchungen fanden im Single B-Mode statt. Zusätzlich wurde eine Vorlaufstrecke von 40 mm Dicke (Stand off, 8 MHz, LA Probe, Pie Medical Equipment, Maastricht, Niederlande) vor den Schallkopf gelegt. Die Speicherung der Bilder erfolgte auf einem digitalen Datenträger (On Memory, Compact Flash, 512 MB).

Tab. 2 Gruppeneinteilung der Stuten, die in Teil 2 der Untersuchung Verwendung fanden (n = 50), p. p. = *post partum*
Group assignment of the mares in the second part of the study (n = 50), p. p. = post partum

Gruppe	Anzahl	Laktationsstadium	Untersuchungsfrequenz
1	15	laktierend	zwischen 3 und 4 Tagen
2	4	hochtragend bis 31, 30, 22, 7 Tage p. p.	zwischen 2 und 4 Tagen
3	16	laktierend	einmalig oder zwischen 3 und vier Tagen
4	15	nicht laktierend	einmalig

Untersuchung der isolierten Organe

Zwischen der Euthanasie oder Schlachtung und der Gewinnung und Untersuchung der Euter lagen maximal fünf Stunden. Nach Abtrennen der Milchdrüse von der ventralen Bauchwand mit einem Einmalskalpell (Braun, Aesculap Division) durch einen elliptischen Schnitt erfolgte eine bimanuelle Palpation. Vor der sonographischen Untersuchung wurde Ultraschallgel (Servoprax GmbH, Wesel) auf die Organe aufgetragen und diese systematisch sonographisch untersucht. Für die weitergehenden Untersuchungen wurden die Organe anschließend lateral der Zitzen parallel zum Sulcus intermammarius aufgeschnitten und digital fotografiert (Konica, Revio KD 420 Z). Anschließend erfolgte eine Fixierung der entnommenen Gewebeproben in 5%iger Formaldehydlösung.

Untersuchung der Euter in vivo

Die Pferde wurden durch eine Person am Kopf fixiert. Bei verschmutzten Eutern schloss sich eine trockene oder feuchte Reinigung an. Zur Feststellung der Konsistenz fand eine manuelle Palpation des Euters statt. Bei laktierenden Tieren erfolgte eine makroskopische Beurteilung der Milch. Zur besseren Ankopplung des Eutergewebes zum Schallkopf wurde Ultraschallgel (Servoprax GmbH, Wesel) verwendet. Zuerst erfolgte ein Aufsetzen des Schallkopfes ventral der rechten Zitzenbasis, um anschließend das Drüsengewebe ventral beginnend nach caudal zu untersuchen. Der Schallkopf wurde dabei parallel zur Längsachse der Stute geführt. Als nächster Schritt wurde der Sulcus intermammarius abgefahren, um schließlich, wieder ventral beginnend, die linke Seite der Milchdrüse darzustellen. Zur Untersuchung der Reihenpräzision wurde der Schallkopf während einer Untersuchung zehnmal im Abstand von 30 Sekunden an die gleiche Stelle gehalten, um die Reproduzierbarkeit der darstellbaren Strukturen zu dokumentieren.

Histologische Untersuchungen

Die histologischen Proben wurden nach der sonographischen Darstellung des Gewebes an definierten Lokalisationen entnommen. Es wurden kranial, lateral und kaudal der Zitze und im Sulcus intermammarius Gewebestücke von ca. 2 x 1 x 1 cm Größe herausgeschnitten und in eine 5%ige Formaldehydlösung überführt. Nach einer Fixationsdauer von mindestens 36 Stunden wurden die Gewebeproben in ca. 1 x 1 x 0,5 cm große Blöcke geschnitten und in Käfigen (Tissue Tek® Mega Cassette®, Sakura, Zoeterwoud, Niederlande) in Natriumphosphat-Puffer verbracht. Die Entwässerung und Einbettung des Eutergewebes wurde mit Hilfe eines Einbettautomaten (Einbettautomat Microm Laborgeräte GmbH, Heidelberg) durchgeführt. Es wurden Schnitte einer Dicke von 5-10 µm mit Einmalklingen (Leica Disposable Microtome Blades Model 819 50 PCS) angefertigt und mit einer Hämatoxylin-Eosin-Färbung (H. E.) gefärbt. Für die Beurteilung der Schnitte wurde ein Lichtmikroskop (Mikroskop DMR, Leica, Wetzlar) verwendet. Die Bilder wurden mit einer Digitalkamera (DC 300, Leica, Wetzlar) aufgenommen, auf einen Computer übertragen und mit einem Bildanalyseprogramm (Leica Image Manager, Leica, Wetzlar) bearbeitet.

Untersuchungsziele

Die In-vitro-Untersuchungen an isolierten Stuteneutern dienen dem Zweck der Etablierung der Eutersonographie. An den

Organen sollten die darstellbaren Strukturen in Abhängigkeit zum Funktionsstadium der Milchdrüse charakterisiert werden. Um die Ergebnisse der Sonographie korrekt beurteilen zu können, wurden zusätzlich klinische und histologische Untersuchungen an den Eutern durchgeführt. Das Euter wurde dazu in verschiedene Zonen eingeteilt und sonographisch an den Lokalisationen untersucht, von denen anschließend histologische Proben entnommen wurden.

Durch die Übertragung der in vitro erarbeiteten Ergebnisse auf die Untersuchung am lebenden Tier sollte ein Untersuchungsgang entwickelt und etabliert werden. Außerdem sollte die Reihen- und Serienpräzision der sonographischen Darstellbarkeit von Euterstrukturen überprüft sowie Veränderungen dieser Strukturen im peripartalen Zeitraum detektiert werden.

Ergebnisse

Untersuchungen der isolierten Euter

Zu den sonographisch darstellbaren Strukturen der gesunden, nicht laktierenden Milchdrüsen gehörte das Drüsengewebe, welches von mittlerer Echogenität und Homogenität war (Abbildung 1). Das Drüsenparenchym ließ sich bei allen Organen an jeder Lokalisation darstellen. Die Pars glandularis und papillaris waren nicht deutlich voneinander abzugrenzen. Die dazwischen gelegene Ringfalte konnte sonographisch im Euter nicht dargestellt werden. Es

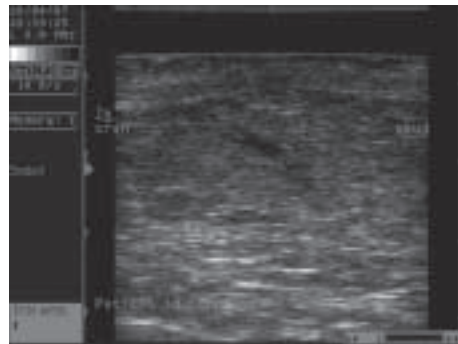


Abb 1 Sonographische Darstellung von nicht laktierendem Drüsengewebe eines Stuteneuters post mortem, 8 MHz-Linear-Array-Schallkopf

Ultrasonogramm showing non-lactating tissue of a mares' udder post mortem, 8 MHz-Linear-Array-probe

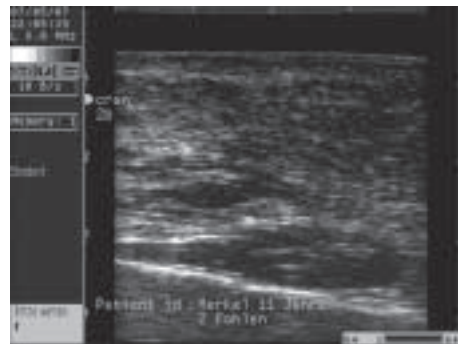


Abb 2 Sonographische Darstellung von Milchgängen in nicht laktierendem Drüsengewebe eines Stuteneuters post mortem, 8 MHz-Linear-Array-Schallkopf

Ultrasonogramm showing ductus lactiferi in a non-lactating mares' udder post mortem, 8 MHz-Linear-Array-probe

ließ sich bei keinem Euter ein Zentralband abbilden, wohingegen die Milchgänge zum Teil darzustellen waren (Abbildung 2).

Im histologischen Bild bestand das Parenchym der nicht laktierenden Euter hauptsächlich aus Alveolen, welche sich in einer kleeblattähnlichen Struktur formierten. Das Drüsenepithel war einschichtig und von kubischer Form. Vereinzelt Myoepithelzellen ummantelten die Wände der Alveolen, welche von Laktozyten gebildet wurden. Der Kern der Laktozyten

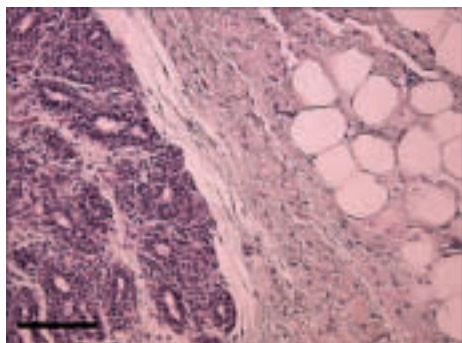


Abb 3 Histologische Darstellung von Drüsenparenchym eines nicht laktierenden Stuteneuters, Links: Alveolen, Laktozyten, Mitte: Bindegewebsstränge, Fibrozyten, Rechts: Fettzellen (H. E., Balkenlänge = 100 μm)

Histologic illustration showing gland parenchyma of a non-lactating mares' udder, Left: alveoles and lactocytes, Center: connective tissue and fibrocytes, Right: adipocytes (H.E., length of bar = 100 μm)

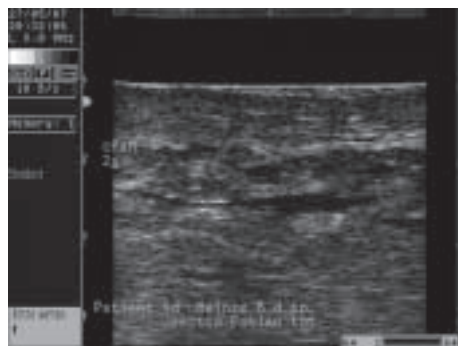


Abb 4 Sonographische Darstellung von laktierendem Drüsengewebe eines Stuteneuters post mortem, 8 MHz-Linear-Array-Schallkopf
Ultrasonogramm showing lactating tissue of a mares' udder post mortem, 8 MHz-Linear-Array-probe

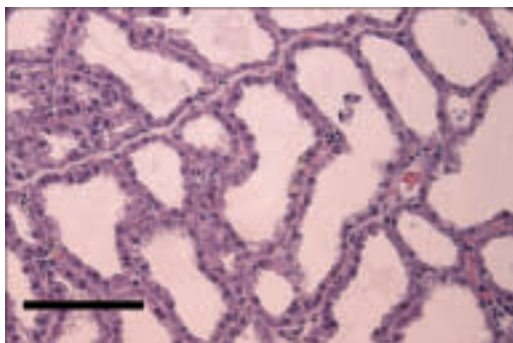


Abb 5 Histologische Darstellung von Drüsenparenchym eines laktierenden Stuteneuters: Laktozyten, Bindegewebsstränge und vereinzelte Erythrozyten (H. E., Balkenlänge = 100 μm)
Histologic illustration showing gland parenchyma of a lactating mares' udder: lactocytes, connective tissue and singular erythrocytes, (H.E., length of bar = 100 μm)

war als mittelgroßes, dunkles, relativ zentral in der Zellmitte liegendes Gebilde erkennbar (Abbildung 3). Das Lumen der Alveolen ließ sich nicht bei jeder Alveole darstellen. Die kleinsten milchabführenden Gänge waren mit einfachem kubischem Epithel ausgekleidet. In den größeren Milchgängen wurde es zylindrisch und in den größten Gängen zweischichtig. Zwischen den Alveolen ließen sich mehr oder weniger starke Bindegewebsstränge erkennen, welche sich zwischen den Drüsenendstücken zum Teil vereinten. Sie bestanden aus faseriger Grundsubstanz. Die eingelagerten Fibrozyten wiesen einen abgeplatteten, länglichen Körper mit zentralständigem, kleinem Kern auf.

Sonographisch darstellbar war bei der gesunden, laktierenden Milchdrüse das Drüsengewebe, welches ebenso wie das Parenchym nicht laktierender Euter von mittlerer Echogenität und Homogenität war (Abbildung 4). Es ließ sich bei allen Organen an jeder Lokalisation nachweisen. Bei zwei von drei Organen waren Milchgänge sowie der Sinus lactiferus zu erkennen. Eine Differenzierung von Pars glandularis sinus lactiferi und Pars papillaris sinus lactiferi war auf Grund der fehlenden Darstellbarkeit der Ringfalte nicht möglich. Als anechogene Areale waren die Zisternen und Milchgänge charakterisiert. Das Zentralband ließ sich bei keinem der laktierenden Euter darstellen. Im histologischen Bild ergaben sich die typischen Strukturen einer laktierenden Milchdrüse (Abbildung 5).

Untersuchungen an Eutern von lebenden Stuten

Durch die Untersuchungen an den isolierten Eutern war bekannt, welche Strukturen sich sonographisch darstellen ließen. Es stellte sich heraus, dass die gleichen Strukturen bei den lebenden Stuten aufzufinden waren. Bei der Untersuchung auf Reihenpräzision ergab sich, dass jede aufgefundene Struktur in einer zehnfachen Wiederholung an der gleichen Lokalisation mit den gleichen sonographischen Eigenschaften wieder auffindbar war. Zu den überprüften Strukturen gehörten das Drüsenparenchym und die Milchgänge. Es konnte nachgewiesen werden, dass eine Reihenpräzision vorlag.

Veränderungen im peripartalen Zeitraum

Hochtragende Stuten

Alle Stuten wurden vor der Geburt mindestens einmalig untersucht. Die letzte Kontrolle vor der Geburt fand bei Stute 1 zwei

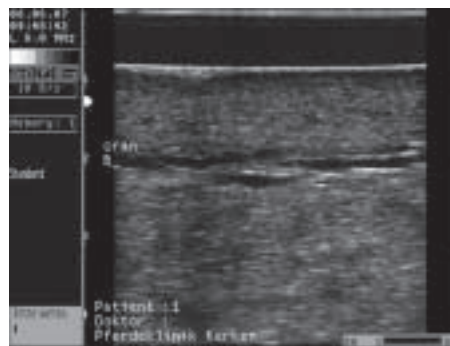


Abb 6 Sonographische Darstellung des Drüsengewebes einer Stute 10 Tage ante partum. Mittlere Homogenität, 8 MHz-Linear-Array-Schallkopf
Ultrasonogramm showing a mares' udder 10 days ante partum. Average homogeneity, 8 MHz-Linear-Array-probe

Tage ante partum, bei Stute 2 drei Tage ante partum und bei Stute 3 einen Tag ante partum statt. Stute 4 fehlte nach der vierten Untersuchung innerhalb der folgenden 24 Stunden ab.

Während dieser Untersuchungen wies das Euterparenchym ante partum überwiegend konstant gleiche, mittlere Homogenität bei mittlerer Echogenität auf (Abbildung 6). Bei einer Stute fiel in der Untersuchung sieben Tage vor der Geburt eine grobe, inhomogene Textur auf, welche bei der vorheri-

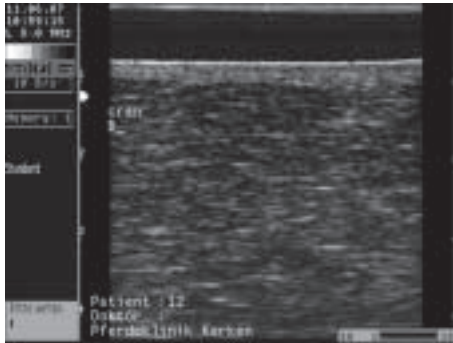


Abb 7 Sonographische Darstellung des Drüsengewebes derselben Stute wie in Abbildung 6; 7 Tage ante partum. Mittlere Homogenität, Struktur wabiger als an Tag 10 ante partum, 8 MHz-Linear-Array-Schallkopf

Ultrasonogramm showing the same udder as in figure 6; 7 days ante partum. Average homogeneity, structure more coarse-grained compared to day 10 ante partum, 8 MHz-Linear-Array-probe

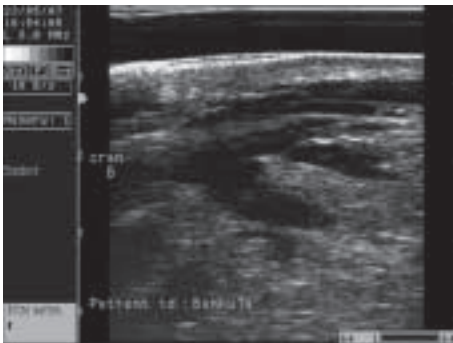


Abb 8 Sonographische Darstellung des Drüsengewebes einer Stute, 10 Tage ante partum. Mittlere Homogenität, Ductus lactiferi erkennbar als reflexarme Areale, 8 MHz-Linear-Array-Schallkopf

Ultrasonogramm showing a mares' udder 10 days ante partum. Average homogeneity, ductus lactiferi visible as areas of low reflection, 8 MHz-Linear-Array-probe

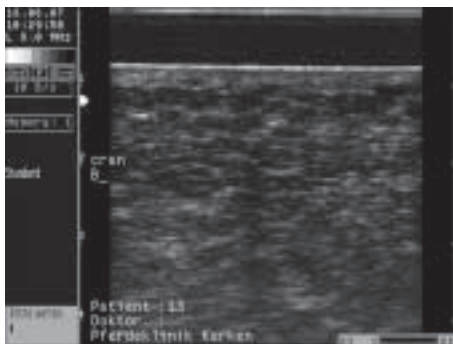


Abb 9 Sonographische Darstellung laktierenden Drüsengewebes einer Stute, erster Tag post partum. Mittlere Homogenität, wabig, 8 MHz-Linear-Array-Schallkopf

Ultrasonogramm showing a mares' udder on the first day post partum, Average homogeneity, coarse-grained, 8 MHz-Linear-Array-probe

gen und der darauf folgenden Untersuchungen nicht mehr nachvollziehbar war (Abbildung 7). Das Ergebnis der Palpation war auch bei dieser Stute zu jeder Zeit ohne besonderen Befund. Unabhängig vom Zeitpunkt vor der Geburt und von der Lokalisation waren zwischenzeitlich Milchgänge sowie der Sinus lactiferus als reflexarme Areale mit vereinzelt korpikulären Teilchen zu erkennen (Abbildung 8). Eine Differenzierung von Pars glandularis sinus lactiferi und Pars papillaris sinus lactiferi war nicht möglich, und auch das Zentralband im Sulcus intermammarius ließ sich bei keiner Stute darstellen.

Laktierende Stuten im Puerperium

Der überwiegende Teil der Milchdrüsen stellte sich über den gesamten Untersuchungszeitraum von mittlerer Homogenität dar, wobei bei manchen Stuten im Verlauf der Laktation eine Veränderung zu verzeichnen war. Bei einer Stute erhöhte sich die Homogenität innerhalb von einem Tag post partum bis zum 8. Tag post partum merklich, wobei sich die Grund-Textur von grob zu fein veränderte (Abbildung 9, 10). Andere Stuten wiederum behielten die Textur und Homogenität des Parenchyms über die Laktation bei (Abbildung 11, 12). Bei einer Stute, die aufgrund des Todes ihres Fohlens ohne Milchentzug war, konnte ein Areal mit hoher Echogenität dargestellt werden (Abbildung 13). Das Euter war ohne palpatorische Veränderungen. Die Milchgänge, erkennbar als echoarme Areale bei hoher Homogenität (Abbildung 14), zeigten bei dieser Stute die gleichen Charakteristika wie bei laktierenden (Abbildung 15) und hochtragenden Stuten.

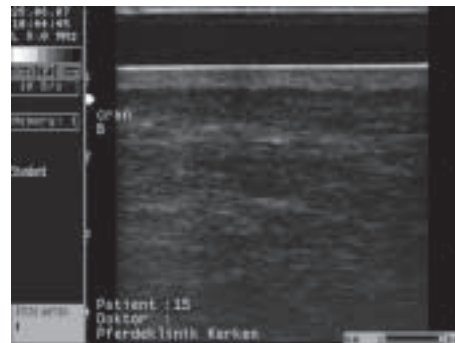


Abb 10 Sonographische Darstellung laktierenden Drüsengewebes der gleichen Stute wie in Abbildung 9. Erhöhte Homogenität, 8 Tage post partum, 8 MHz-Linear-Array-Schallkopf

Ultrasonogramm showing the same udder as in figure 9. Increased homogeneity, fine-grained, 8 days post partum, 8 MHz-Linear-Array-probe

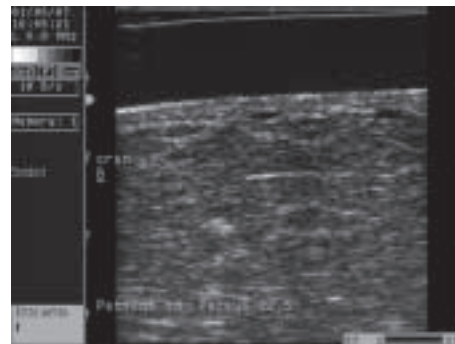


Abb 11 Sonographische Darstellung laktierenden Drüsengewebes einer Stute, 7 Tage post partum. Mittlere Homogenität, 8 MHz-Linear-Array-Schallkopf

Ultrasonogramm showing a mares' udder on day seven post partum, Average homogeneity, coarse-grained, 8 MHz-Linear-Array-probe

Die Struktur und Homogenität an der Lokalisation des Sulcus intermammarius war bei den laktierenden Stuten von unterschiedlicher Qualität. Bei zwei Stuten stellte sich das Gewebe inhomogen und wabig dar (Abbildung 16). Die Ergebnisse der restlichen Probanden am Sulcus intermammarius waren vergleichbar denen hochtragender Stuten. Es konnte kein Zentralband gezeigt werden.

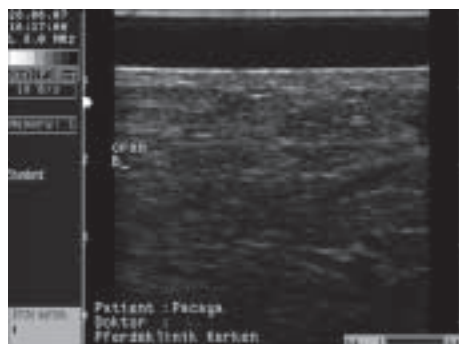


Abb 12 Sonographische Darstellung des laktierenden Drüsengewebes der gleichen Stute wie in Abbildung 11, 34 Tage post partum. Gleiche mittlere Homogenität, 8 MHz-Linear-Array-Schallkopf
Ultrasonogramm showing the same udder as in figure 11 on day 34 post partum. Same average homogeneity, coarse-grained, 8 MHz-Linear-Array-probe

Nicht laktierende Stuten

Das Drüsenparenchym der nicht laktierenden Stuten glich weitgehend dem der laktierenden und hochtragenden Stuten. Der größte Teil des Drüsengewebes war durch mittlere Echogenität charakterisiert, wobei die Homogenität bei der Mehrheit der Stuten im Vergleich zu den laktierenden Eutern etwas vermindert war. Das Gewebe stellte sich überwiegend

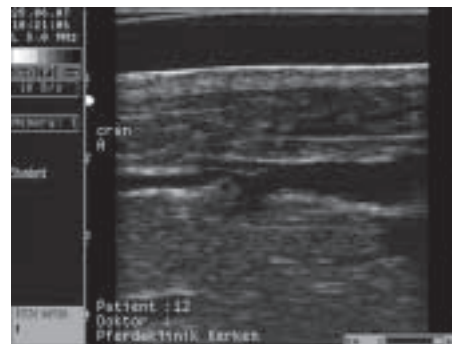


Abb 15 Sonographische Darstellung der Ductus lactiferi einer laktierenden Stute. Hochgradig echoarmes Areal mit hoher Homogenität, 14 Tage post partum, 8 MHz-Linear-Array-Schallkopf
Ultrasonogramm showing the ductus lactiferi of a lactating mares' udder including an area of low echogenicity and high homogeneity, day 14 post partum, 8 MHz-Linear-Array-probe

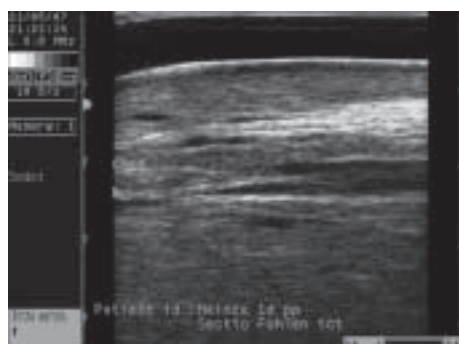


Abb 13 Sonographische Darstellung des Drüsengewebes einer Stute ohne Milchentzug mit einem Areal erhöhter Echogenität, 1 Tag post partum, 8 MHz-Linear-Array-Schallkopf
Ultrasonogramm showing a not nursing mares' udder on the first day post partum including an area of increased echogenicity, 8 MHz-Linear-Array-probe

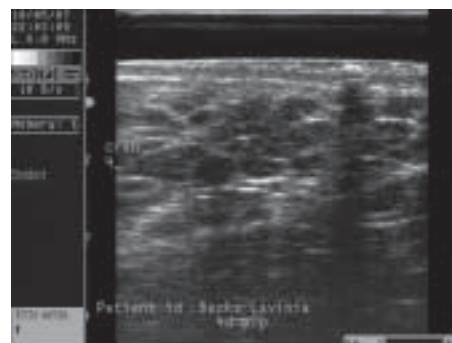


Abb 16 Sonographische Darstellung des Drüsengewebes einer Stute, 4 Tage post partum. Lokalisation Sulcus intermammarius, es ist kein Zentralband darzustellen, das Gewebe stellt sich inhomogen und wabig dar, 8 MHz-Linear-Array-Schallkopf
Ultrasonogramm showing a mares' udder on day 4 post partum, Localisation „sulcus intermammarius“, inhomogeneous and cloudy appearance, 8 MHz-Linear-Array-probe



Abb 14 Sonographische Darstellung des Sinus lactiferus einer Stute ohne Milchentzug, Reflexarmes Areal, 1 Tag post partum, 8 MHz-Linear-Array-Schallkopf
Ultrasonogramm showing the sinus lactiferus of a not nursing mares' udder on the first day post partum including an area of low reflection, 8 MHz-Linear-Array-probe

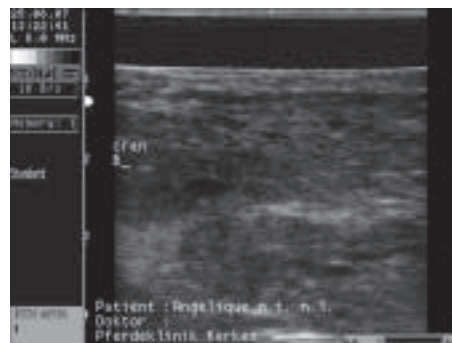


Abb 17 Sonographische Darstellung nicht laktierenden Drüsengewebes einer Stute. Mittlere Homogenität, feinwabig, 8 MHz-Linear-Array-Schallkopf
Ultrasonogramm showing a non-lactating mares' udder, average homogeneity, cloudy appearance, fine-grained, 8 MHz-Linear-Array-probe

wabig dar (Abbildung 17, 18). Allerdings konnte auch bei einer Stute dieser Gruppe ein homogenes Bild des Parenchyms dokumentiert werden (Abbildung 19). Die Textur variierte von fein- bis grobkörnig. Auch bei den nicht laktierenden Stuten ließen sich Milchgänge und Zisterne als reflexarme Areale mit vereinzelt korpuskulären Teilchen bei hoher Homogenität erkennen (Abbildung 20). Ein Zentralband konnte auch in dieser Gruppe nicht dargestellt werden. Die Tabelle 3 zeigt zusammenfassend eine Übersicht über die in den vorangegangenen Abschnitten beschriebenen Befunde.

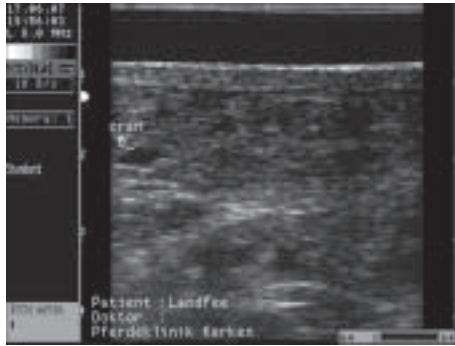


Abb 18 Sonographische Darstellung nicht laktierenden Drüsengewebes einer Stute. Mittlere Homogenität, wabig, 8 MHz-Linear-Array-Schallkopf
Ultrasonogramm showing a non-lactating mares' udder, average homogeneity, cloudy appearance, coarse-grained, 8 MHz-Linear-Array-probe

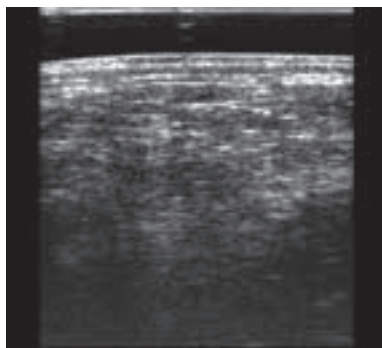


Abb 19 Sonographische Darstellung nicht laktierenden Drüsengewebes einer Stute. Mittlere, aber höhere Homogenität als Abbildung 17 und 18, 10 MHz-Linear-Array-Schallkopf
Ultrasonogramm showing a non-lactating mares' udder, average, but higher homogeneity than in figure 17 and 18, 10 MHz-Linear-Array-probe

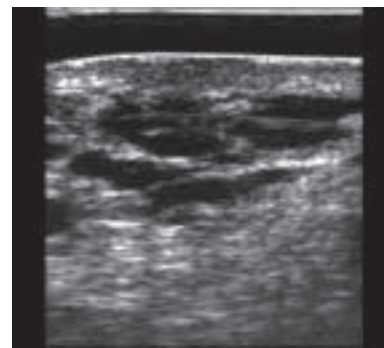


Abb 20 Sonographische Darstellung der Ductus lactiferi einer nicht laktierenden Stute, erkennbar durch die anechogenen Areale, 10 MHz-Linear-Array-Schallkopf
Ultrasonogramm showing the ductus lactiferi of a non-lactating mares' udder, visible as areas of anechogenicity, 10 MHz-Linear-Array-probe

Diskussion

Die equine Milchdrüse ist im Vergleich zu anderen Tierarten relativ selten pathologisch verändert. Da das Auftreten von Entzündungen und Neoplasien nicht nur die Stute selbst betrifft, sondern bei Zuchtstuten auch die Qualität des Kolostrums und der Milch als nutritive Grundlage für die weitere Entwicklung des Fohlens beeinträchtigen kann, ist eine aussagekräftige klinische Untersuchung dieses Organs anzustreben. Neben Adspektion, Palpation und Sekretuntersuchung sind bisher keine weiteren diagnostischen Verfahren für das Euter der Stute etabliert. Bei Rindern (Franz et al. 2004) und Hunden (Marquardt et al. 2005, Träsch et al. 2008) wird die sonographische Untersuchung als etabliertes Verfahren eingesetzt. Im Gegensatz dazu liegen zur Ultraschalluntersuchung des Stuteneuters kaum Publikationen vor.

Durch den unmittelbaren Vergleich des sonographischen Bildes mit den makroskopischen und histologischen Ergebnissen gelang es, eine Reihe von Strukturen in der equinen, gesunden Milchdrüse eindeutig zu identifizieren. Dabei handelt es sich um intaktes Drüsenparenchym und die Milchgänge mit und ohne Milchfüllung. Aus der Übereinstimmung der histologischen Befunde mit den Daten in der Literatur (Krölling und Grau 1960, Michel 1994, Ludewig 2000) kann geschlossen werden, dass es sich bei den ausgewählten Organen um repräsentatives equines Gesäuge handelte, welches sonographisch charakterisiert wurde. Zur Bewertung der Reihenpräzision wurde das von Marquardt (2003) am caninen Gesäuge beschriebene Verfahren gewählt. Die Kon-

Tab. 3 Prozentualer Anteil der sonographischen Darstellbarkeit verschiedener Strukturen des Stuteneuters unter Berücksichtigung des Funktionsstadiums

Percentage of sonographic presentability regarding different regions of the mares' udder in different stages of reproduction

	Tragende Stuten 2-10 Tage <i>ante partum</i> (n = 4)	Laktierende Stuten (n = 35)	Nicht laktierende, nicht tragende Stuten (n = 15)
Drüsengewebe	100 %, mittlere Echogenität, mittlere Homogenität		100 %, mittlere Echogenität, leicht verminderte, mittlere Homogenität
Ductus lactiferi	100 %, hochgradig echoarme Areale mit vereinzelt korpuskulären Teilchen, hohe Homogenität		
Sinus lactiferi	100 %, anechogene Areale mit zum Teil angedeuteten Korpuskeln		
Ringfalte	nicht darstellbar		
Pars glandularis/ Pars papillaris	nicht differenzierbar		
Zentralband	nicht darstellbar		

tinuität des Auffindens oder Nichtauffindens aller untersuchten Strukturen war gegeben.

Bezüglich der Echogenität war kein Unterschied zwischen laktierenden und nicht laktierenden Organen vorhanden. Durch die Technik der Grauwertanalyse könnte in diesem Bereich eventuell detailliertere Erkenntnisse gewonnen werden.

Der zusätzliche Einsatz einer Dopplerfunktion würde es ermöglichen, die durch Aussehen, Füllung und Lokalisation im sonographischen Bild leicht identifizierbaren Blutgefäße differenziert darzustellen und zu beurteilen.

Das Euterparenchym hochtragender Stuten ante partum war überwiegend durch konstant gleiche, mittlere Homogenität und Echogenität gekennzeichnet. Diese charakteristische Sonomorphologie des Euterparenchyms ließ sich an jeder Lokalisation darstellen. Bei einer Stute fiel in der Untersuchung sieben Tage vor der Geburt eine Veränderung der Textur im Sinne einer deutlichen Inhomogenität auf, welche bei den darauf folgenden Untersuchungen nicht mehr darstellbar war. Die Ursache für diese Erscheinung bleibt unklar. Der überwiegende Teil des laktierenden Euterparenchyms stellte sich mit mittlerer Homogenität und Echogenität dar. Nur bei einer laktierenden Stute veränderte sich Textur und Homogenität innerhalb von einem Tag post partum bis zum 8. Tag post partum merklich, während diese Parameter bei den anderen Stuten während der Laktation unverändert blieben. Somit scheint eine individuelle Veränderung der Homogenität sowohl ante als auch post partum bei bestimmten Individuen ohne klinische Relevanz zu sein.

Auch bei einer Stute ohne Milchentzug konnte eine Veränderung der Echogenität nachgewiesen werden. Dieses Tier zeigte ein begrenztes Areal mit hoher Echogenität, wies aber ebenfalls keine palpatorisch zu erfassenden pathologischen Veränderungen auf. *Poulsen Nautrup* (2001) erwähnte ebenfalls eine derartige Veränderung der Echogenität in der caninen Milchdrüse. Diese sogenannten Milchflecken wurden auch im ovinen Euter, hier allerdings nur ante partum, vorgefunden. Ansonsten zeigten die Milchgänge, erkennbar als Areale mit geringer Echogenität bei hoher Homogenität, ebenso wie das restliche Parenchym bei dieser Stute die gleichen Charakteristika wie bei laktierenden und hochtragenden Stuten.

Die Ergebnisse der klinischen Untersuchungen waren bei allen Stuten zu jeder Zeit ohne besonderen Befund. Bei der Gesamtbetrachtung aller untersuchten Stuten liegt die Vermutung nahe, dass gewisse Veränderungen des Parenchyms bezüglich der Homogenität, Echogenität und Struktur durchaus physiologisch sein können.

Generell kann anhand der sonographischen Ergebnisse keine Aussage über das Funktionsstadium der Milchdrüse gemacht werden, und es ist auch nicht möglich, juvenile Organe von Eutern zu unterscheiden, die bereits laktiert haben. Allerdings lassen sich die physiologischen Strukturen sehr eindeutig und gut reproduzierbar darstellen, so dass eine sonographische Untersuchung pathologisch veränderter Euter in jedem Fall einen Erkenntnisgewinn bringt, auch wenn in diesem Bereich systematische Untersuchungsergebnisse fehlen.

Fazit

Folgende praktische Hinweise für die sonographische Untersuchung des Stuteneuters können zusammengefasst werden:

- Laktierendes und nicht laktierendes Euterparenchym unterscheiden sich hinsichtlich der Homogenität und Echogenität nicht voneinander.
- Die Grundtextur kann auch bei gesunden Eutern in einem gewissen Rahmen variieren.
- Die histologisch differenzierbaren Gewebetypen wie Fett- und Bindegewebe lassen sich sonographisch im B-Mode-Verfahren nicht vom Drüsengewebe unterscheiden.
- In den laktierenden Milchdrüsen sind die Sinus lactiferi als echofreie Areale darstellbar. Sie können auch bei nicht laktierenden Organen als typische Struktur identifiziert werden.
- Ein Zentralband kann nicht dargestellt werden.
- Milch stellt sich als echoarme, homogene Masse dar.

Literatur

- Franz S., Hofmann-Parisot M. M. und Baumgartner W.* (2004) Evaluation of three-dimensional ultrasonography of the bovine mammary gland. *Am. J. Vet. Res.* 65, 1159-63
- Hiepler T., Schönfelder A. und Wehrend A.* (2009) Sonographische Untersuchung des ovinen Euters. *Tierärztl. Praxis* 37 (G), 113-17
- Krölling O. und Grau H.* (1960) Kap.: Die Milchdrüse In: *Krölling O. und Grau H.* (Hrsg): *Lehrbuch der Histologie und vergleichenden mikroskopischen Anatomie der Haustiere*, Parey Verlag, Berlin und Hamburg, 466-472
- Ludewig T.* (2000) Kap.: Milchdrüse des Pferdes. In: *Licht- und elektronen-mikroskopische Untersuchungen zur Euterhaut, der Milchdrüse und der Zitzen von Rind, Pferd, Schaf und Ziege*. Universität Leipzig, Habilitationsschrift, 70-97
- Marquardt C.* (2003) Untersuchung zur präoperativen Dignitätserfassung kaniner Mammartumoren mittels Ultraschall und Nadelbiopsie. *Diss. med. vet.*, Giessen
- Marquardt C., Wehrend A., Burkhard E., Failing K. und Bostedt H.* (2005) Sonographische Untersuchung von Mammartumoren der Hündin. Teil 2: Präoperative sonographische Dignitätseinschätzung. *Tierärztl. Praxis* 31, 275-283
- Michel G.* (1994) Kap.: Anatomie der Milchdrüse. In: *Wendt K., Bostedt H., Mielke H., und Fuchs H. W.* (Hrsg.): *Euter- und Gesäugekrankheiten*, Gustav Fischer Verlag, Jena, 17-62
- Noll I. und Hospes R.* (2003) Mastitis apostematosa chronica bei einer siebenjährigen Kaltblutstute. *Tierärztl. Praxis* 31 (G), 25-27
- Poulsen Nautrup C.* (2001) Kap. 11: Trächtigkeit, Geburt, Gesäuge In: *Poulsen Nautrup C. und Tobias R.* (Hrsg) *Atlas und Lehrbuch der Sonographie der Ultraschalldiagnostik bei Hund und Katze*, 3. Aufl., Schlütersche Verlagsanstalt, Hannover, 322-328
- Reef V. B.* (1998) Kap.: Ultrasonographic Evaluation of Small Parts In: *Reef V. B.*: *Equine Diagnostic Ultrasound* W. B. Saunders Company, Philadelphia, 480-547
- Ruberte J., Carretero A., Fernandez M., Navarro M., Caja G., Kirchner F. und Such X.* (1990) Ultrasound mammography in the lactating ewe and its correspondence to anatomical section. *Small Rumin. Res.* 13, 199-204
- Trasch K., Wehrend A. und Bostedt H.* (2008) Ultrasonographic description of canine mastitis. *Vet. Radiol. Ultrasound* 48, 580-584

Dr. Sophia Ennen
 Klinikum Veterinärmedizin, Klinik für Geburtshilfe, Gynäkologie und Andrologie der Groß- und Kleintiere mit Tierärztlicher Ambulanz der Justus-Liebig-Universität Gießen
 Frankfurter Straße 106, 35392 Gießen
 sophia.ennen@vetmed.uni-giessen.de