

Ultraschalldiagnostik am Genitaltrakt der Stute

Ingrid Brück

Klinisches Institut, Sektion für Reproduktion, Königliche Veterinär- und Landwirtschaftliche Hochschule, Dänemark

Einleitung

Die Visualisierung der inneren Körperorgane ist als Diagnostikum ausserordentlich hilfreich. Die hierzu weit verbreitete Röntgendiagnostik wird seit kurzer Zeit sowohl in der Humanmedizin als auch in der Veterinärmedizin mehr und mehr durch die Ultraschalldiagnostik ergänzt. Letztere hat die Vorteile, daß der Patient keinen ionisierenden Strahlen ausgesetzt wird, daß der Patient nicht absolut ruhiggestellt werden muß, um eine qualitativ akzeptable Aufnahme zu ermöglichen und daß man die Untersuchungsergebnisse direkt erhält und eine eventuelle Korrektur des Schallwinkels sofort durchführen kann. Weiterhin sind die Betriebskosten eines Ultraschallgerätes bedeutend geringer als die eines Röntgengerätes. Es muß allerdings darauf hingewiesen werden, daß die Röntgendiagnose in bestimmten Bereichen wie z.B. in der Darstellung von knöchernen Strukturen, der Ultraschalldiagnostik weitaus überlegen ist.

Die Kenntnisse zur Krankheitsdiagnostik an den inneren Organen mittels der Ultrasonographie sind zur Zeit beim Kleintier noch besser entwickelt als beim Grosstier, da hier der transkutane Zugang infolge der geringeren erforderlichen Penetrationstiefe wesentlich leichter ist. Die Anwendung der Ultrasonographie verbreitet sich aber auch zunehmend in der Pferdepraxis. Hier findet sie vorwiegend Anwendung als Diagnostikum in der Gynäkologie und zur Trächtigkeitsuntersuchung, kann aber auch in einigen Fällen therapeutisch eingesetzt werden. Abhängig von dem vorhandenen Gerät und dessen Fähigkeiten lassen sich außer Gebärmutter und Eierstöcken auch Blase, Nieren, Leber, Milz, Pleura, Herz, Hoden sowie akzessorische Geschlechtsdrüsen, Augen und die Sehnen und Muskeln der Extremitäten untersuchen (*Rantanen 1984, Little and Woods 1987*). Die begrenzte Anzahl der Fälle gibt dem Praktiker allerdings nur geringe Möglichkeit zur Erarbeitung einer Routine in allen diagnostischen Bereichen, und in einer reinen Großtierpraxis ist die Anschaffung der zusätzlichen Transducer dadurch häufig unökonomisch. Zur Betreuung von Gestüten ist das Ultraschallgerät mit dem rektalen Schallkopf ausreichend und eine sehr hilfreiche und durchaus rentable Anschaffung. Zur Anwendung in der Gemischtpraxis ist ein portables Gerät mit einer Kombination der verschiedenen erforderlichen Schallköpfe von Vorteil.

Zusammenfassung

Die Anwendung der Ultrasonographie verbreitet sich zunehmend auch in der Pferdepraxis. Die vorliegende Arbeit erklärt die technischen Begriffe und physikalischen Grundprinzipien der Ultrasonographie. Die üblichen Ultraschallbilder des Genitaltraktes der nicht-tragenden Stute während des Anöstrus, der Übergangsperiode und der zyklischen Periode, sowie häufige Nebenfunde werden beschrieben. Darüberhinaus wird die Anwendung der Ultrasonographie zur Trächtigkeits- und Zwillingsdiagnostik, bzw. zur artifiziellen Zwillingsreduktion berücksichtigt.

Schlüsselwörter: Ultraschalldiagnostik, Stute, gynäkologische Untersuchung, Trächtigkeitsdiagnose

Diagnostic Ultrasonography in Mare Reproduction

The use of ultrasonography in reproduction is becoming more and more popular in equine practice. This article explains the technical terms and the basic physical principles of ultrasonography. The common ultrasonographic images of the non-pregnant mare's reproductive tract during anestrus, the transitional period and the breeding season, as well as some infrequent observations are described. The application of ultrasonography in cases of pregnancy and twin diagnosis and in artificial twin elimination are also discussed.

keywords: diagnostic ultrasonography, mare, reproductive examination, pregnancy diagnosis

Technische Begriffe und physikalische Grundprinzipien der Ultrasonographie

Die Ultrasonographie bedient sich des Echoprinzipes, wobei Ultraschallwellen ins Gewebe ausgesendet, dort reflektiert und wieder empfangen werden. Die reflektierten Schallwellen enthalten nun Information, die auf verschiedene Weise dargestellt werden kann.

Grundsätzlich besteht das Ultraschallgerät aus dem Scanner (Sonograph) und dem Transducer (Probe, Schallkopf). Der Scanner sendet zeitlich abgestimmte elektrische Impulse zum Transducer, wo piezoelektrische Kristalle angeregt werden und durch Formänderung longitudinale Druckwellen erzeugen.

Die Frequenzbereiche des diagnostischen Ultraschalles liegen zwischen 1-10 MHz. Von der Frequenz hängen Penetrationstiefe im Gewebe, der optimale Fokusbereich und das axiale Auflösungsvermögen ab. Je niedriger die Frequenz der Ultraschallwellen liegt, desto tiefer können die Schallwellen in das Gewebe eindringen, das Bild verliert dabei allerdings an Präzision. Deshalb sind für die Schallkopfnahme Gewebe hochfrequente Schallköpfe vorzuziehen, und für Follikelkontrolle und die Untersuchung des nicht-tragenden Uterus bei der Stute kann

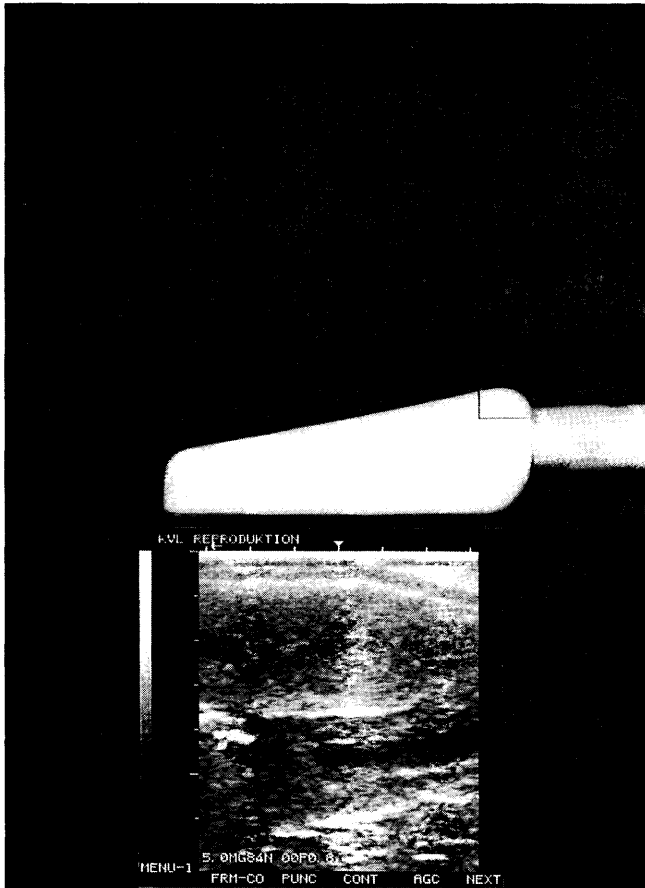


Abb. 1: Linearer Transducer und zugehöriges Ultraschallbild
Linear transducer and its ultrasonic image

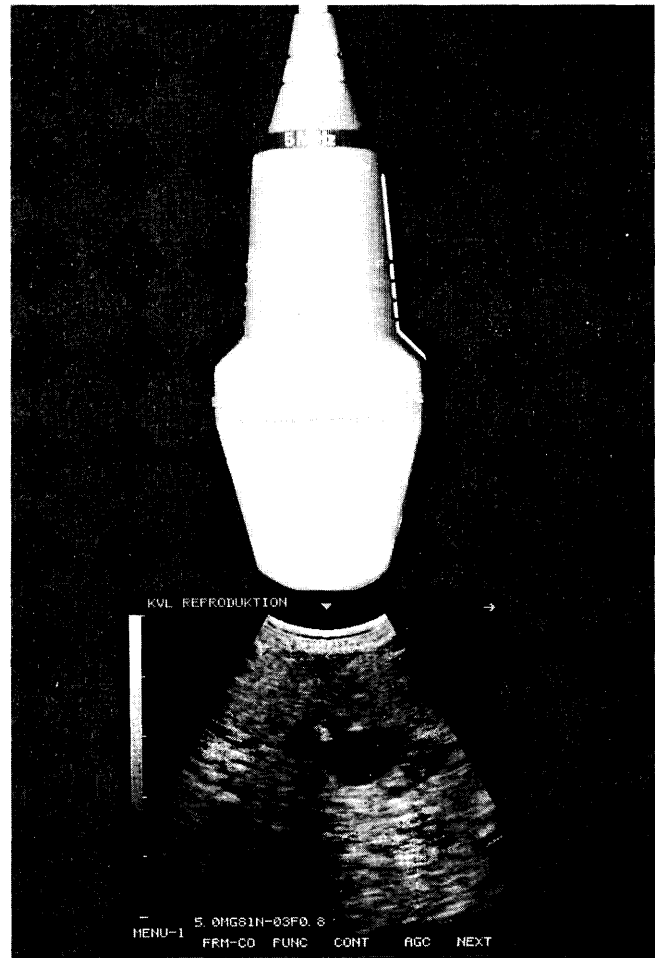


Abb. 2: Curved Array Transducer und zugehöriges Ultraschallbild
Curved array transducer and its ultrasonic image

durchaus ein 7,5 mHz Transducer angewendet werden. Im späteren Verlauf der Trächtigkeit hingegen, ist ein tieferes Penetrationsvermögen erwünscht, und in der Regel wird deshalb für die gynäkologische Ultrasonographie ein 5 mHz-Transducer vorgezogen.

Die Frequenz der Ultraschallwellen ist vom Kristall abhängig, d.h. für verschiedene Frequenzbereiche werden in der Regel verschiedene Kristalle benötigt, und man muß den Schallkopf wechseln, um die Frequenz zu ändern. Seit kurzem werden jedoch auch verschiedene Typen mehrfrequenter Schallköpfe angeboten. Die einen beinhalten Kristalle, die abhängig von den elektrischen Impulsen zwei verschiedene Frequenzbereiche erzeugen können, die anderen senden gleichzeitig mehrere Frequenzen aus und erst beim Empfang werden die nicht notwendigen Frequenzbereiche herausgefiltert, so daß nur die Frequenz, welche für den erwünschten Fokusbereich optimal ist, erhalten bleibt.

Ultraschallfrequenz maximale Penetrationstiefe

3,5 mHz	70 cm
5 mHz	15-20 cm
7,5 mHz	5-10 cm

Die Ausbreitung der erzeugten Schallwellen wird durch eine allseitige Schallisolierung auf ein Schallfenster begrenzt. Je nach Anordnung der Kristalle im Schallkopf unterscheidet man lineare, Curved-array-, Sektor-, Phased-array- und Rotations-Transducer. Im linearen Schallkopf sind die Kristalle zweidimensional in einer Linie aneinandergereiht. Der Schallkopf hat dadurch ein großes Schallfenster und erfordert eine relativ große Auflagefläche. Die Abbildung auf dem Monitor hat beim linearen Schallkopf ein 4-eckiges Format und entspricht in seiner Breite der Länge der Kristalllinie (Abb. 1). Beim Curved-array-Transducer liegen die Kristalle in einem konvexen Bogen linear aneinandergereiht. Die Dimensionen des nötigen Schallfensters und die Auflagefläche sind dadurch etwas geringer und die Abbildung wird hierbei keilförmig, ähnlich der des Sektor-Transducers (Abb. 2). Beim Sektor-Transducer ist ein Kristall mittels eines Schwingarmsystemes beweglich gelagert und sendet seine Schallwellen während einer Pendelbewegung aus. Der Winkel der Pendelbewegung lässt sich bei einigen Geräten einstellen und erlaubt dadurch eine Änderung der Schallrichtung. Die Dimensionen von Schallfenster und Auflagefläche sind hier am geringsten, und dieser Schallkopf eignet sich deshalb besonders gut zur Schallung von Herz und Pleura, wo die Rippen das Eingangsfenster zum

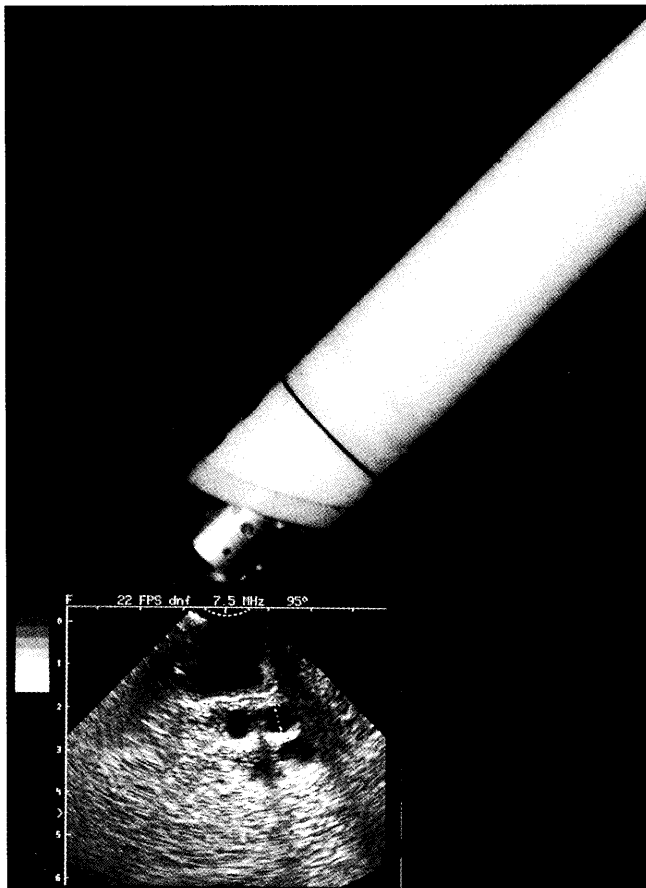


Abb. 3: Sektor-Transducer und zugehöriges Ultraschallbild
Sectortransducer and its ultrasonic image

Thorax stark begrenzen. Die Abbildung ist keilförmig (Abb. 3). Der Phased-array-Transducer unterscheidet sich vom Sektor-Transducer nur dadurch, daß die mechanische Pendelbewegung des Kristalles durch eine elektronische Steuerung des Schallwinkels ersetzt ist. Der Phased-array-Transducer hat allerdings den Nachteil, daß die reflektierten Schallwellen den Schallkopf nicht immer im 90° Winkel treffen, und die Bildqualität an den Kanten dadurch deutlich geringer ist als beim Sektor-Transducer. Beim Rotations-Transducer kreist entweder das Kristall oder ein akustischer Spiegel um eine Achse und ermöglicht dadurch Zugang zum umliegenden Gewebe in einem 360° Winkel. Je nach Größe des Schallfensters ist es möglich eine Abbildung bis zu 360° zu produzieren. Dieser Schallkopf stellt große mechanische Anforderungen, und wird zur Zeit vorwiegend in der Humanmedizin in Verbindung mit einem Endoskop eingesetzt.

Die Schallwellen dringen nicht ungehindert durch alle Stoffarten, sondern werden mit verschiedener Intensität reflektiert, abgelenkt oder geschwächt. Den Widerstand, auf den die Schallwellen in einer bestimmten Stoffart treffen, nennt man akustische Impedanz. Diese hängt vom Abstand der Moleküle (der Dichte) und von der Geschwindigkeit der Schallwellen in einem Gewebe ab. An einer Grenzfläche von Geweben mit verschiedener akustischer Impedanz entsteht Reflektion. Die Intensität der Reflektion

hängt sowohl vom Unterschied in der akustischen Impedanz als auch vom Einfallswinkel ab. Der Scanner sendet die elektrischen Signale in kurzen Zeitabständen zum Schallkopf, und die Pausen zwischen den Schallwellen erlauben somit den Empfang dieser reflektierten Ultraschallwellen. Mittels der piezoelektrischen Kristalle werden die empfangenen Schallwellen in elektrische Impulse umgewandelt, zum Scanner weitergegeben, und dort zu einem Bild verarbeitet.

Je nach Darstellungsart unterscheidet man A-mode (amplitude mode), B-mode (brightness modulation) und M-mode (motion mode). Beim A-Mode werden die Amplituden der reflektierten Ultraschallwellen in einer Grafik abgebildet. Diese Art der Ultraschalldarstellung wird eigentlich nur noch zur Diagnostik am Auge und zur Fett/Fleischanalyse von Fleischrindern verwendet. Beim B-Mode werden die empfangenen elektrischen Impulse im Scanner verstärkt und in Relation zu ihrer zeitlichen Verzögerung, was dem Abstand des Reflektors zum Schallkopf entspricht, auf dem Monitor als Lichtimpulse in einer zweidimensionalen Abbildung sichtbar gemacht. Diese Darstellungsart wird im folgenden näher beschrieben. Beim M-Mode erhält man eine Lichtimpulsabbildung eines eindimensionalen Gewebeschnittes während eines bestimmten Zeitverlaufes; diese ist vorwiegend zur Darstellung der Herzaktion gebräuchlich.

Materie mit einer einheitlichen akustischen Impedanz läßt die Ultraschallwellen ungehindert passieren und erscheint im B-Mode auf dem Monitor einheitlich schwarz oder „non-echogen“. Dies ist der Fall mit Flüssigkeiten, die keine korpuskulären Bestandteile beinhalten. Sobald Kristalle, Mukus oder Zellen beigemischt sind, erscheint das Bild mehr echogen. Gewebe mit sehr geringer Dichte, wie z.B. Luft, erlaubt die Fortpflanzung von Ultraschallwellen nicht; an der Grenzfläche von Gewebe zu Luft ist der Unterschied der akustischen Impedanz so groß, daß alle Schallwellen reflektiert werden, ohne in das Medium Luft einzudringen. Deshalb ist auch ein gutes Kontaktmedium Voraussetzung für ein klares Bild. Man verwendet in der Regel Methylzellosegel und setzt damit die diffuse Verschattung, die durch die luftgefüllten Unebenheiten der Gewebeoberfläche entstehen, herab. Ähnlich reflektiert die Grenzfläche zwischen Gewebe und Knochen sehr stark, da die Impedanz des Knochens sehr hoch ist. Abgesehen von Knochen hat das Körpergewebe relativ einheitliche Werte für die akustische Impedanz, und eignet sich deshalb sehr gut zur Ultrasonographie.

Während eine glatte Oberfläche direkt reflektiert, entstehen an einer unebenen Oberfläche diffuse Reflektionen (Streuung). Aufgrund der „unebenen“ Struktur von Körpergewebe, werden die eindringenden Ultraschallwellen praktisch zu jeder Zeit gestreut, und nur wenige davon erreichen wieder den Schallkopf als direkte Reflektionen. Alle anderen, gestreuten Schallwellen verstärken oder schwächen einander und resultieren letztendlich in dem ei-

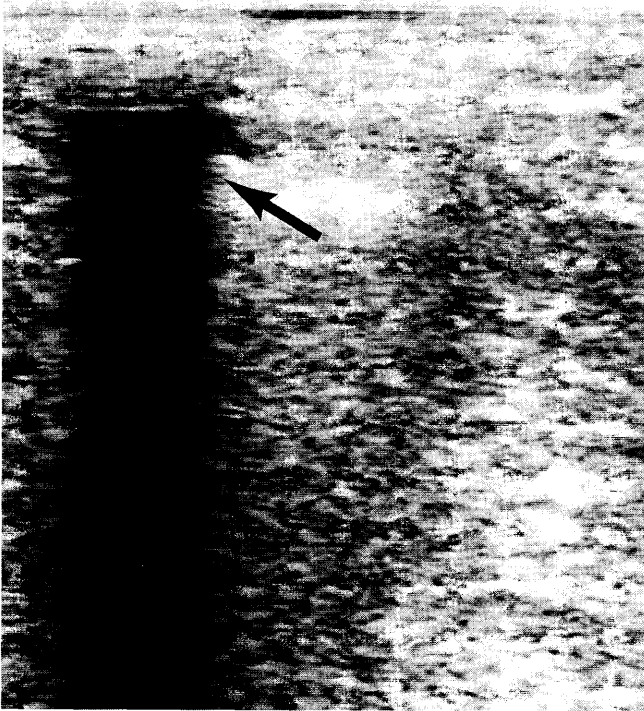


Abb. 4: Verschattungsartefakt aufgrund eines großen Unterschiedes in der akustischen Impedanz zwischen Weichteilgewebe und Luft (Pfeil)

Shadowing caused by the large difference in acoustic impedance between soft tissue and air (arrow)

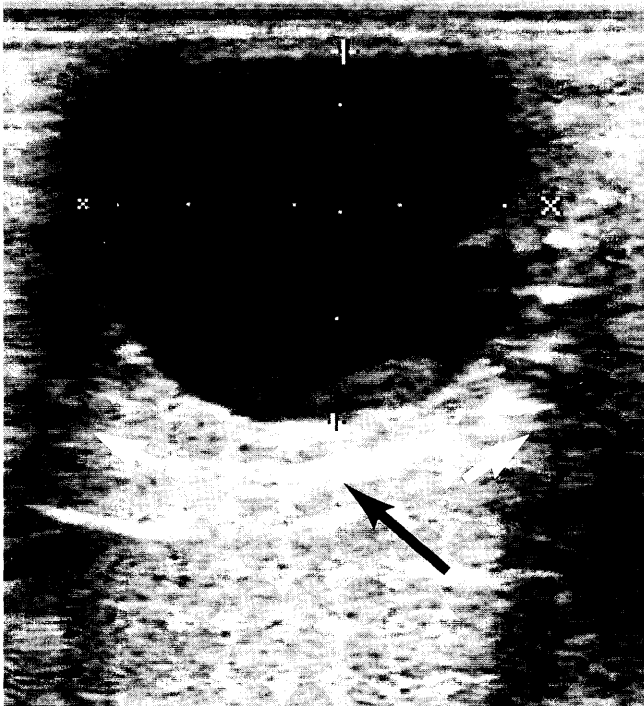


Abb. 5: Verschattungsartefakt (weiße Pfeile) an einer gebogenen Oberfläche (Querschnitt von Uterus) und Verstärkungsartefakt unterhalb einer flüssigkeitsgefüllten Blase (schwarzer Pfeil)

Shadowing (white arrows) caused by a smooth curved surface (cross section through the uterine horn) and enhancement artifact below a fluid filled structure (black arrow)



Abb. 6: Spiegelreflexionen an einer flüssigkeitsgefüllten Blase (Pfeile)

Specular reflection from a fluid filled structure (arrows)

gentlichen Lichtimpulsmuster, das eine Gewebeart charakterisiert. Die Grauintensität ist somit ein Ausdruck der Echoamplitude einer bestimmten Gewebeart.

Abgesehen von den „erwünschten“ Reflexionen, die das Körpergewebe darstellen, entstehen auch Artefakte. Kenntnis der Artefakte ist ausschlaggebend für eine richtige Interpretation der Abbildung auf dem Monitor. Einige Artefakte werden im folgenden Abschnitt beschrieben.

Durch starke Ablenkung oder völlige Blockade (Absorption und Reflektion) der Ultraschallwellen kann eine sog. Verschattung entstehen. Wie schon erwähnt, erfordert eine starke Reflektion eine Grenzfläche von Stoffarten mit einem großen Unterschied in den Werten der akustischen Impedanz (bzw. Dichte), wie z.B. Luft/Weichteilgewebe (Abb. 4) oder Knochen/Weichteilgewebe. Auch an gebogenen Oberflächen entstehen Reflektion bzw. Refraktion von Ultraschallwellen abhängig von deren Schallgeschwindigkeit in den angrenzenden Geweben, und verursachen Verschattungen (Abb. 5). Für die Entstehung von Artefakten ist u.a. der Einfallswinkel wichtig. Wenn Schallwellen in einem rechten Winkel auf eine Grenzfläche treffen, entsteht infolge sehr starker Reflektion eine sogenannte Spiegelreflektion. Nicht alle Schallwellen werden an dieser Stelle reflektiert. Handelt es sich z.B. um eine flüssigkeitsgefüllte Blase, so passieren die restlichen Schallwellen ungehindert zur anderen Blasenwand und an dieser Stelle entsteht in der Regel eine zweite Spiegelreflektion (Abb. 6). Spiegelreflexionen sind nicht immer unerwünscht, sondern können bei der Identifikation und Messung von flüssigkeitsge-

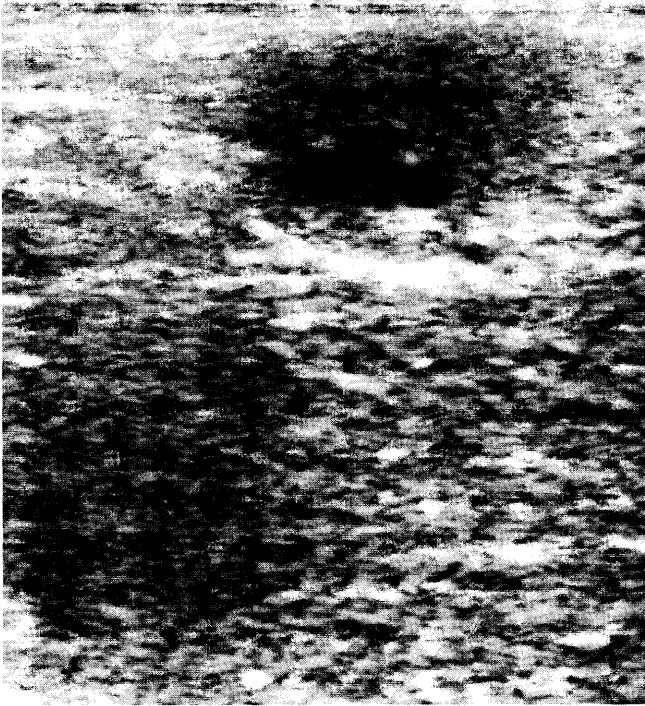


Abb. 7: Ultraschallbild eines Ovars im Anöstrus
 Ultrasonic image of an ovary during anestrus

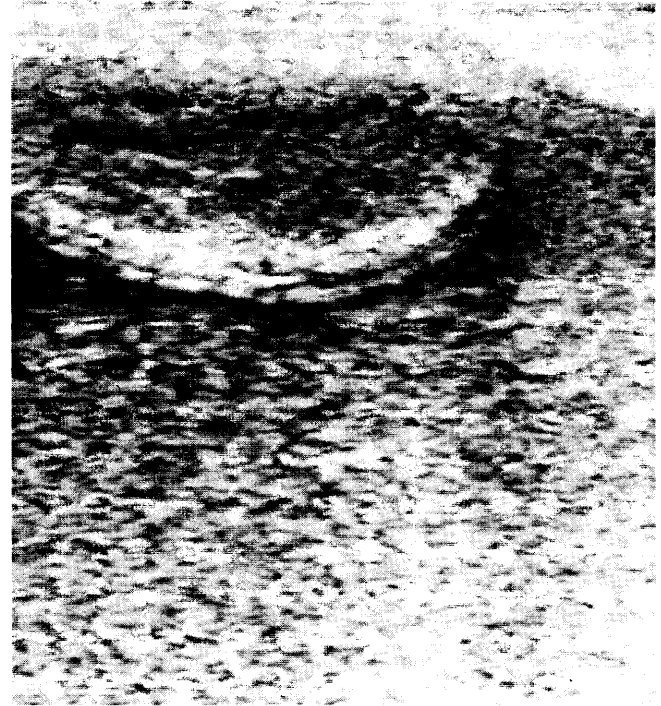


Abb. 8: Uterus im Anöstrus (Querschnitt)
 Uterus during anestrus (cross section)

füllten Räumen, wie z.B. Follikel, Keimblasen, Endometriumzysten sehr nützlich sein. Ein Verstärkungsartefakt entsteht, wenn die Ultraschallwellen durch ein non-echo-genes Medium z.B. eine Flüssigkeitsblase passieren, dabei also nicht an Stärke verlieren. Wenn die Schallwellen auf der schallkopffernen Seite aus der Flüssigkeitsblase heraustreten, ist ihre Amplitude somit grösser als die der Strahlen zu beiden Seiten der Flüssigkeitsblase. Die höhere Amplitude resultiert in einer scheinbar höheren Echogenität des darunterliegenden Gewebes (Abb. 5).

Ultraschalldiagnostik an der nicht-tragenden Stute

Um einen einheitlichen und leichten Untersuchungsgang zu gewährleisten, wird der Transducer immer in einer mehr oder weniger sagittalen Richtung im Rektum geführt. Dabei werden Zervix, Uteruskörper, Bifurkation und die Ovarien im Längsschnitt geschallt, während die Uterushörner im Querschnitt dargestellt werden.

Die Reproduktionsaktivität der meisten Stuten ist saisonal polyöstrisch, d.h. man unterscheidet eine anöstrische Periode und eine zyklische Periode. Zu Beginn der zyklischen Periode liegt in der Regel eine kürzere Phase, in der die Follikelanbildung beginnt, aber noch nicht regelmässig verläuft und noch keine Ovulationen stattfinden (die Übergangsperiode). Ovarielle und uterine Befunde unterliegen stark den wechselnden hormonellen Einflüssen, und infolgedessen zeigen auch die Ultraschallbilder des

Genitaltraktes der Stute sowohl jahreszeitliche als auch zyklische Unterschiede.

Der Anöstrus verläuft mit ovarieller Inaktivität, d.h. die Ovarien sind klein, und Follikel messen selten mehr als 5 mm im Durchmesser (Abb. 7). Die Struktur des Uterus gleicht in dieser Zeit dem unter Progesterondominanz, d.h. dem im Diöstrus. Endometriumfalten sind nicht zu erkennen und die Echogenität ist homogen. Da im Anöstrus der Einfluss der ovariellen Steroidhormone auf den uterinen Tonus fehlt, gibt der Uterus häufig dem durch den Schallkopf ausgeübten Druck nach und liegt mit flachovaler Form dem unterliegenden Gewebe an (Abb. 8).

Die Übergangsperiode ist durch häufige und/oder unregelmässige anovulatorische Östren gekennzeichnet, deren Dauer sowohl länger als auch kürzer als normal sein können. Das Ultraschallbild der Ovarien in dieser Zeit variiert stark. In der Regel sind beide Ovarien mit zahlreichen Follikeln unterschiedlicher Grösse gefüllt (Abb. 9). Der Durchmesser kann sowohl zu- als auch abnehmen, und selbst große, scheinbar präovulatorische Follikel können über längere Zeit persistieren, um zuletzt atretisch zu werden und wieder an Grösse zu verlieren. Palpatorisch können solche atretischen Follikel zu Beginn der Zuchtseason u.U. mit einer Ovulation verwechselt werden. Dies kann mit Hilfe der Ultrasonographie leicht ausgeschlossen werden. Der Uterus kann ultrasonographisch einerseits dem im Anöstrus gleichen (Abb. 10), kann aber auch zeitweise, je nach Anzahl und Grösse östrogenproduzierender Follikel, östrale Struktur annehmen (siehe unten).



Abb. 9: Ovar in der Übergangsperiode
Ovary during the transitional period



Abb. 10: Uterus in der Übergangsperiode (Querschnitt)
Uterus during the transitional period (cross section)

In der zyklischen Periode untergeht das Ovar der Stute eine regelmässige Follikelanbildung und Ovulation. Der Östralzyklus dauert durchschnittlich 19–24 Tage und ist in Östrus (5–9 Tage) und Diöstrus (12–16 Tage) gegliedert (Ginther 1992). Der Diöstrus beginnt mit der Ovulation und der Luteinisierung der Follikelhöhle. Diese kann in zwei Formen erfolgen: 1. als Ausbildung eines Corpus haemorrhagicum (CH) oder 2. als Ausbildung eines Corpus luteum (CL). Palpatorisch hat das CH am 1. postovulatorischen Tag eine weiche und manchmal leicht krepitierende Konsistenz, kann aber durchaus mit einem sehr weichen präovulatorischen Follikel verwechselt werden. Ultrasonographisch erzeugen die korpuskulären Bestandteile des Blutes echogene Reflektionen innerhalb der non-echogenen, blutgefüllten Follikelhöhle, welche eine zweifelsfreie Diagnose ermöglichen (Abb. 11). Die Blutkoagula verbleiben während der ganzen Lutealphase zentral im Lutealgewebe sichtbar, werden jedoch kleiner und mehr echogen. Das CL dagegen weist schon sofort nach der Ovulation eine einheitlich stark echogene Struktur auf, die es auch während seiner späteren Rückbildung beibehält (Abb. 12). Die Ausbildung der einen oder anderen Form des Luteingewebes verteilt sich 50:50, erfolgt scheinbar zufällig und hat keinen Einfluß auf die luteale Funktionstüchtigkeit (Ginther 1986). Es muß bei der Diagnose eines CL allerdings darauf geachtet werden, daß ein stark echogenes Gebiet direkt unter einem Follikel möglicherweise auf einem Verstärkungsartefakt beruht. Dies kann durch Änderung des Schallwinkels überprüft werden, indem man den Schallkopf so über die Oberfläche des Ovars bewegt, daß die Schallwellen nicht erst den Follikel passie-

ren müssen, um die als CL vermutete Stelle zu erreichen. Sobald das CL mit der Progesteronproduktion beginnt, nimmt die Struktur des Uterus sein typisch diöstrales Erscheinungsbild an. Der Querschnitt der Uterushörner ist aufgrund des hohen Tonus rund und die Struktur einheitlich echogen (Abb. 13). Im weiteren Verlauf des Diöstrus verdichtet sich das Luteingewebe und erscheint mehr und mehr echogen, während der Durchmesser abnimmt. Im Verlaufe des nächsten Östralzyklus bildet sich dieses sogenannte Corpus albicans (CA) weiter zurück, ist aber in einigen Fällen noch als kleine stark echogene Struktur erkennbar. Während des Östrus wächst in der Regel ein dominanter Follikel auf einen Durchmesser von 40–50 mm heran (Abb. 14), bevor er ovuliert. Palpatorisch läßt sich der Ovulationszeitpunkt nur äußerst schwer vorausbestimmen. Mit Hilfe der Ultrasonographie, können als zusätzliche Parameter die tägliche Zunahme der Follikelgröße, die Änderung der Follikelform und Wanddicke, sowie die Zunahme des uterinen Ödems hinzugezogen werden. Die maximale Follikelgröße vor der Ovulation zeigt starke individuelle Unterschiede, ist aber auch davon abhängig, ob ein oder zwei präovulatorische Follikel zur Ausbildung kommen. Um den ungefähren Ovulationszeitpunkt vorauszubestimmen, ist die Follikelgröße allein deshalb nicht von großem Nutzen. Etwa 85% aller präovulatorischen Follikel haben am Tage vor der Ovulation ihre sphärische Form zu birnenförmig oder konisch geändert (Abb. 14). Die Dicke der Follikelwand nimmt bis zu 2 Tage vor der Ovulation zu und bleibt danach konstant (Ginther 1986). Präovulatorisch wird die Mukosa des Endometriums zunehmend ödematös, und ultrasonographisch treten die Endometriumfal-



Abb. 11: Ultraschallbild eines Corpus haemorrhagicum
 Ultrasonic image of a corpus hemorrhagicum

ten dabei deutlich als „Radspeichen“ hervor (Abb. 15). Intraluminal kann es in seltenen Fällen zu kleineren Flüssigkeitsansammlungen kommen, die postovulatorisch sofort wieder verschwinden.



Abb. 12: Ultraschallbild eines Corpus luteum
 Ultrasonic image of a corpus luteum



Abb. 13: Uterus im Diöstrus (Querschnitt)
 Uterus during diestrus (cross section)

Die tragende Stute

Insbesondere zur Trächtigkeitsdiagnose bei der Stute hat sich die Ultrasonographie als vorteilhaft erwiesen, da schon zwischen dem 9. und 11. postovulatorischen Tag mit einem 5 mHz Transducer die Blastozyste ultrasonographisch dargestellt werden kann. Sie erscheint im Lumen des Endometriums als 3–5 mm große, non-echogene Blase mit zwei deutlichen Spiegelreflektionen (Abb. 16). Experimentell konnten somit am 11. postovulatorischen Tag 98% von 76 Trächtigkeiten diagnostiziert werden. Bis zum 16. Trächtigkeitstag nimmt der Durchmesser der Blastozyste täglich konstant zu. Zwischen dem 16. und 28. Trächtigkeitstag weist die Wachstumskurve ein konstantes Größenwachstum auf, wonach der Konzeptus erneut ein konstantes Größenwachstum aufnimmt (Ginther 1986). Dies bedeutet, daß man in dieser Zeit anhand des ultrasonographisch ermittelten Diameters das ungefähre Alter und die Wachstumstendenz beurteilen kann.

Der Konzeptus des Pferdes ist einzigartig in seiner Fähigkeit, vom Zeitpunkt seiner Ankunft im Uterus das gesamte Uteruslumen bis zu 20mal täglich durchwandern zu können. Uteruskontraktionen werden als primäre Ursache für diese Mobilität angesehen. Die Mobilität des Konzeptus erlaubt eine intensive Kontaktaufnahme mit dem gesamten Endometrium und wird als sehr wichtig für den embryomaternalen Erkennungsprozess angesehen. Man nimmt zur Zeit an, daß diese Kontaktaufnahme die uterus-induzierte Luteolyse der Stute verhindert. Die Mobilitätsphase endet am 15. oder 16. Trächtigkeitstag infolge einer Erhöhung des uterinen Tonus mit der Fixation des Konzeptus im kau-

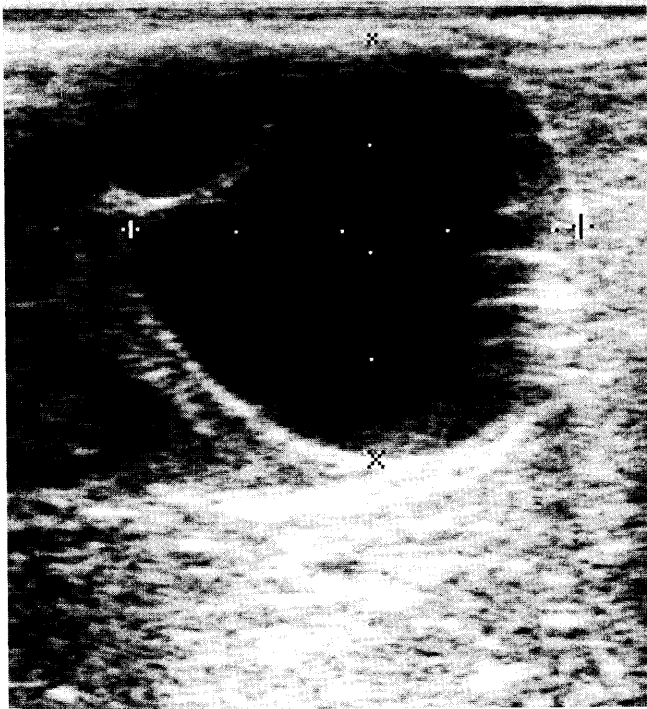


Abb. 14: Präovulatorischer Follikel mit Formänderung
Preovulatory follicle with loss of the spherical shape

dalen Teil eines der Uterushörner. Diese Mobilität des equinen Konzeptus ist bei der Trächtigkeitskontrolle zu bedenken, da man vor dem 16. Trächtigkeitstag keine konstante Lokalisationsstelle erwarten kann.

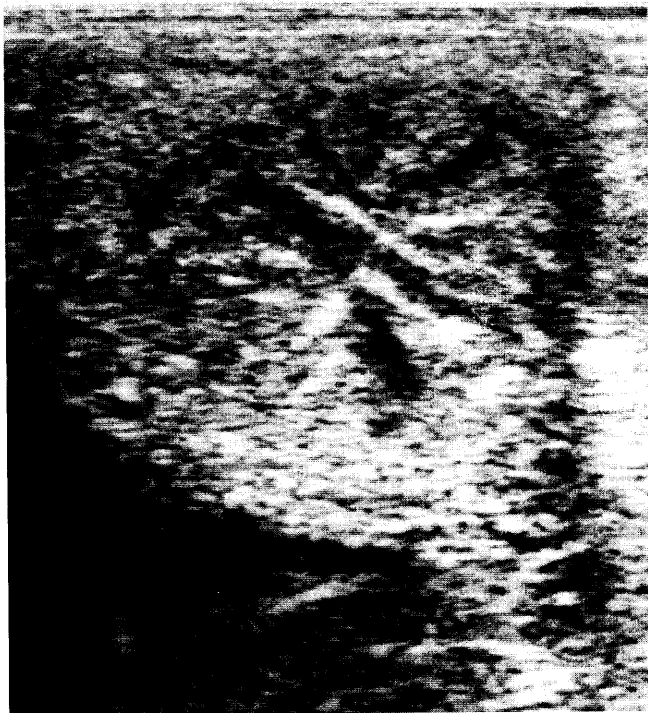


Abb. 15: Uterus mit Östralödem (Querschnitt)
Uterus with estral edema (aoss section)



Abb. 16: Blastozyste am 11. Trächtigkeitstag mit Spiegelreflexionen
Blastocyst on the 11th day of pregnancy with specular reflections

Nach der Fixation am 16. Trächtigkeitstag verliert die Keimblase langsam ihre runde Form und ab dem 20. Trächtigkeitstag kann man in der Regel den eigentlichen Embryo ventral im Dottersack als echogene Struktur erkennen (Abb. 17). Ultrasonographisch tritt ab dem 24. Tag ventral die Allantoisblase hervor und „verdrängt“ den Embryo zunehmend nach dorsal, während sich der Dottersack langsam zurückbildet (Abb. 18). Zu diesem Zeitpunkt kann auch die embryonale Herzaktion als non-echogene Pulsation im Zentrum des Embryos zur Diagnose seiner Vitalität herangezogen werden. Dorsal wird ab dem 40. Tag die Nabelschnur sichtbar; der Fetus senkt sich von nun an wieder nach ventral (Abb. 19) und erreicht die ventrale Allantoiswand am 48. Tag.

Im weiteren Trächtigkeitsverlauf senkt sich der Uterus tiefer in die Bauchhöhle, und der Fetus ist ungefähr ab dem 100. Trächtigkeitstag durch transabdominale, transkutane Ultrasonographie zugänglich. Hierzu ist der Gebrauch von einem 2,5 mHz oder 3 mHz Transducer zu empfehlen. Je nach Lage des Fetus können verschiedene Körper- oder Plazentateile sichtbar gemacht werden. Der Durchmesser der Augenorbita kann ab dem 100. Tag zu einer fetalen Altersbestimmung herangezogen werden (McKinnon et al. 1988).



Abb. 17: Keimblase am 21. Trächtigkeitstag mit dem Embryo ventral als echogene Struktur sichtbar

Embryonic vesicle on the 21st day of pregnancy with the embryo visible ventrally

Speziell beim Vorliegen von Doppelovulationen ist eine ultrasonographische Kontrolle zur Diagnose von eventuellen Zwillingsträchtigkeiten angezeigt. Die Untersuchung sollte frühestens 11–12 Tage nach der letzten Ovulation stattfinden, da auch der jüngere Konzeptus (nach asynchroner Doppelovulation) zu diesem Zeitpunkt sichtbar ist. Um eine Zwillingsträchtigkeit sicher ausschließen zu können, müssen der Uteruskörper, sowie die Hörner in ihrer ganzen Länge geschallt werden. Die Diagnose von Zwillingsträchtigkeiten ist am leichtesten während der Mobilitätsphase möglich, und eine frühe Diagnose erhöht die Chancen einer optimalen Lokalisation der beiden Konzepti zur Zwillingselimination. Die Fixation findet zu 70% unilateral statt, was die manuelle Korrektur nach der Mobilitätsphase erschwert. Während nur 11% aller bilateral fixierten Konzepti durch den natürlichen Reduktionsmechanismus verschwinden, werden auf diese Weise 89% der unilateral fixierten Embryos eliminiert.

Nebenbefunde

Im folgenden Abschnitt werden einige der häufigen Nebenbefunde, die bei der Ultraschalldiagnostik am Genitaltrakt der Stute auftreten können, geschildert.



Abb. 18: Die Allantoisblase verdrängt den Embryo im Dottersack nach dorsal. 31. Trächtigkeitstag

As the allantois sack enlarges, the embryo inside the yolk sac is displaced dorsally. 31st day of pregnancy

Am Uterus sind zunächst die schon erwähnten Endometriumzysten (zystische Hyperplasie des Endometriums) differentialdiagnostisch von einer Trächtigkeit zu unterscheiden. Endometriumzysten variieren stark in ihrer Größe und Form, können aber schon ab 3 mm als non-echogene Blasen mit je zwei Spiegelreflexionen identifiziert werden (Abb. 20). Falls möglich, ist eine Schallung aller Stuten vor der Bedeckung vorzunehmen, so daß die Lokalisation eventueller Endometriumzysten notiert werden kann. Ist dies nicht möglich, kann anhand des Mobilitätsphänomens und der täglichen Grössenzunahme des Konzeptus, eine frühe Trächtigkeit mit zwei wiederholten Ultraschalluntersuchungen leicht von einer Endometriumzyste differenziert werden.

Kurz vor der Ovulation kann eine geringgradige, non-echogene, intraluminale Flüssigkeitsansammlung aufgrund eines sehr ausgeprägten Östralödems auftreten. Diese sollte jedoch postovulatorisch nicht mehr diagnostizierbar sein. Handelt es sich um grössere Flüssigkeitsansammlungen insbesondere mit mehr oder weniger diffusen echogenen Reflexionen, oder Flüssigkeitsansammlungen, deren Auftreten nicht ausschließlich an die Brunstperiode gebunden sind, so ist mit dem Vorliegen einer Endometritis zu rech-



Abb. 19: Fetus mit Nabelschnur am 43. Trächtigkeitstag
Fetus with umbilical cord on the 43rd day of pregnancy



Abb. 21: Pyometra (Pfeil = Cervix)
Pyometra (arrow = cervix)

nen (Abb. 21). Je nach Flüssigkeitsmenge sind diese im gesamten Uteruslumen oder nur abschnittsweise (Abb. 22) vorzufinden, „frei verschiebbar“ und während des Östrus werden die Mukosafalten als unregelmässige, fingerartige



Abb. 20: Zystische Hyperplasie des Endometriums
Cystic hyperplasia of the endometrium

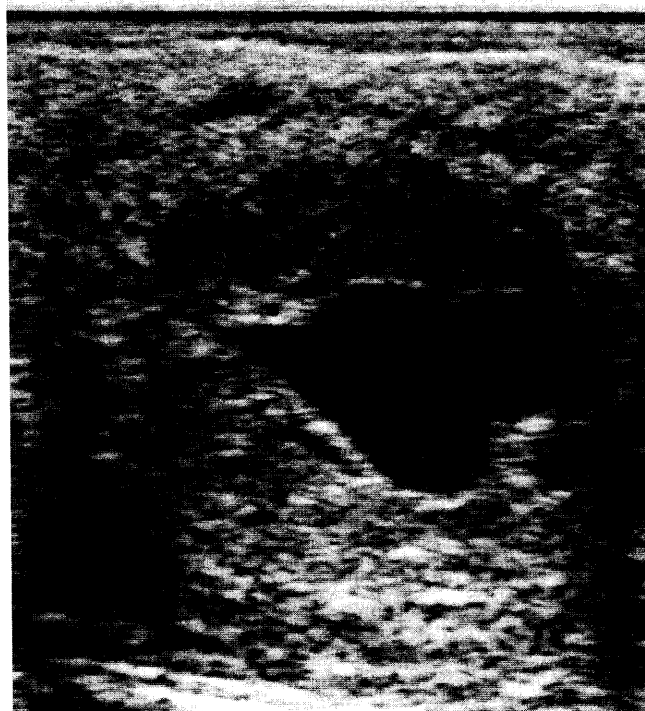


Abb. 22: Lokale intraluminale Flüssigkeitsansammlung in einem Uterushorn während des Diöstrus
Localised intraluminal fluid in a uterine horn during diestrus

Genitaltrakt der Stute insbesondere liesse sich mühelos ausweiten, ist aber im Rahmen eines Artikles nur im begrenzten Umfang möglich. Deshalb wird zur Vertiefung auf die gelistete weiterführende Literatur hingewiesen.

Literatur

- Ginther, O.J.* (1986): Ultrasonic imaging and reproductive events in the mare. *Equiservices*, Cross Plains, Wisconsin.
- Ginther, O.J.* (1992): Reproductive Biology of the Mare: Basic and Applied Aspects. *Equiservices*, Cross Plains, Wisconsin.
- Jeffcott, L.B.* and *K.E. Whitwell* (1973): Twinning as a cause of foetal and neonatal loss in the Thoroughbred mare. *J. comp. Path.* 83,91-106.
- McKinnon, A.O.*, *E.L. Squires* and *B.W. Pickett* (1988): Equine reproductive ultrasonography. Bulletin No. 04. Animal Reproduction Laboratory, Colorado State University, Fort Collins, 16-19.
- Little, T.V.* and *G.L. Woods* (1987): Ultrasonography of accessory sex glands in the stallion. *J. Reprod. Fert., Suppl.* 35,87-94.
- Rantanen, N.* (1984): Conditions diagnosed with ultrasound. *Eq. vet. Sci.* 4,17.
- Rantanen, N.W.* and *B. Kencaid* (1988): Ultrasound guided fetal cardiac puncture: A method of twin reduction in the mare. *Proc. Ann. Conv. Am. Ass. Eq. Pract.*, 173180.
- Taverne, M.A.M.* and *A.H. Willemse* (1989): Diagnostic Ultrasound and Animal Reproduction. Kluwer Academic Publishers.

Ingrid Brück

*Klinisches Institut, Sektion für Reproduktion
Königliche Veterinär- und Landwirtschaftliche Hochschule
Bülowsvej 13
DK-1870 Frederiksberg C*

Kanamycinkonzentration in der Synovialflüssigkeit nach intramuskulärer Gabe beim Pferd

(Kanamycin concentration in synovial fluid after intramuscular administration in the horse)

E. C. Firth, T. Whittam und *J. F. M. Nouws* (1993)

Aust. vet. J. 70, 324-325

Die Einschätzung der antibiotischen Konzentration in der Synovia nach intramuskulärer Gabe eines Antibiotikums ist bedeutend zur Beurteilung, ob wirksame Konzentrationspiegel erreicht werden.

In ihrer Studie untersuchten die Autoren die Plasma- und Synovialkonzentrationen von Kanamycinsulfat bei 6 ausge-

wachsenen Versuchsponties. Hierzu wurde den Ponies 10 mg/kg Körpergewicht Kanamycinsulfat jeweils an die gleiche Lokalisation intramuskulär verabreicht und 2 Stunden (rechte Gliedmaßen) bzw. 5 Stunden später (linke Gliedmaßen) eine Synoviaentnahme sowie Blutentnahme durchgeführt. Es erfolgte jeweils simultan (innerhalb 3 Minuten) eine Arthrozentese des Metacarpophalangeal-, des Radiocarpal-, des Intercarpal-, des Tibiotarsal- und des Metatarsophalangealgelenkes. Zudem wurde die Antibiotikakonzentration im Blutplasma bestimmt.

Die Untersucher fanden individuelle (nicht signifikante) Unterschiede der erreichten Antibiotikakonzentrationen sowohl bei den verschiedenen Ponies als auch bei den verschiedenen Gelenken eines Ponies. Die in der Gelenksflüssigkeit nach 2 bzw. 5 Stunden erreichten Antibiotikakonzentrationen zeigten, berechnet als prozentuale Anteile der jeweiligen Plasmakonzentration, keine Unterschiede.

Einfluß intraartikulärer Gaben von Natrium-Hyaluronsäure und Polysulfatglucosaminoglykanen auf die biochemische Zusammensetzung von Reparationsgewebe an der equinen Gelenkoberfläche

(Influence of intra-articular sodium hyaluronate and polysulphated glycosaminoglycans on the biochemical composition of equine articular surface repair tissue)

A. R. S. Barr, V. C. Duance, S. F. Wotton und *A. E. Waterman* (1994)

Equine vet. J. 26, 40-42

Die Untersucher berichten über Ergebnisse des Einflusses mehrfacher intraartikulärer Gaben von Natriumhyaluronsäure und Polysulfatglucosaminoglykanen auf die Reparatur von osteochondralen Defekten des Karpalgelenkes (Art. mediocarpea) von Ponies.

Die Studie zeigte keine signifikanten Unterschiede zwischen der Behandlungsgruppe und einer Kontrollgruppe im Hinblick auf den Gesamtkollagengehalt, den Gehalt an Harnsäure oder die relativen Anteile von Kollagen des Typs I oder II im Ersatzgewebe. Entsprechend haben die intraartikulär injizierten oben genannten Medikamente 11 Wochen nach der Defektinduktion keinen Einfluß auf die biochemische Zusammensetzung des Reparaturgewebes.