

# Das Panoramabildverfahren in der Ultraschalldiagnostik beim Pferd: Klinische Erfahrungen bei über 300 Pferden

N.G. Kriz and J.S. Boyd\*

Department of Veterinary Clinical Studies und \*Department of Veterinary Preclinical Studies, University of Glasgow Veterinary School, Glasgow

## Zusammenfassung

Das Panoramabildverfahren (SieScape™) ist eine neuartige Entwicklung auf dem Ultraschallsektor, welches unter Verwendung herkömmlicher Schallköpfe die Erzeugung eines nahtlosen Ultraschallbildes mit einer Gesamtlänge von bis zu 90 cm erlaubt. Während der Schallkopf das Untersuchungsgebiet sonographisch erfasst, werden Real-Time Bildsegmente analysiert und in einem speziellen Prozessor-Feld mit den unmittelbar davor gespeicherten Bildern kombiniert. Während dieses Vorganges geht der Real-Time Betrieb der Ultraschallmaschine weiter. Komplizierte Bilderkennungs- und -aufzeichnungstechniken werden angewandt, um die Schallkopfbewegung und -drehung nachzuvollziehen, wodurch kein Positionssensor mehr notwendig ist.

Die Vorteile des Panoramabildverfahrens beim Pferd werden besonders bei der sagittalen Schnittdarstellung der Muskeln, Sehnen und Bänder der Extremitäten deutlich.

Des weiteren eignet sich die Panoramabild Darstellung vortrefflich zur Darstellung der Gelenke, besonders der topographischen Verhältnisse in der Karpal-, Sprunggelenks- und Kniegelenksregion. Erste Forschungsergebnisse zeigen auch vielversprechende Einsatzmöglichkeiten in der Darstellung des Pferderückens auf. Klinisch zeigte sich daß die abdominelle Darstellung wie beim Humanpatienten wesentlich erleichtert wird, während die Dokumentation von Erkrankungen der Pleura beschleunigt wird. Abszesse, tiefe Wunden, Fremdkörper und Hämatome werden ebenso großflächiger dargestellt wie auch Sehnenscheidenentzündungen und Hygrome. Insbesondere in der Darstellung der Beckenmuskulatur besticht die großflächige Bildwiedergabe durch ein wesentlich erleichtertes Verständnis der topographischen Verhältnisse. Unsere Ultraschalluntersuchungen haben ergeben, dass SieScape™ beim Pferd eine ausgezeichnete Ergänzung bisher verwendeter Technologie darstellt. Von einem klinischen Standpunkt aus hervorzuhebende Vorteile sind die Verkürzung der Untersuchungszeit am Patienten, die Verbesserung der Dokumentation und die Erleichterung der Kommunikation mit den Patientenbesitzern und den überweisenden Tierärzten anhand von großflächigen Ultraschallbildern.

**Schlüsselwörter:** Ultraschall, Pferd, Panoramabild Darstellung, Sehnen, Muskulatur, Gelenke

## Panoramic imaging in equine ultrasound: Clinical experiences in over 300 horses.

Panoramic imaging (SieScape™) is a new imaging process, which uses specialised computer processing to produce a panoramic image of up to 90 cms length with conventional real-time transducers. While the transducer sonographically documents the area of interest the processor analyses the real-time image segments and combines them in a specially designated processor field with the previously saved images. During all this the real-time imaging of the ultrasound machine keeps working. Complicated image-recognising and documenting technology is used to follow every move of the transducer without the need of position sensors.

The advantages of panoramic imaging in the horse lie in particular with the longitudinal images of the muscles, tendons and ligaments of the extremities.

Panoramic imaging is also very useful when imaging equine joints, in particular to illustrate the topographical relationships in the knee, hock and stifle joints. Early research results show encouraging imaging possibilities in the back region of the horse. Clinically, as has been reported in human patients, abdominal imaging is speeded up as is the documentation of diseases of the pleura. The imaging of abscesses, penetrating wounds, foreign bodies, haematomas, hygromas and tenosynovitis is made easier because of the larger area viewed. One particular advantage has been shown to be the better understanding when imaging the equine pelvic region. Our ultrasound examinations have shown that SieScape™ is an excellent additional tool in equine ultrasonography. From a clinical viewpoint worth mentioning is the shortening of examination time and the improvement in documentation as well as the improvement in communication to the owners and referring veterinary surgeons.

**keywords:** Ultrasound, horse, Panoramic imaging, tendons, muscle, joints

## Einleitung

Seit ihrer Einführung in die Pferdemedizin zu Beginn der achtziger Jahre hat sich die Sonographie neben der Röntgenuntersuchung als eine klinisch wertvolle bildgebende Diagnostik etabliert, die im Gegensatz zur Röntgenologie insbesondere für Weichteiluntersuchungen geeignet ist (Dyson, 1996). Während in der Kleintiermedizin, welche der humanmedizinischen Entwicklung folgt, die Kernspintomographie der Sonographie mehr und mehr den Rang als dia-

gnostische Methode der Wahl bei Weichteilerkrankungen ablauft (Baird et al. 1998; Muleya et al., 1998; Asshauser und Sager, 1998), so wird sie in der Pferdeklinik hauptsächlich zur Untersuchung von Kadaverextremitäten verwendet (Whitton et al., 1998) und nur in ganz wenigen Kliniken klinisch angewendet (Tucker et al., 1998). Dies ist zum Großteil den mit der Kernspintomographie verbundenen Kosten und dem technischen Aufwand aber auch der

Notwendigkeit einer Allgemeinnarkose zuzuschreiben (Foreman, 1996). Es ist zwar der Einsatz eines fahrbaren Kerspintomographens beim stehenden Pferd in der Literatur beschrieben (Rantanen, 1996) doch hat sich aufgrund der mangelnden Bildqualität dieses Gerät nicht auf internationaler Ebene etablieren können. Neue Schallkopf- und Computertechnologie hat in den letzten Jahren die Sonographie wieder als Alternative zum Kernspintogramm in der Humanmedizin heranwachsen lassen (Blam et al., 1998; Rominger et al., 1998), eine Entwicklung von der die Veterinärmedizin profitieren konnte. Einer der großen Vorteile der Computer- und Kernspintomographie ist die Möglichkeit der Panoramasicht der angrenzenden Anatomie (Rantanen, 1996). Der Ultraschall war bisher durch die Schallkopfapertur auf eine relativ kleine Fläche beschränkt und hatte den Nachteil daß der Untersuchende die vielen anatomischen Bilder, die zur Dokumentation eines ganzen anatomischen und klinischen Umfeldes benötigt werden, im Geist zusammensetzen mußte. Dies hat sich aufgrund der Einführung der Panoramabild-darstellung geändert (Kröger et al., 1998). Diese sogenannte SieScape™ Technologie mit erweitertem Bildformat erlaubt die Erzeugung eines nahtlosen Ultraschallbildes, das eine viel größere Fläche abdeckt, als dies mit der normalen Schallkopf-Apertur möglich ist (Beissert et al., 1998). In der Humanmedizin hat sich die Panoramabild-darstellung bereits einen festen Platz in der bildgebenden Diagnostik erobert, wobei sie vor allem bei Schilddrüsenuntersuchungen, der abdominalen Sonographie und der Darstellung von Gefäß-, Muskel- und Sehnen-erkrankungen ihren Einsatz findet (Kröger et al., 1998, Beissert et al., 1998). In der Veterinärmedizin wurde die Panoramabild-darstellung 1997 vorgestellt (Kriz et al., 1997) und findet seitdem an der Pferdeklinik der Universität von Glasgow ihre Anwendung. Das Ziel der hier vorliegenden Arbeit, der mehr als 300 klinische Fälle zugrunde liegen, ist es, die Panoramabild-darstellung als eine verbesserte Methode der Sonographie beim Pferdepatienten zur Diskussion zu stellen.

## Material und Methodik

Dieser Arbeit liegen experimentelle sonographische Untersuchungen bei 40 klinisch normalen Pferden, bei 10 Pferdekadavern und über 300 sonographische Untersuchungen an Pferdepatienten der Pferdeklinik der Universität Glasgow zugrunde. Diese Untersuchungen wurden zwischen August 1997 und Jänner 1999 mit einer Siemens Sonoline Elegra Ultraschallmaschine die mit einem 3.5 MHz Phased Array Schallkopf und einem 7.5 MHz Linear Array Schallkopf und einem Panoramabild-darstellungsverfahren ausgestattet ist, durchgeführt. Alle Bilder wurden mittels eines DICOM kompatiblen Archivierungssystem digital aufgezeichnet und als bitmap Dateien auf einem Pentium Rechner abgespeichert.

Die SieScape™-Technologie, verwendet neueste hochauflösende Real-Time Bildgebung um großformatige Bilder mit hervorragender Bildqualität zu erzeugen, und dies ohne die Notwendigkeit eines Gelenkarmes oder eines Positionssensors für die Bildaufzeichnung und Rekonstruktion.

Die Schallkopfbewegungen werden durch die Verwendung der Positionsdaten ermittelt, die in den aufeinanderfolgenden Bildern eines Ultraschallscans enthalten sind. Während der Schallkopf das Untersuchungsgebiet abtastet, werden Real-Time Bildsegmente analysiert und mit vorher gespeicherten Bildern kombiniert. Der statische Bildspeicher wird aktualisiert und kontinuierlich dargestellt, während der Real-Time Betrieb weitergeht. Bilderkennungs- und -aufzeichnungstechniken werden angewandt, um die Schallkopfbewegung und -drehung nachzuvollziehen, wodurch kein Positionssensor mehr benötigt wird.

Aufgrund des hohen Übereinstimmungsgrades zwischen den einzelnen Bildern im Real-Time Betrieb ist es möglich, Bildvergleichstechniken zu verwenden, um die Schallkopfbewegung über den Körper zu ermitteln. Nach der Erfassung werden die Bilder in mehrere Unterbilder geteilt, um Bewegungen zu vergleichen und zu messen. Das Aufzeichnungsverfahren auf Basis von Einzelbildern besteht aus drei Hauptprogrammen:



Merial GmbH  
Am Söldnermoos 6  
D-85399 Hallbergmoos  
Telefon (0811) 9593-0  
Telefax (0811) 9593-101  
Internet: www.merial.de

## GEBRAUCHSINFORMATION



(Ivermectin)

**Wirkstoff:** Ivermectin. Für Tiere (Pferde). **Zusammensetzung:** 1 Dosierer enthält an wirksamen Bestandteilen: Ivermectin: 0,120 g, Propylenglycol: 5,144 g. **Darreichungsform und Inhalt:** 1 Dosierer mit 6,42 g Paste zum Eingeben. **Stoff- oder Indikationsgruppe:** Antiparasitikum. **Pharmazeutischer Unternehmer:** Merial GmbH, Am Söldnermoos 6, D-85399 Hallbergmoos. **Mitvertrieb:** Impfstoffwerk Dessau-Tornau GmbH, Streetzer Weg 15 a, D-06862 Rodleben. **Anwendungsgebiete:** Antiparasitikum zur Behandlung und Bekämpfung des Befalls mit folgenden Magen- und Darmrundwürmern, Lungenwürmern, Mikrofilarien und Magendasseln bei Pferden. **Große Strongyliden:** *Strongylus vulgaris* adulte und 4. (arterielle) Larvenstadien, *Strongylus edentatus* adulte und 4. Larvenstadien, *Strongylus edentatus* adulte. **Kleine Strongyliden:** *Triodontophorus* spp. adulte, *Cyathostomum* spp. adulte und 4. Larvenstadien, *Cylicocyclus* spp. adulte und 4. Larvenstadien, *Cylicodontophorus* spp. adulte und 4. Larvenstadien, *Cylicostephanus* spp. adulte und 4. Larvenstadien, *Gyaloccephalus* sp. adulte und 4. Larvenstadien. **Pfriemenschwanz:** *Oxyuris equi* adulte und immature. **Rollschwanz:** *Habronema muscae* adulte. **Spul-wurm:** *Parascaris equorum* adulte, L3 und L4. **Magenadenwurm:** *Trichostrongylus axei* adulte. **Mikrofilarien:** *Onchocerca* sp. **Magendasseln:** *Gasterophilus* spp. alle Larvenstadien. **Lungenwurm:** *Dictyocaulus arnfieldi* adulte und immature. **Zwergfadenwurm:** *Strongyloides westeri* adulte. Dermatitiden verursacht durch Hautlarven von *Habronema* und *Draschia* spp. (Sommerwunden) sowie durch *Onchocerca* sp. Mikrofilarien (Hautonchozerkose). **Gegenanzeigen:** Aufgrund nicht ausreichender Untersuchungen sollte IVO-MEC-P® bis zum 46. Tag der Trächtigkeit nicht angewendet werden. Nicht bei Stuten anwenden, die der Milchgewinnung dienen. Nicht anwenden bei trockenstehenden Milchstuten, einschließlich Maidenstuten, innerhalb von 60 Tagen vor dem Abfohlen. **Hinweis:** Nach der Anwendung von Ivermectin bei Hunden – speziell Collies und Bobtails – sowie bei Schildkröten wurde über Unverträglichkeiten mit Todesfolgen berichtet. IVO-MEC-P® ist für Pferde zugelassen und soll nicht bei anderen Tierarten angewendet werden. **Wechselwirkungen mit anderen Mitteln:** Keine bekannt. **Dosierungsanleitung:** 1 Dosierer mit 6,42 g für ein erwachsenes Pferd mit 600 kg Körpergewicht –entsprechend 0,2 mg Ivermectin pro kg KGW – in die Maulhöhle eingeben. **Art der Anwendung:** Einmalige Anwendung. Wiederholungsbehandlungen sollten erst nach 21 Tagen durchgeführt werden. Die Zeitpunkte sind nach den epidemiologischen Gegebenheiten zu wählen. Jede Markierung (schwarzer Pfeil) am Stempelschaft entspricht einer Dosis für 100 kg KGW – jede Rasterung für 25 kg KGW. Der Dosierer ist so weit wie möglich in das Maul einzuschieben. Es ist darauf zu achten, dass sich beim Einbringen der Paste keine Futterreste in der Maulhöhle befinden. **Überdosierung:** Bei der empfohlenen Dosierung von 0,2 mg Ivermectin pro kg KGW sind Symptome einer Überdosierung auszuschließen. **Nebenwirkungen:** Vereinzelt, insbesondere bei starkem Befall mit *Onchocerca microfilariae* wurden kurz nach der Behandlung Ödeme und Pruritus beobachtet, was vermutlich auf eine massive Abtötung einer großen Anzahl von Mikrofilarien zurückzuführen ist. In der Regel klangen diese Symptome innerhalb weniger Tage wieder ab. Falls Sie eine Nebenwirkung bei Ihrem Tier feststellen, die nicht in der Packungsbeilage aufgeführt ist, teilen Sie diese Ihrem Tierarzt oder Apotheker mit. **Wartezeit:** Pferd: Essbares Gewebe: 21 Tage. **Hinweise und Angaben zur Haltbarkeit des Arzneimittels:** Das Arzneimittel nach Ablauf des auf Behältnis und äußerer Umhüllung angegebenen Verfalldatums nicht mehr anwenden! **Aufbewahrungshinweis:** Nicht über +30 °C lagern! **Besondere Vorsichtsmaßnahmen für die Beseitigung von nicht verwendeten Arzneimitteln:** Wie Studien belegen, wird Ivermectin nach erfolgter Ausscheidung an Bodenbestandteile gebunden und so langsam freigesetzt, dass ein relevanter Übergang in Gewässer nicht zu erwarten ist. Freies Ivermectin kann für Fische und bestimmte im Wasser lebende Organismen gefährlich sein. Nicht aufgebrauchte Tierarzneimittel sind zusammen mit dem Hausmüll zu entsorgen. Es ist sicherzustellen, dass hierbei kein missbräuchlicher Zugriff auf diese Abfälle erfolgen kann. **Verschreibungspflichtig.**

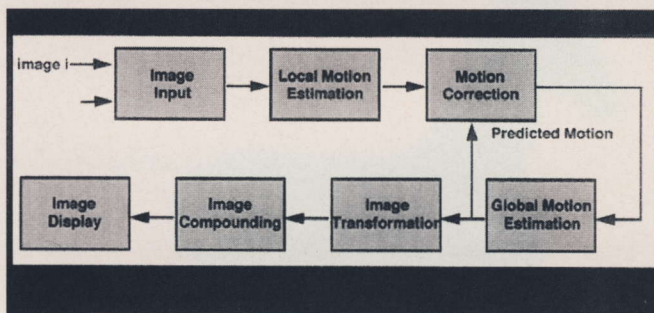
Stand: Februar 1999

# Bewegungs-Fehlerkorrektur Gesamtbewegungsberechnung Bilddarstellung

Das Bewegungs-Fehlerkorrektur-Programm, welches Ungenauigkeiten bei der Bewegungsberechnung beseitigt, die durch Bildrauschen oder andere Faktoren verursacht wurden, ist der kritischste Teil des Verfahrens. Es erfaßt Bewegungen einzelner Bildelemente von einem Bild zum nächsten. Das Gesamtbewegungs-Berechnungsprogramm erfaßt die gemessenen lokalen Bewegungsvektoren, kombiniert sie und erzeugt einen Gesamtbewegungsvektor für das Bild. Das Bilddarstellungs-Programm führt die geometrische Bildtransformation durch (Rotation und Translation) und fügt mehrere Bilder zusammen, um ein einzelnes SieScape™-Bild zu erzeugen. Ein hochkompliziertes Programm verwaltet die Bilddateien, lenkt den Prozessablauf und sorgt für die richtige Darstellung.

Die SieScape™ Technik verwendet eine schnell adaptierende grob/fein Absolut-Minimalsummen-Differenz (MSAD)-Suchstrategie, um die erste Auswertung der lokalen Bewegungsvektoren zu berechnen. Um die Qualität der anfänglichen Auswertung zu messen, werden zwei unabhängige Parameter berechnet, wobei einer die Qualität der absoluten Differenz der Summe (SAD) mißt und der andere die Übereinstimmung der ersten Bewegungsauswertung im Vergleich zur vorangegangenen Gesamtbewegung. Diese beiden Parameter werden dann mit Hilfe der modernen Fuzzy Logic miteinander kombiniert, um die lokale Bewegungsauswertung noch weiter zu verbessern.

Unter Verwendung eines Fuzzy-Control-Ausgangs wird eine adaptive Bewegungsaktualisierungs-Methode angewandt, welche die endgültige Bewegungsberechnung relativ genau macht. Lokale Bewegungsvektoren werden auf ein Optimierungsverfahren für kleinste Fehlerquadrate (least-squares, LS) angewandt, um die Gesamtbewegung im Bild zu berechnen (siehe Abb. 1).



**Abb. 1:** Blockdiagramm zur Erläuterung der Bewegungskorrektursverfahren in der Panoramabilddarstellung.

Block diagram to illustrate the motion correction analysis of panoramic imaging.

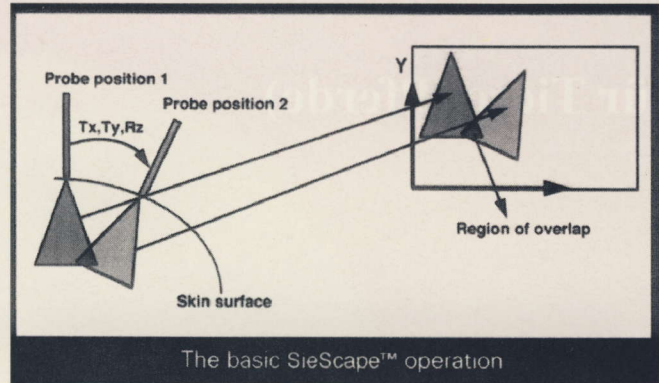
## Bildaufzeichnung auf Einzelbasis

Die Bildaufzeichnung auf Einzelbasis ist ein zweiseitiger Vorgang:

- 1) es wird eine Auswertung der lokalen Bewegung zwischen aufeinanderfolgenden Bildern berechnet und
- 2) es wird eine Kleinste-Fehlerquadrat-Gesamtoptimierungsmethode angewandt.

Durch diese beiden Schritte wird dann die Gesamtbewegung zwischen den Bildern berechnet.

Gesamtbewegungsbestimmungen werden berechnet, indem zuerst das Referenzbild in ein Gitter von nicht überlappenden Feldern unterteilt wird. Das Bildaufzeichnungsverfahren behandelt das erste aufgenommene Bild als Referenzbild (n-1), es wird im SieScape™-Bildspeicher abgelegt. Für jedes Feld im Bild n-1 wird ein am besten pas-



**Abb. 2:** Graphische Erklärung der Auswertung der lokalen Bewegung durch eine Analyse der sich überlappenden Regionen von aufeinanderfolgenden Ultraschallbildern.

Graphic display of the analysis of local motion by analysing the region of overlap in subsequent ultrasound scans.

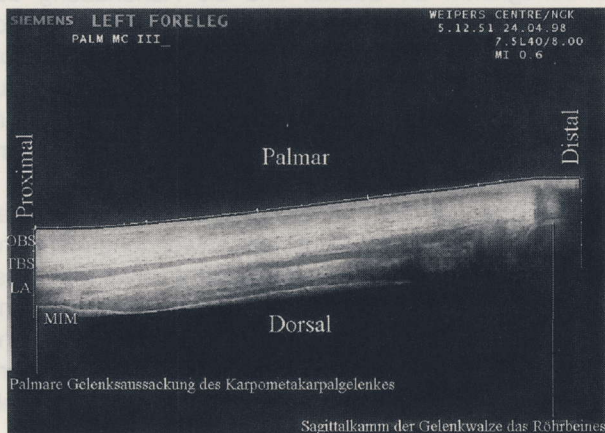
sendes in der Nähe des entsprechenden Feldes in Bild n gesucht. Wenn die beste Übereinstimmung in Bild n berechnet ist wird dem ursprünglichen Feld ein lokaler Bewegungsvektor zugeordnet, der angibt, wie sich dieses lokale Feld zwischen Bild n-1 zu Bild n bewegte. Um die Gesamttranslation und die Rotationsbewegungen zu berechnen, wird die Ähnlichkeitstransformation zwischen den Bildern n-1 und n mittels einem Skalierungsparameter und einem Übertragungsvektor (Tx, Ty) sowie einer Rotationsmatrix R ausgedrückt. Die gesamte Bewegung der Bildstrukturen kann nun aus den lokalen Bewegungsvektoren berechnet werden, unter Verwendung eines kleinstes-Fehlerquadrat-Optimierungs-Algorithmus. Mittels Bildfelder-matrix können Bildstrukturpunkte in aufeinanderfolgenden Bildern verfolgt werden. Die gewonnenen Bewegungsparameter (Tx,Ty) stellen dann die Gesamttranslation und Rotation dar.

Für jedes neue Bild, das durch Bewegen des Schallkopfes über die Hautoberfläche aufgenommen wird, wird die geometrische Transformation im Hinblick auf das erste Referenzbild in Form von zwei Translationsparametern (Tx, Ty) und einem Rotationsparameter (Rz) berechnet. Diese drei Bewegungsparameter legen fest, wie das neue Bild verschoben und gedreht wird.

Bildveränderungen aufgrund von Schallkopfbewegungen sind sehr kompliziert und erfordern den Einsatz hochentwickelter Analysemethoden. Zur Vereinfachung, Flexibilität und Leistung wurde eine Fuzzy Logic eingesetzt. Die Fuzzy logic vereinfacht die Analyse kontinuierlicher Phänomene, die nicht so leicht in diskrete Teile unterteilt werden können. Die Fuzzy Logic macht die Bewegungsberechnung sehr zuverlässig, sogar bei sehr hohem Grundrauschen im Bild.

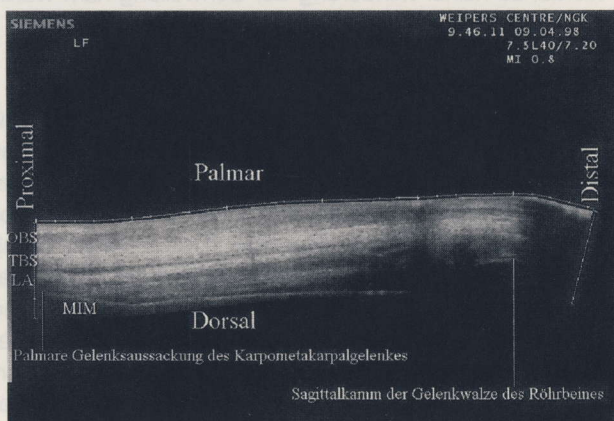
### Bildrekonstruktion und Zusammensetzung

Normalerweise werden aufeinanderfolgende Ultraschallbilder über überlappende Regionen erfasst. Jedes neue Bild wird verschoben und gedreht, unter Verwendung der be-



**Abb. 3:** Sagittales Panoramabild des palmaren Metakarpalbereiches der linken Schultergliedmaße eines klinisch normalen Pferdes. OBS = Oberflächliche Beugesehne; TBS = Tiefe Beugesehne; LA = Ligamentum accessorium; MIM = Musculus interosseus medius

Longitudinal panoramic image of the palmar metacarpal region of the left forelimb in a clinically normal horse. OBS = Superficial Digital Flexor Tendon; TBS = Deep Digital Flexor Tendon; LA = Inferior check ligament; MIM = Suspensory Ligament



**Abb. 4:** Sagittales Panoramabild des palmaren Metakarpalbereiches der rechten Schultergliedmaße eines Pferdes mit einer Sehnenverletzung der oberflächlichen Beugesehne. Die Sehnenverletzung beginnt auf Höhe des Karpometakarpalgelenkes und ist bis zu 22 cm distal des Karpometakarpalgelenkes zu erkennen. Deutlich zu sehen ist die palmare Vorwölbung des Sehnenbereiches (vergleiche Abb. 3). OBS = Oberflächliche Beugesehne; TBS = Tiefe Beugesehne; LA = Ligamentum accessorium; MIM = Musculus interosseus medius

Longitudinal panoramic image of the palmar metacarpal region of the right forelimb in a horse with superficial digital flexor tendonitis. The tendon lesion starts at the level of the carpo-metacarpal joint and extends distally for 22 cm. Note the bowed appearance of the image in the area of the tendon lesion. OBS = Superficial Digital Flexor Tendon; TBS = Deep Digital Flexor Tendon; LA = Inferior check ligament; MIM = Suspensory Ligament

rechneten Gesamtbewegungsparameter und in einem Bildspeicher abgelegt (siehe Abb. 2).

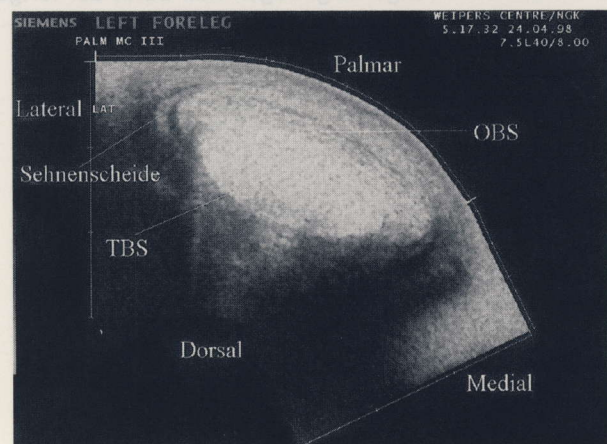
Pixel in der Überlappungsfläche zwischen den umgewandelten Neubildern und den bestehenden SieScape™-Bildern werden weich überblendet. Das in Bearbeitung befindliche Panoramabild hat zwei Teile: einen Real-Time Teil, der mit der Schallkopfbewegung mitgeht, und einen statischen Teil, nämlich das gemischte Bild aus vorherigen Schallkopfpositionen. Mit SieScape™ kann eine Bildakquisition über eine Länge von bis zu 90 cm dargestellt werden.

### Abbildungsgenauigkeit von SieScape™

Experimente des Herstellers zur Überprüfung der geometrischen Abbildungsgenauigkeit der SieScape™ Bilder über große Strecken und gekrümmte Oberflächen mit Hilfe von speziell konstruierten gewebeimitierenden Phantomen zeigten eine Meßgenauigkeit von <5%, ähnlich der bei herkömmlichen Ultraschalluntersuchungen. Klinische Überprüfungen der Meßgenauigkeit die als Referenzverfahren das Spiral-CT verwendeten zeigten eine gute Korrelation zwischen beiden Messmethoden (Berg et al., 1998).

### Ergebnisse

Die anfänglich an klinisch normalen Pferden durchgeführten Untersuchungen zeigten daß die Panoramabild-darstellung beim Pferd im Prinzip überall dort sinnvoll angewendet werden kann wo die Ultraschall-diagnostik zur Zeit an der üblichen 4 cm langen Schallkopfapertur bei Linearschallköpfen leidet. Dies trifft im besonderen auf die Sagittalschnitte an den Extremitäten zu, findet aber auch in der Abdominal- und Thorakaldiagnostik ihre Anwendung. Schon während



**Abb. 5:** Transversales Panoramabild der oberflächlichen und tiefen Beugesehne und ihrer Sehnenbeugescheide im palmaren Fesselgelenksbereich der linken Schultergliedmaße eines klinisch normalen Pferdes. OBS = Oberflächliche Beugesehne; TBS = Tiefe Beugesehne

Transverse panoramic image of the superficial and deep digital flexor tendons within the digital flexor tendon sheath in the palmar fetlock region of the left forelimb of a clinically normal horse. OBS = Superficial Digital Flexor Tendon; TBS = Deep Digital Flexor Tendon

der ersten Untersuchungen wurde klar dass jedwede Bewegung der zu schallenden Strukturen dieses Verfahren unmöglich macht, es ist daher auch eine Panoramabild-darstellung des Herzens nicht denkbar. Die bei Kleintieren beschriebenen Artefakte durch Respirationsbewegungen (Boyd *et al.*, 1997) stellen beim Pferd jedoch kein Problem dar. Mehr noch als beim herkömmlichen Ultraschall ist ein guter Schallkopf-Hautkontakt über die ganze Länge der zu darstellenden anatomischen Fläche von Bedeutung. Kleine Unebenheiten, wie zum Beispiel Sarkoide oder alte Narben können die großflächige Darstellung empfindlich stören. Natürliche Unebenheiten wie etwa die Einziehung zwischen dem Musculus interosseus medius und den Beugesehnen machen die transversale Rundum-Darstellung des palmaren Metakarpalbereiches schwierig. Aufgrund dieser Einschränkungen stellt sich die Panoramabild-darstellung als besonders geeignet für die sagittale und transversale Darstellung des Weichteilgewebes oberhalb des Karpal- und Sprunggelenkes dar, wohingegen es in der distalen Extremität hauptsächlich für die sagittale Darstellung geeignet ist.

Im Laufe der Kadaveruntersuchungen fiel besonders die verbesserte Darstellung der Rückenmuskulatur und des Beckens auf, eine Beobachtung die sich später auch in klinischen Fällen wiederholen ließ.

Die ersten klinischen Fälle bei denen die Panoramabild-darstellung angewandt wurde, waren Sehnenerkrankungen der oberflächlichen Beugesehne in den Vorderextremitäten. Die sagittale Darstellung der gesamten Längsausdehnung von Sehnen-defekten war eine klare Indikation dieser Technik (Abb. 3+4).

Während dieser Untersuchungen der distalen Extremitäten wurden die Autoren auf einen zweiten Vorteil der Sie-Scape™ Technologie aufmerksam, der wesentlich zu einer verbesserten Dokumentation von transversalen Sonogrammen im palmaren/plantaren Metakarpal/Metatarsalbereich und in der Fesselbeuge beigetragen hat. Dank der fortge-

salen Sonogrammen der oberflächlichen Beugesehne beim Pferd sind diese jedoch weiterhin in Verwendung da sie eine Gesamtdarstellung speziell im Bereich des Fesselgelenkes ermöglichen. Durch die Vorlaufstrecke verliert jedoch das Sonogramm an Qualität und die Handhabung des Schallkopfes wird erschwert. Mit Hilfe der Panoramabild-darstellung ist es möglich den Linearschallkopf ohne Vorlaufstrecke transversal über die in Frage stehenden Strukturen zu führen und dadurch die Vorteile des direkten Hautkontaktes und der Schallkopfpräzision bei geringer Eindringtiefe zur Geltung zu bringen (siehe Abb. 5).

Wie auch beim normalen Ultraschallverfahren so wurde das SieScape™ Verfahren mit Dauer der Anwendung mehr und mehr zur Gelenk- und Muskeldarstellung verwendet. Ausserdem wurden Fremdkörper, Abszesse, Hämatome und perforierende Wunden mittels der Panoramabild-darstellung dokumentiert. Da eine Darstellung all dieser Untersuchungen hier nicht möglich ist sollen die folgenden Fallbeispiele hier stellvertretend für viele andere erörtert werden.

#### Fall 1

Ein 8jähriger Vollblutwallach wurde der Pferdeklinik der Universität Glasgow mit einem Vorbericht eines 2 Monate alten Hämatoms über dem Musculus biceps femoris verursacht durch eine Trittverletzung vorgestellt. Der Haustierarzt hatte dieses zweimal mittels einer Nadel drainiert und hatte nach der dritten Drainage 200 mg Methylprednisolone Azetat (Depo-Medrol®, Fa. Upjohn, Ltd., Crawley, U.K.) injiziert. Da es hierauf zu keiner Minderung der Schwellung kam wurde das Pferd an die Universitätsklinik überwiesen.

#### Untersuchungsbefunde

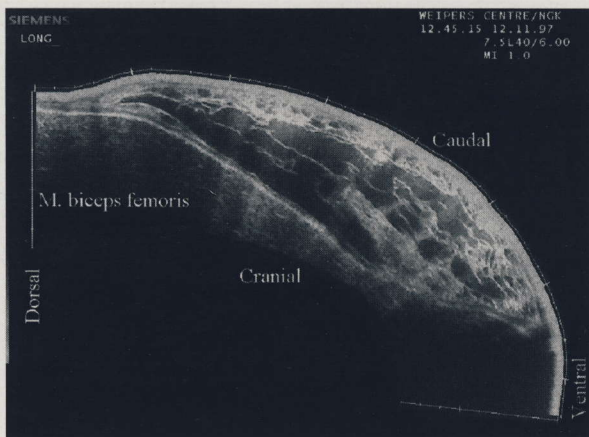
Der Wallach hatte bei der Vorstellung in der Pferdeklinik ein gutes Allgemeinbefinden bei aufmerksamem Verhalten und gutem Ernährungszustand und hatte bis auf eine melonengroße Schwellung über dem linken Musculus biceps femoris keine besonderen Befunde. Das Punktat ergab dunkelrotes Blut mit einem Hämatokrit von 5%. Die Ultraschalluntersuchung zeigte einen etwa 30 cm langen und 20 cm breiten Bluterguss über dem Musculus biceps femoris, der sich durch zahlreiche echogene fibrinartige Verklebungen und Vernetzungen auszeichnete. Das Hämatom war eindeutig zwischen dem Muskel und der Haut eingelagert und es konnte kein Defekt im Muskel selbst festgestellt werden. Das Panoramabild dieses Blutergusses zeigt die Abb. 6.

#### Diagnose

traumatisch bedingter subkutaner Bluterguss über dem Musculus biceps femoris.

#### Operation und Verlauf

Nach Sedierung mit Romifidine (Sedivet®, Fa. Boehringer Ingelheim Ltd., Bracknell, U.K.) und Butorphanol (Torbugesic®, Fa. Fort Dodge Animal Health Ltd., Southampton, U.K.) wurde distal ein 10 cm langer Hautschnitt gelegt und das gesamte Hämatom mit den fibrinartigen Vernetzungen ausmassiert. Daraufhin wurde ein Gentamicinimplantat

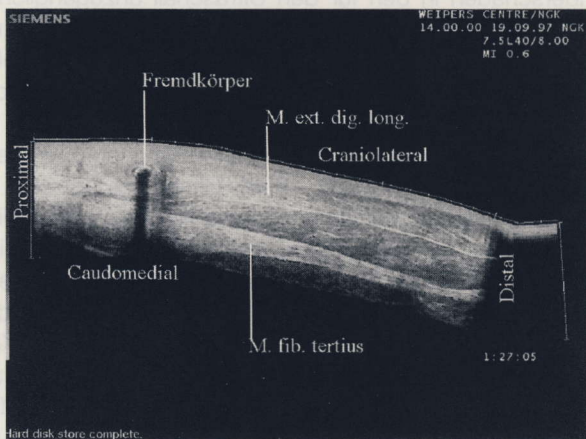


**Abb. 6:** Sagittales Panoramabild eines Hämatoms über dem Musculus biceps femoris eines 8jährigen Vollblutwallachs.

Longitudinal panoramic image of a haematoma over the biceps femoris region in an eight year old Thoroughbred gelding.

schrittenen Schallkopftechnologie die Fokuszonen bis zu einem halben Zentimeter Schalltiefe zulässt sind heutzutage Vorlaufstrecken in der Humanmedizin obsolet. In transver-

(Septopal®, Merck, Darmstadt) eingelegt und das Pferd nach Hause gesandt. Die Besitzer verabreichten dem Pferd 10 Tage lang eine abnehmende Dosis eines oralen Antiphlogistikums und der Haustierarzt entfernte das Implantat nach 2 Wochen. Das Hämatom und die Wunden heilten binnen weiteren 2 Wochen vollständig ab.



**Abb. 7:** Sagittales Panoramabild des Musculus extensor digitorum longus der rechten Beckengliedmaße eines elf Jahre alten Vollblutwallachen. Das Bild beginnt etwa 5 cm distal des lateralen Femorotibialgelenkes. Das Bild zeigt den schattengebenden Fremdkörper und das ihn umgebende echoreiche Wundgewebe innerhalb des Muskels und den darunterliegenden Musculus fibularis tertius.

Longitudinal panoramic image of the extensor digitorum longus muscle of the right hindlimb of an eleven year old Thoroughbred gelding. The image starts about 5 cm distal of the lateral femorotibial joint. The image shows the foreign body, which is casting a shadow, and the surrounding hyperechoic wound tissue as well as its topographical relationship to the muscle. You can also see the peroneus tertius muscle deep to the extensor muscle.

## Fall 2

Ein 11-jähriger Vollblutwallach wurde mit dem Vorbericht einer seit 4 Wochen bestehenden Wunde unterhalb des rechten Kniegelenkes vorgestellt. Die Wunde war traumatisch bedingt; das Pferd war bei einer Vielseitigkeitsprüfung mit der rechten Beckengliedmasse an ein Hindernis gestoßen und hatte sich darin verfangen. Der Haustierarzt hatte die Wunde ursprünglich untersucht und gereinigt und dem Pferd für 14 Tage Antibiotika und Antiphlogistika verabreicht und hatte nachdem dies und eine weitere Wundreinigung nicht zu einer Abheilung führte das Pferd an die Pferdeklinik überwiesen.

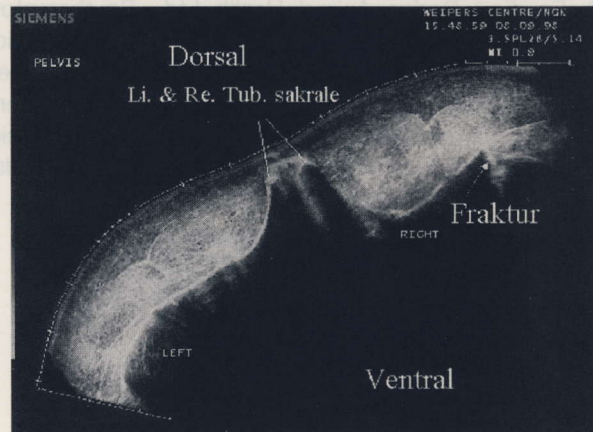
## Untersuchungsbefunde

Der Wallach war bei der Vorstellung in der Pferdeklinik bei gutem Allgemeinbefinden und aufmerksamem Verhalten sowie gutem Ernährungszustand. Eine Lahmheitsuntersuchung ergab eine Grad 1/5 gemischte Lahmheit der rechten Beckengliedmasse die durch eine Sprunggelenksbeugeprobe verstärkt wurde. Etwa 15 cm distal des lateralen Femorotibialgelenkes am kraniolateralen Aspekt des Unterschenkels befand sich eine etwa 1 cm große eitrige Wunde deren

Wundtrakt nach proximal verlief. Die Palpation der Gegend oberhalb der Wunde ergab eine eindeutige Schmerzreaktion. Ansonsten war das Pferd ohne besondere Befunde.

Die Röntgenuntersuchung ergab keine Abnormalitäten im Bereich der Tibia oder des Kniegelenkes.

Die Ultraschalluntersuchung ergab den Befund eines etwa 1 cm langen und 1 cm breiten schattengebenden Fremdkörpers im Musculus extensor digitorum longus etwa 8 cm proximal der Wunde und etwa 4 cm distal des lateralen Femorotibialgelenkes. Das Panoramabild zeigt den Fremdkörper innerhalb echoreichen Gewebes, den Musculus extensor digitorum longus sowie den darunter liegenden Musculus fibularis tertius (siehe Abb. 7).



**Abb. 8:** Transversales Panoramabild einer Fraktur des rechten Ala ossi ilii bei einer 4-jährigen Vollblutstute.

Transverse panoramic image of an ileal wing fracture in a 4 year old Thoroughbred filly.

## Diagnose

Chronisch fistelnde Wunde hervorgerufen durch Fremdkörper (wahrscheinlich Holz von Hindernis) im Musculus extensor digitorum longus

## Operation und Verlauf

Nach Sedierung mit Romifidine (Sedivet®, Fa. Boehringer Ingelheim Ltd., Bracknell, U.K.) und Butorphanol (Torbugesic®, Fa. Fort Dodge Animal Health Ltd., Southampton, U.K.) und lokaler Infiltration mit 10 ml Mepivacaine wurde die Haut, das subkutane Gewebe und der Muskel direkt über dem Fremdkörper inzidiert und der Fremdkörper mittels einer Pinzette entfernt. Nach Spülung der Wunde wurde ein Gentamicinimplantat (Septopal®, Merck, Darmstadt) in die Wunde gelegt und der Hautschnitt mit Polypropylen 3.5 metric (Prolene®, Fa. Ethicon, Edinburgh, U.K.) mittels einer vertikalen Matratzennaht verschlossen. Das Pferd erhielt Antiphlogistika für weitere 10 Tage und wurde am selben Tag nach Hause entlassen. Der Haustierarzt entfernte die Hautnähte und das Gentamicinimplantat nach 10 Tagen und die Wunde war nach 3 Wochen vollständig verheilt.

## Fall 3:

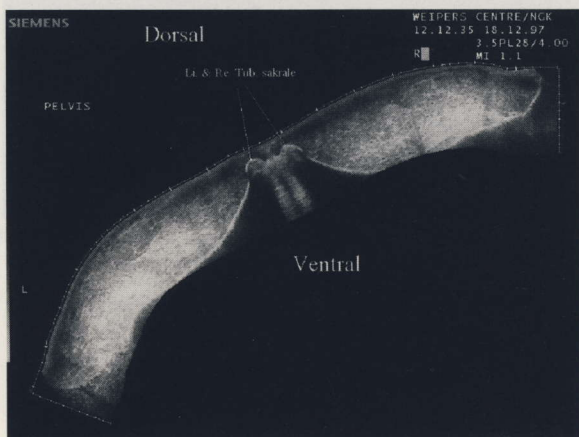
Eine 4-jährige Vollblutstute stoppte plötzlich nach dem Start

eines Galopprennens und war Grad 4/5 lahm in der rechten Beckengliedmasse. Sie wurde sofort vom Rennbahntierarzt mit Verdacht auf eine Fraktur auf die Pferdeklinik überwiesen.

#### Untersuchungsbefunde

Die Stute war bei der Vorstellung in der Pferdeklinik von mittelgradig gestörtem Allgemeinbefinden und aufmerksamem Verhalten bei gutem Ernährungszustand. Das Pferd war hochgradig (Grad 4/5) lahm und hatte eine faustgroße sehr schmerzhaft umfangevermehrung im Bereich der Glutealmuskulatur über dem Flügel des Iliums.

Nach Sedierung mit Romifidine (Sedivet®, Fa. Boehringer Ingelheim Ltd., Bracknell, U.K.) und Butorphanol (Torbugesic®, Fa. Fort Dodge Animal Health Ltd., Southampton, U.K.) wurde das Pferd sonographisch in diesem Bereich des Beckens untersucht. Die Ultraschalluntersuchung ergab eine Fraktur des Ala ossis ilii ungefähr 15 cm lateral des Tuber sakrale. Das Panoramabild dieses Pferdes zeigt die Abbildung 8. Zum Vergleich zeigt die Abbildung 9 das Panoramabild des Beckens eines gesunden Pferdes.



**Abb. 9:** Transversales Panoramabild des Beckens eines klinisch normalen 8-jährigen Pferdes

Transverse panoramic image of a normal pelvis in a clinically normal eight year old horse.

#### Diagnose

Fraktur des rechten Ala ossis ilii.

#### Verlauf

Das Pferd wurde euthanasiert und der Befund pathologisch gesichert.

#### Diskussion

Im Verlauf der klinischen Untersuchung wurde klar, daß die Panoramabilddarstellung eine sinnvolle Erweiterung der bestehenden Ultraschalldiagnostik beim Pferd darstellt. Da es sich um eine Erweiterung der Rechnerkapazitäten und spezielle Software Programme handelt können in Zukunft Ultraschallmaschinen mit der erforderlichen Rechnerkapazität und der Software aufgerüstet werden. Im Gegensatz dazu ist die Kernspintomographie noch immer auf einen eigenen Raum und hohen technischen Aufwand angewiesen (Fore-

man, 1996). Während die Kernspintomographie bei Sehnerkrankungen zur Diagnostik gleich gut geeignet ist wie der Ultraschall (Crass et al., 1992) ist es schwierig für eine Sehnerkrankung eine Allgemeinnarkose zu rechtfertigen. Im Gegensatz dazu hat die Kernspintomographie ihren festen Platz bei der Untersuchung von Gelenksschäden und Bänderschäden in den für den Ultraschall unzugänglichen Gelenken wie etwa dem Hufgelenk und der Bursa podotrochlearis (Whitton et al., 1998). Die Kernspintomographie wäre, wie auch in der Humanmedizin, beim Pferd besonders für die Untersuchung des Kniegelenkes geeignet, es gibt aber derzeit noch keine geeigneten Magneten für diese Gelenke beim Pferd (Tucker, 1998). Ultraschall hat sich im Gegensatz dazu immer mehr als eine weniger aufwendige Alternative bei der Gelenkdiagnostik des Pferdes etabliert (Mettenleitner, 1992). Während der letzten Jahre sind eingehende Studien über die Ultraschalluntersuchung des Sprunggelenkes, Kniegelenkes, Schultergelenkes und Karpalgelenkes erschienen (Mettenleitner, 1992; Cauvin et al., 1996; Dik, 1990; Dik, 1993; Stanek und Edinger, 1992). Die Erweiterung der darzustellenden Fläche mit SieScape™ erlaubt es nun diese Gelenke großflächiger darzustellen. Dies sollte zu einer Erleichterung des anatomischen Verständnisses und daher in weiterer Folge zu einer verbesserten Diagnostik führen (Kriz, 1997).

Bei der sonographischen Untersuchung des Rückens und Beckens des Pferdes wird die unzureichende Flächendarstellung mit herkömmlichem Ultraschall besonders deutlich (Denoix, 1996). Erste Forschungsergebnisse deuten darauf hin daß auch hier die Panoramabilddarstellung zu einer verbesserten Diagnostik führen kann (Sutton et al., 1998). Im Bereich des Pferdethorax dient der Ultraschall hauptsächlich der Darstellung des Herzens und der Pleura (Reef, 1998). Während die Panoramabilddarstellung bei der Untersuchung des Herzens aufgrund dessen Bewegung nutzlos ist, können transversale und sagittale Sonogramme des restlichen Thoraxbereiches durchgeführt werden die das Potential zu einer Verkürzung der Untersuchungszeit zeigen. Die sonographische Diagnostik im Abdominalbereich ist im Gegensatz zum Fohlen beim erwachsenen Pferd aufgrund der ausgedehnten anatomischen Strukturen anspruchsvoll in der Durchführung und langwierig (Reef, 1998). Die Ergebnisse unserer Untersuchungen zeigten die Vereinfachung der Untersuchung mittels der Herstellung von großflächigen Schnittbildern. Die Möglichkeiten reichen von einer Darstellung der gesamten Milz über einen sagittalen Schnitt des linken Milz-Nieren Raumes bis zur Darstellung der ventralen Kolonlagen und der Leber. Eine Unzahl von Schnittbildern des Abdomens wurden während unserer Untersuchungen angefertigt mit dem Ergebnis, daß speziell in der Abdominalsonographie des Pferdes standardisierte Panoramabilder eine Voraussetzung für weitere sinnvolle Studien sind.

Andere anatomische Strukturen bei denen die Panoramabilddarstellung positiv im Vergleich mit herkömmlichem Ultraschall abschneidet ist die Halsgegend und die Genitalgegend des Hengstes. Im Gegensatz dazu findet sie bei der Untersuchung kleinerer Organe wie etwa dem Auge keine

Anwendung. Zur Zeit stehen noch keine Rektalschallköpfe für die Siemens Sonoline Elegra Ultraschallmaschine zur Verfügung daher kann über einen Einsatz der Panoramabildarstellung beim Genitaltrakt der Stute nur spekuliert werden.

## Schlußfolgerung

Die Panoramabilddarstellung stellt einen großen Fortschritt für die Ultraschalldiagnostik beim Pferd dar, da es speziell in dieser Gattung notwendig ist große Strukturen sonographisch zu erfassen. Unsere klinischen und experimentellen Untersuchungen ergaben, daß die Panoramabilddarstellung ein besseres Verständnis komplizierter anatomisch-topographischer Verhältnisse erlaubt, sie zu einer Verkürzung der Untersuchungszeit führt und verbesserte Messungen von großen Organen erlaubt. Im speziellen hat sich die Panoramabilddarstellung in der Lehre und der Dokumentation als nützlich erwiesen.

## Literatur

- Asshauer, J. und M. Sager (1997): MRI and CT atlas of the dog. Blackwell Science, Berlin, Oxford, UK, Germany, 1997.
- Baird, D. K., J.T. Hathcock, P.F. Rumph, S.A. Kincaid und D.M. Visco (1998): Low-field magnetic resonance imaging of the canine stifle joint: normal anatomy. *Vet. Rad. and Ultrasound*; 39, 87–97.
- Beissert M., M. Jenett, M. Kellner, T. Wetzler, R. Härten und D. Hahn (1998): SieScape™ panorama imaging in radiologic diagnosis. *Radiologie*; 38; 410–6.
- Berg, P., K. Friedrich, M. Radespiel-Tröger, D. Becker und E.G. Hahn (1998): Panoramabildtechnik SieScape™: Klinische Überprüfung der Meßgenauigkeit. *Ultraschall in der Medizin Supplement Oktober 1998*, 54.
- Blam O., R. Bindra, W. Middleton und R. Gelberman (1998): The occult dorsal carpal ganglion: usefulness of magnetic resonance imaging and ultrasound in diagnosis. *American Journal of Orthopedics*; 27, 107–10.
- Boyd, J.S., C. Paterson, A. Dickie, und N.G. Kriz (1997): Extended field of view ultrasound imaging in small animals. *Proceedings of the 29th Annual Meeting of the British Medical Ultrasound Society*, 36.
- Crass, J.R., R.L. Genovese, J.A. Render und E.M. Bellon (1992): Magnetic resonance, ultrasound and histopathologic correlation of acute and healing equine tendon injuries. *Vet. Rad. and Ultrasound*; 33, 206–216.
- Cauvin, E.R.J., G.A. Munroe, J.S. Boyd und C. Paterson (1996): Ultrasonographic examination of the femorotibial articulation in horses: imaging of the cranial and caudal aspects. *Equine Vet. J.*; 28; 285–296.
- Denoix, J.M. (1996): Ligament injuries of the axial skeleton in the horse: Supraspinal and sacroiliac desmopathies. *Proceedings of the first Dubai International Equine Symposium*; 273–286.
- Dik, K.J. (1990): Radiographic and ultrasonographic imaging of soft tissue disorders of the equine carpus. *Tidschr Diergeneeskde*; 115, 1168–1174.
- Dik, K.J. (1993): Ultrasonography of the equine crus. *Vet.Rad. and Ultrasound*, 34, 28–34.
- Dyson, S. (1996): Musculoskeletal injuries in the horse: the uses and limits of diagnostic ultrasonography. *Pferdeheilkunde*; 12, 681–683.
- Foreman, J.H. (1996): Use of magnetic resonance imaging in equine lameness diagnosis. *Pferdeheilkunde* 12; 686–687.
- Kriz, N.G., G. Pinchbeck, und J.S. Boyd (1997): Extended field of view ultrasound imaging in horses. *Proceedings of the 29th Annual Meeting of the British Medical Ultrasound Society*, 36.
- Kröger K., K. Massalha und G. Rudofsky (1998): SieScape™: a new dimension in ultrasound. *Vasa*; 27, 58–60.
- Mettenleiter, E. (1995): Das Tarsalgelenk des Pferdes: sonographischer Atlas. Stuttgart, Verlag Schattauer.
- Muleya, J. S., Y. Taura, M. Nakaichi, S. Nakama und A. Takeuchi (1997): Appearance of canine abdominal tumors with magnetic resonance imaging using a low field permanent magnet. *Vet. Rad. and Ultrasound*; 38, 444–447.
- Rantanen, N.W. (1996): Principles of magnetic resonance, computed tomographic, ultrasonographic and scintigraphic imaging of the soft tissues of horses. *Proceedings of the first Dubai International Equine Symposium*; 155–164.
- Reef, V.B. (1998): Thoracic Ultrasonography: Noncardiac Imaging und Cardiovascular Ultrasonography. In *Equine Diagnostic Ultrasound*, Verlag W.B. Saunders Company; 187–272.
- Reef, V.B. (1998): Adult Abdominal Ultrasonography und Paediatric Abdominal Ultrasonography. In *Equine Diagnostic Ultrasound*, Verlag W.B. Saunders Company; 273–404.
- Rominger MB, G. Bachmann, S. Schulte und A. Zedler (1998): Value of ultrasound and magnetic resonance imaging in the control of the postoperative progress after Achilles tendon rupture. *Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen und der Neuen Bildgebenden Verfahren*; 168, 27–35.
- Stanek, C. und H. Edinger (1992): Die sonographische Darstellung der Schulter des Pferdes. *Pferdeheilkunde*; 8, 367–375.
- Sutton, D.G.M., J.S. Boyd und N.G. Kriz (1998): Ultrasonographic anatomy of the equine back and pelvic region: a panoramic approach. *Proceedings of the 5th Annual Conference of the European Association of Veterinary Diagnostic Imaging*; 8.
- Tucker, R.L., P.R. Gavin, R.D. Sande und R.K. Schneider (1998): Magnetic resonance imaging of live horses in a high field strength magnet system. *Proceedings of the 5th Annual Conference of the European Association of Veterinary Diagnostic Imaging*; 43.
- Whitton, R.C., C. Buckley, T. Donovan, A.D. Wales und R. Dennis (1998): The diagnosis of lameness associated with distal limb pathology in a horse: a comparison of radiography, computed tomography and magnetic resonance imaging. *Vet. J.*; 155, 223–229.

Dr. Nikolaus Georg Kriz

Department of Veterinary Clinical Studies  
University of Glasgow Veterinary School  
Bearsden Road  
Glasgow G61 1QH  
Scotland

Tel: 0141 330 5999

Fax: 0141 330 6025

e-mail: nkriz@udcf.gla.ac.uk