

# Ultrasonographische Panoramabild-Darstellung als Ergänzung der klinischen und röntgenologischen Diagnostik von Frakturen im Bereich des Beckens bei Pferden

Florian Geburek<sup>1</sup>, Rolf Wagels<sup>1</sup>, Robert Markus<sup>1</sup>, Clemens Kampmann<sup>1</sup>, Martin Peters<sup>2</sup> und Peter Stadler<sup>1</sup>

Klinik für Pferde<sup>1</sup> und Institut für Pathologie<sup>2</sup>, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover

## Zusammenfassung

In der vorliegenden retrospektiven Studie wurden 12 Pferde mit Frakturen im Bereich des knöchernen Beckens klinisch, röntgenologisch und ultrasonographisch im B-Mode sowie mit dem Panoramabild-Verfahren (SieScape®) untersucht. Die ultrasonographische Panoramabild-Untersuchung stellt bei Pferden mit Beckenfrakturen ein wertvolles diagnostisches Hilfsmittel zur Lokalisation von Frakturspalten dar. Sie kann im Einzelfall eine Röntgen-Untersuchung insbesondere im Bereich der Darmbeinschaukel, des Hüfthöckers, der Darmbeinsäule und des Sitzbeinhöckers ersetzen. Somit ist das Risiko einer Verschlechterung der Situation durch eine zusätzliche Alteration im Rahmen der Aufstehphase nach Allgemeinanästhesie - wie zur weiterführenden Röntgendiagnostik erforderlich - ausgeschlossen. Insbesondere zur Feststellung differentialdiagnostisch in Betracht zu ziehender Insulte im Beckenbereich (Myopathien, Femurhalsfrakturen) kommt der sonographischen (Panoramabild)-Untersuchung eine besondere Bedeutung zu.

**Schlüsselwörter:** Pferd, Beckenfraktur, Femurhalsfraktur, Myopathie, Ultrasonographie, Panoramabild, Röntgen

## Ultrasonographic panoramic-imaging as a complement to the clinical and radiographic examination of fractures in the pelvic region in horses

In this retrospective study 12 horses with fractures in the region of the pelvis were examined clinically, radiographically and by means of ultrasonography with the B-Mode technique as well as with panoramic-imaging (SieScape®). Panoramic-imaging is a valuable diagnostic aid for the localization of fractures in horses. In individual cases it can replace radiographic examination, especially in the regions of the wing of the ileum, the coxal tuberosity, the shaft of the ileum and the ischial tuberosity. In this way it is possible to eliminate the risk of aggravating the situation due to additional alterations during the phase when the animal must be brought to its feet after general anaesthesia for further radiographic diagnostics. Ultrasonographic examination, particularly panoramic imaging, is especially important for the detection of insults in the region of the pelvis which are of interest as differential diagnoses (myopathies, fractures of the neck of the femur).

**Keywords:** horse, pelvic fracture, fracture of the neck of the femur, myopathy, ultrasonography, panoramic-imaging, radiography

## Einleitung

Beckenfrakturen werden als Ursache von Lahmheiten bei Pferden nach massiven Traumata, insbesondere nach Stürzen, beschrieben (Nowak und Tietje 1999). Insbesondere bei Rennpferden treten relativ häufig auch spontane bzw. Stressfrakturen des knöchernen Beckens auf (Haussler und Stover 1998). Die klinische Diagnostik erfolgt heute meistens durch Adspektion in Ruhe und Bewegung und durch transrektale sowie transkutane Palpation. Ergänzend können eventuell Krepitationsgeräusche an prominenten Knochenvorsprüngen (z.B. Hüfthöcker) bei aktiver und passiver Bewegung der Beckenregion auskultiert werden. Die Bestimmung der Lokalisation und des Ausmaßes der Frakturen ist mit klinischen Untersuchungsmethoden häufig jedoch nur eingeschränkt oder gar nicht möglich.

Eine röntgenologische Untersuchung der Beckenknochen und proximaler Femuranteile ist im Stehen nur bedingt durchführbar. Die Risiken einer Verletzung des Pferdes, einer hochgradigen Strahlenexposition der Untersucher sowie einer Beschä-

digung der Röntgenanlage müssen dabei in Kauf genommen werden (Pilsworth 2003). Zudem sind im Stehen aufgrund der Objektmasse nur begrenzte Anteile des knöchernen Beckens darstellbar. In Abhängigkeit von der Leistung der Röntgenanlage und der Größe des Pferdes können im Stehen lediglich die Hüft- und Sitzbeinhöcker relativ risikoarm und gut dargestellt werden. Risikoreich und nur bedingt lassen sich die kaudalen Anteile des Darmbeins, das Acetabulum, das Sitzbein, Femurkopf und -hals sowie der Trochanter major darstellen. Nicht oder mangelhaft sind Darmbeinschaukel, Darmbeinsäule und Schambein abbildbar (May et al. 1991). Am liegenden Pferd lassen sich in Abhängigkeit von der Leistung der Röntgenanlage und der Größe und Lagerung des Pferdes gute bis ausreichende Röntgenaufnahmen zur Diagnostik von Beckenfrakturen anfertigen (May und Harrison 1994). Dabei bestehen die Risiken der Narkose und der funktionellen Verschlechterung durch Dislokation von Frakturrenden, insbesondere im Rahmen der Aufstehphase. Auch die szintigraphische Untersuchung kann zur Feststellung von Beckenfrakturen und anderer Erkrankungen in der Beckenregion wie Myopathien, Desmopathien und Arthropathien des Hüftgelenks herange-

zogen werden (Davenport-Goodall und Rosse 2004). Die Untersuchung ist am stehenden Pferd durchführbar.

Darüber hinaus kann der knöcherne Beckenring auch transrektal ultrasonographisch im B-Mode Verfahren untersucht werden. Die diagnostische Aussagekraft dieser Methode kann jedoch beim Vorliegen retroperitonealer Frakturhämatome eingeschränkt sein. Die Gefahr von Mastdarmperforationen ist nicht unerheblich, z. B. wenn die Ultraschall-Sonde transversal im Darmlumen positioniert werden muss. Eine Anwendung der genannten Verfahren ist somit meist nur bedingt möglich, wodurch Befunde unklar bleiben und Einschätzungen der Prognose erschwert werden. Deshalb sollte überprüft werden, ob eine transkutane ultrasonographische Untersuchung der Beckenknochen im B-Mode (Shepherd und Pilsworth 1994, Tomlinson et al. 2001, Pilsworth 2003) und insbesondere im Panoramabild-Verfahren (Sutton et al. 1998, Kriz und Boyd 1999) eine sinnvolle Ergänzung darstellt.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wird die transkutane ultrasonographische Panoramabildtechnik mit der herkömmlichen transkutanen Ultrasonographie im B-Mode und der Röntgentechnik verglichen. Es soll herausgefunden werden, ob Frakturen im Bereich des Beckens diagnostiziert und eventuell charakterisiert werden können.

## Material und Methoden

Im Zeitraum 1999-2004 wurden 13 Pferde mit Verdacht auf Frakturen im Bereich des knöchernen Beckens aus dem Patientengut der Klinik für Pferde der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover klinisch, röntgenologisch und ultrasonographisch untersucht (Tabellen 1 u. 2).

**Tab 1** Kennzeichen und klinische Befunde von 13 Pferden mit Verdacht auf Frakturen im Beckenbereich. Abkürzungen: Nr. = fortlaufende Tiernummer; A (J) = Alter in Jahren; Oldenb. = Oldenburger; Hannov. = Hannoveraner; G = Geschlecht; S = Stute; H = Hengst; W = Wallach; HI = hinten; LI = links; RE = rechts; BDS = beidseits; Hintergliedm. = Hintergliedmaße; Gldm. = Gliedmaße; ggr. = geringgradig; mgr. = mittelgradig; hgr. = hochgradig; höchstgr. = höchstgradig; druckempfindl. = druckempfindlich; o. B. = ohne Besonderheit; disloz. = disloziert; UV = Umfangsvermehrung

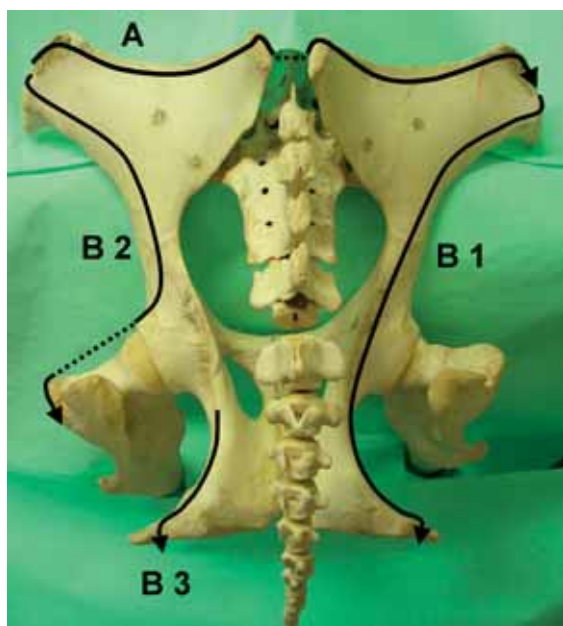
Nr.	A (J)	Rasse	G	Vorbericht	Lahmheit		Adspektion und Palpation	transrektale Untersuchung
					Grad	Gldm.		
1	2	Oldenb.	S	Ausgrätschen	hgr.	HI RE	Hüftböcker rechts: ventral disloziert, Schwellung	nicht erfolgt
2	11	Westfale	W	Unfall: Hautabschürfungen, Hämatome im Bereich der Hintergliedm., Ataxie	keine Lahmheit	entfällt	Region Sitzbeinhöcker, Hüftböcker RE: Abschürfungen	knöcherne UV des Schambein, nicht schmerzhaft
3	1	Hannov.	H	Hauttemperatur stark reduziert, hgr. druckempfindl., V.a. Thrombose	hgr.	HI RE	Kruppenmuskulatur BDS: hgr. Atrophie	Stufenbildung Schambein rechts, V. a. Thrombose
4	4	Westfale	H	Tritt durch anderes Pferd; V.a. Fraktur Acetabulum rechts	mgr.	HI RE	Kruppenmuskulatur RE: Atrophie; Krepitation RE	UV der Region des Acetabulum
5	18	Pony	H	Sturz auf linke Seite bei Deckakt	höchstgr.	HI LI	Region Hüftböcker, Trochanter major LI: Schwellung	palpatorisch o.B.
6	9	Traber	S	ventral verlagertes Hüftböcker, Muskelatrophie Kruppe RE; Lahmheit	mgr.	HI RE	Hüftböcker rechts: ventral disloz., Kruppe rechts verstärkt abfallend	Asymmetrie d. Beckenringes RE
7	2	Hannov.	S	hgr. Lahmheit HI LI	hgr., Festliegen	HI LI	keine Schwellung, Verletzung	Hämatom Darmbeinsäule LI
8	8	Warmblut	S	Sturz auf rechte Seite beim Reiten nach Einknicken HI RE	mgr.-hgr.	HI BDS	Krepitation, äußerlich keine Schwellung, Verletzung	schmerzhaft, Krepitation, Knochenfragmente, Hämatom
9	5	Hannov.	W	intermittierende Hangbeinlahmheit; V.a. Hüftgelenksluxation	ggr.	HI LI	Hüftböcker links: deutl. prominent, ggr. druckempfindl.	palpatorisch o.B.
10	11	Hannov.	S	Überschlag beim Springreiten	ggr.	HI RE	Kruppenmuskulatur rechts: ggr. Atrophie	palpatorisch o.B.
11	7	Hannov.	H	Sturz bei Deckakt	hgr.	HI LI	Kruppenmuskulatur links: hgr. Atrophie	palpatorisch o.B.
12	4	Hannov.	W	Sturz auf linke Seite beim Longieren	hgr., Festliegen	HI LI	Hüftböcker links: ventral disloziert, hgr. Schwellung	Hämatom Darmbeinsäule LI
13	3	Sachsen-Anhaltiner	S	Torsio coli → Allgemeinanästhesie	keine Angaben	HI RE	Kruppenmuskulatur rechts: hgr. Schwellung	o.B.

Bei der klinischen Untersuchung wurden die Haltung im Stehen, der Lahmheitsgrad im Schritt, Veränderungen der Körperkontur, abnorme Beweglichkeit der Beckenknochen (Palpation von außen und transrektal) und das Vorliegen von Krepitationsgeräuschen (Auskultation) überprüft.

Bei Verdacht auf Vorliegen einer Beckenringfraktur wurde eine transrektale ultrasonographische Untersuchung des Beckenringes im B-Mode Verfahren mit Hilfe einer 7,5 MHz Linear-Schallsonde durchgeführt (Gerät: Sonoline VersaPro, Fa. Siemens). Zur transkutanen Untersuchung kam das Ultraschallgerät Sonoline Elegra (Fa. Siemens) zum Einsatz. Die Patienten wurden sowohl im B-Mode- als auch im Panoramabild (SieScape®)-Verfahren mit einem 3,5 MHz Konvex-Schallkopf untersucht. Dabei wurden Panoramabild-Darstellungen der Knochenkonturen beider Darmbeinschaufeln bei Führung des Schallkopfes in latero-lateraler Richtung vom Hüftböcker einer Seite über die Kreuzböcker zum Hüftböcker der anderen Seite angefertigt (Hilfslinie A, Abb. 1, 2). Außerdem wurden Panoramabilder der dorso-lateralen Knochenkonturen der Darmbeinsäule, des Acetabulum, des Sitzbeins und vom Trochanter major erstellt (Abb. 1). Dazu wurde der Schallkopf kranio-kaudal einerseits vom Hüftböcker zum Sitzbeinhöcker (Hilfslinie B 1, Abb. 1) und andererseits nach Darstellung der dorso-lateralen Knochenkonturen der Darmbeinsäule und des Acetabulum zum Trochanter major (Femur) geführt (Hilfslinie B 2, Abb. 1, 3c). Die Kontur des Sitzbeins wurde durch parasagittale und transversale Führung des Schallkopfes ermittelt (Hilfslinie B 3, Abb. 1, 4b). Zur Darstellung der Hüftgelenksregion im Panoramabild-Verfahren wurde der Schallkopf nahezu parallel zur Längsachse des Pferdes auf einer Hilfslinie vom Trochanter major aus kranial in Richtung Darmbeinsäule geführt. Auf diese Weise gelang eine Darstellung der Dorsalkontur des Trochanter major, der Kon-

**Tab 2** Weiterführende Untersuchungen, Diagnosen und Maßnahmen bei 13 Pferden mit Verdacht auf Frakturen im Beckenbereich. Abkürzungen: Nr. = fortlaufende Tiernummer; bds. = beidseits; ktr. = kontrollierte; n. u. = nicht untersucht; verd. = verdachtsweise; A, B 1, B 2, B 3, C = Hilfslinien, Erläuterung im Text.

Nr.	Röntgen			Sonographie			klinische Diagnosen: Fraktur(en)	Maßnahme	pathologisch-anatomische Diagnosen:
	Region(en)	Lagerung	Fraktur(en) darstellbar	Hinw. auf Fraktur im:					
				B-Mode trans- rekt.	trans- kutan	SieScape® (trans- kutan)			
1	Hüftgelenk	stehend	ja	n.u.	ja	A, B 2	Darmbeinsäule u. Darmbeinschaukel rechts	Euthanasie	n.u.
2	Sitzbeinhöcker BDS.; Hüftgelenk rechts	stehend	verd.	n.u.	ja	B 3	Sitzbeinhöcker rechts	Boxenruhe, Ktr. Bewegung	entfällt
3	Hüftgelenk, beidseits	Narkose	verd.	ja	n.u.	n.u.	Schambein, Sitzbein rechts; Thrombose	Euthanasie	alte Frakturen Darm-, Scham-, Sitzbein rechts mit Kallusgewebe; Thrombose der A. obturatoria
4	Hüftgelenk, rechts	stehend	ja	ja	ja	C	Femurhals rechts	Euthanasie	ältere Fraktur des Oberschenkelhalses rechts
5	Hüftgelenk, links	Narkose	ja	n.u.	ja	B 3	Acetabulum links	Euthanasie	n.u.
6	Hüfthöcker BDS.; Hüftgelenk rechts	stehend	verd.	n.u.	ja	A, B 2	Hüfthöcker rechts	Boxenruhe, ktr. Bewegung	entfällt
7	Hüftgelenk, beidseits.	stehend	ja	ja	ja	B 2	Acetabulum links	Euthanasie	n.u.
8	Hüftgelenk, rechts	stehend	verd.	ja	ja	nein	Acetabulum links	Euthanasie	n.u.
9	Hüftgelenke, Hüfthöcker BDS.	stehend	nein	ja	ja	A	Hüfthöcker links in Ausheilung	ktr. Bewegung	entfällt
10	Hüftgelenk, beidseits	stehend	nein	n.u.	ja	A	Darmbeinschaukel rechts in Ausheilung	Boxenruhe, ktr. Bewegung	entfällt
11	Hüftgelenk, links	stehend	ja	ja	ja	B 1, B 3	Sitzbein Nähe Azetabulum	Boxenruhe, ktr. Bewegung	entfällt
12	Hüftgelenk, links	stehend	verd.	verd.	verd.	A	Acetabulum links, Schambein	Euthanasie	frische Frakturen Acetabulum links, Schambein rechts
13	n.u.	entfällt	entfällt	nein	nein	A: nein	postanästhetische Myopathie, Hämatom Kruppenmuskulatur	Boxenruhe,	entfällt



**Abb 1** Hilfslinien zur ultrasonographischen Darstellung der Knochenkonturen im Bereich des knöchernen Beckens am Präparat; kaudo-dorsale-Ansicht. Schematische Darstellung der ultrasonographisch abbildbaren Knochenkonturen: A: der Darmbeinschaukeln, B 1: des Hüfthöckers, der Darmbeinschaukel und -säule sowie des Sitzbeines und Sitzbeinhöckers. B 2: des Hüfthöckers der Darmbeinschaukel und -säule, des Acetabulum sowie des Trochanter major, B 3: des Sitzbeines und Sitzbeinhöckers  
Guiding lines for the ultrasonographic detection of the bone contour in the region of the pelvis in an anatomic specimen; caudo-dorsal-view. Schematic illustration of ultrasonographically detectable bone contours: A: of the wings of the ilium, B 1: of the wing

of the ilium, the ilium, the ischium and the ischial tuberosity, B 2: of the coxal tuberosity, the wing of the ilium, the ilium, the acetabulum and the trochanter major, B 2: of the ischium and the ischial tuberosity.

turen des Femurhalses, des Femurkopfes (Anteile), des Hüftgelenkspaltes und der kranio-dorsalen Kontur des Acetabulumrandes (Hilfslinie C, Abb. 5b).

## Ergebnisse

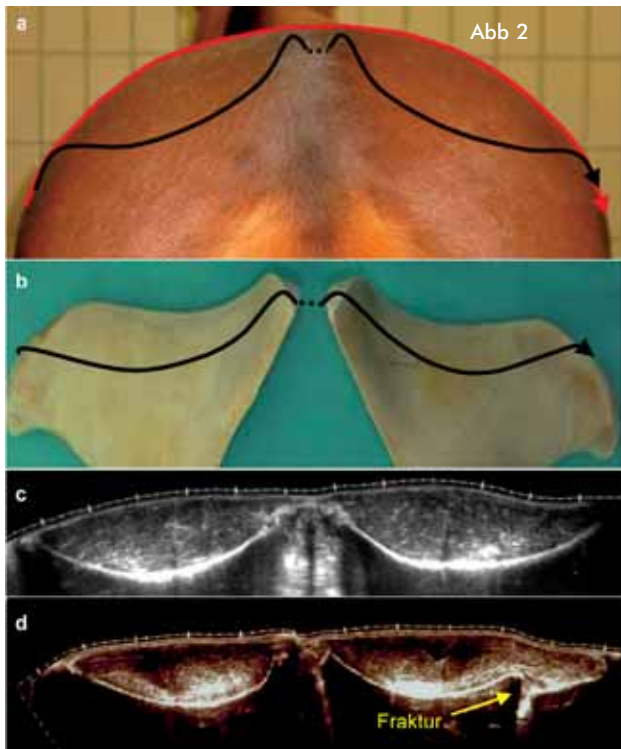
Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in den Tabellen 1 u. 2 aufgeführt. Insgesamt wurden bei 6 Pferden (Fälle 1, 3, 5, 7, 8, 12) Beckenringfrakturen, eine Sitzbeinfraktur (Fall 11) in Nähe des Acetabulum, eine Sitzbeinhöckerfraktur (Fall 2), zwei Hüfthöckerfrakturen (Fall 6, 9), die sich ebenso wie eine Darmbeinschaukelfraktur (Fall 10) bereits in Ausheilung befanden, und eine Femurhalsfraktur (Fall 4) diagnostiziert. Die Pferde mit Beckenringfrakturen wurden euthanasiert.

*Ergebnisse der ultrasonographischen Untersuchung ausgewählter Fälle*

### Fall 1

Im B-Mode Verfahren zeigten sich Unterbrechungen an der Schallreflexlinie der Knochenkontur des rechten Darmbeines bei abnormer Beweglichkeit. Die Anzahl der Hauptfrakturlinien und ihre genaue Lokalisation waren nicht sicher zu ermitteln. Mittels Panoramabild-Technik ließ sich sowohl eine Unterbrechung des Reflexstreifens im Bereich des rechten Darmbeinflügels (Hilfslinie A, Abb. 2) als auch eine doppelte Unterbrechung des Schallreflexes im Bereich der Darmbeinsäule

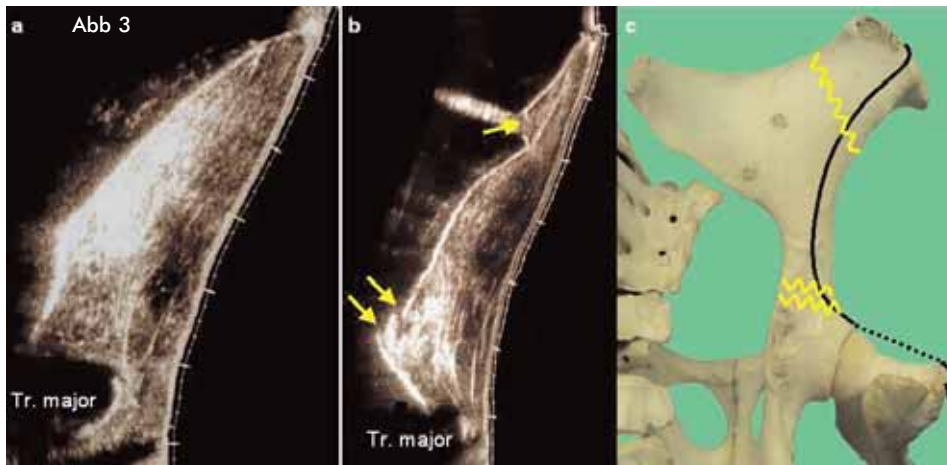




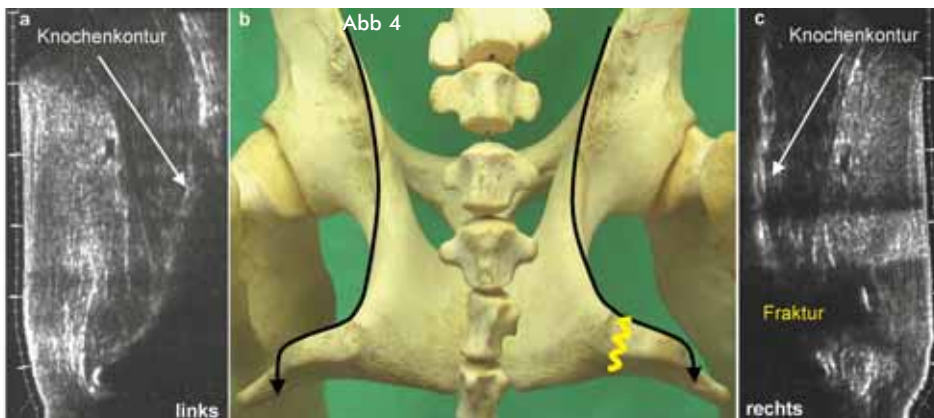
**Abb 2** Ultrasonographische Darstellung der Knochenkonturen der linken und rechten Darmbeinschaukel im Panoramabild (Hilfslinie A). **a**: Verlauf der Schallkopf-führung am nicht erkrankten Patienten (rot); Verlauf der dabei abzubildenden Knochenkonturlinie (schwarz = Hilfslinie A). **b**: Verlauf der Hilfslinie A auf den Darmbeinschaukeln am anatomischen Präparat. **c**: Ultrasonographische Darstellung der normalanatomischen

Knochenkontur der Darmbeinschaukel im Panoramabild (Hilfslinie A). **d**: Ultrasonographische Darstellung einer Fraktur der rechten Darmbeinschaukel im Panoramabild (Hilfslinie A); Fall 1. *Ultrasonographic detection of the bone contours of the left and right wings of the ilium (guiding line A) with panoramic imaging. a: Course of the probe in a healthy patient (red line); outline of the detected bone contour (black = guiding line A). b: Course of guiding line A on the wings of the ilium in an anatomic specimen. c: Ultrasonographic detection of the anatomically normal bone contour of the wings of the ilium (guiding line A). d: Ultrasonographic detection of a fracture in the right wing of the ilium (guiding line A) with panoramic imaging; case no. 1.*

**Abb 3** Vergleichende ultrasonographische Darstellung der Knochenkontur des linken und rechten Darmbeins einschließlich Trochanter major im Panoramabild (Hilfslinie B 2). **a**: Ultrasonographische Darstellung der normalanatomischen Knochenkontur des Darmbeins und des Trochanter major; Fall 1. **b**: Ultrasonographische Darstellung von Frakturen (Pfeile) der rechten Darmbeinschaukel und der rechten Darmbeinsäule im Panoramabild; Fall 1. **c**: Verlauf der Hilfslinie B 2 auf rechtem Darmbein und Trochanter major am anatomischen Präparat; Frakturlinien schematisch (gelb). Abkürzung: Tr. = Trochanter. *Comparative ultrasonographic detection of the bone contours of the left and right ilium including the trochanter major (guiding line B 2). a: Ultrasonographic detection of the anatomically normal bone contour of the ilium and the trochanter major; case no. 1. b: Ultrasonographic detection of fractures (arrows) of the right wing of the ilium and the right shaft of the ilium with panoramic imaging; case no. 1. c: Course of guiding line B 2 on the right ilium and trochanter major in an anatomic specimen; schematic indication of fracture lines (yellow). Abbreviation: Tr. = trochanter*



**Abb 4** Vergleichende ultrasonographische Darstellung der Knochenkontur des linken und rechten Sitzbeins im Panoramabild (Hilfslinie B 3). **a**: Ultrasonographische Darstellung der normalanatomischen Knochenkontur des linken Sitzbeins; Fall 2. **b**: Verlauf der Hilfslinie B 3 auf dem linken und rechten Sitzbeinen am anatomischen Präparat; Frakturlinie schematisch (gelb). **c**: Ultrasonographische Darstellung einer Fraktur des rechten Sitzbeinhöckers im Panoramabild; Fall 2.



*Comparative ultrasonographic detection of the bone contours of the left and right ischium with panoramic imaging (guiding line B 3). a: Ultrasonographic detection of the anatomically normal bone contour of the left ischium; case no. 2. b: Course of guiding line B 3 on the left and right ischium in an anatomic specimen; schematic indication of fracture lines (yellow). c: Ultrasonographic detection of a fracture of the right ischial tuberosity with panoramic imaging; case no. 2.*

darstellen (Hilfslinie B, Abb. 3). Dabei wurde ein isolierter Reflexstreifen von ca. 4 cm Länge als Fragment gedeutet. Zusammenfassend wurde sonographisch jeweils eine Hauptfraktur des rechten Darmbeinflügels und der rechten Darmbeinsäule mit Dislokation eines ca. 4 cm langen Fragments diagnostiziert. Diese Frakturen ließen sich postmortal röntgenologisch bestätigen.

#### Fall 2

Mittels B-Mode Technik ergaben sich Hinweise auf eine Diskontinuität des Reflexstreifens in der Sitzbeinregion. Durch Panoramabild Technik ließ sich rechts eine Unterbrechung des Reflexstreifens mit deutlichem Versatz nach latero-dorsal feststellen (Hilfslinie B 3, Abb. 4). Im Vergleich mit einem Scan auf der kontralateralen linken Seite zeigte sich, dass rechts eine Fraktur des Sitzbeins mit Dislokation des Sitzbeinhöckers nach latero-dorsal vorlag. Röntgenologisch ergaben sich lediglich Hinweise auf eine unterschiedliche Form der Sitzbeinhöcker, die weiter kranial gelegene relevante Region der Fraktur ließ sich im Stehen nicht darstellen.

#### Fall 4

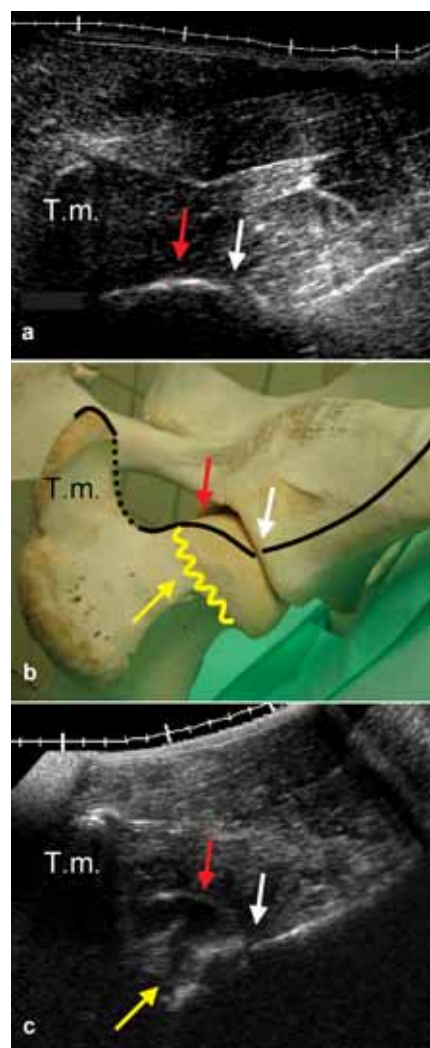
Bereits klinisch ergaben sich aufgrund der deutlichen Krepitation und des transrektalen Palpationsbefundes Hinweise auf das Vorliegen einer Fraktur im Acetabulum-Bereich rechts. Da sich bei der ultrasonographischen Untersuchung mit Führung der Schallsonde im Bereich der Hilfslinien A und B (Darstellung von Konturen des knöchernen Beckens im engeren Sinne) kein krankhafter Befund nachweisen ließ, erfolgte zusätzlich eine Darstellung der Hüftgelenksregion einschließlich des Trochanter major und des Femurhalses (Hilfslinie C, Abb. 5 b). Neben der Darstellung des Hüftgelenkspaltes gelang die Abbildung einer femurkopfnahen Unterbrechung der Knochenkontur des Femurhalses im B-Mode und im Panoramabild-Verfahren (Abb. 5 c). Im B-Mode konnte im bewegten Bild eine Verschiebung der Echos von Frakturende erkannt werden. Es ergaben sich Hinweise auf Zusammenhangstrennungen der angrenzenden Muskulatur mit Einblutungen. Durch röntgenologische und pathologisch-anatomische Untersuchung wurde der Frakturverdacht des Femurhalses bestätigt.

#### Fall 11

Klinisch dominierte eine starke Atrophie der Kruppenmuskulatur links. Mit Hilfe der transkutanen B-Mode und Panoramabild-Technik ergaben sich bei der Erstuntersuchung Hinweise auf das Vorliegen einer acetabulumnahen Sitzbeinfraktur links. Im B-Mode Verfahren waren insbesondere der Hüftgelenkspalt und ein mobiles, kleines Knochenfragment in Gelenknähe gut darstellbar (Abb. 6). Die Sitzbeinfraktur konnte röntgenologisch bestätigt werden.

#### Fall 12

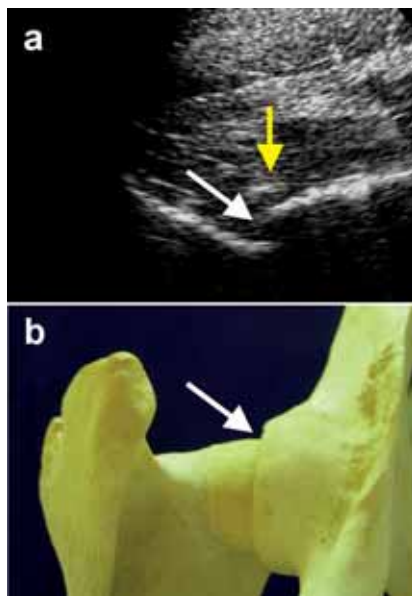
Transrektal wurde palpatorisch und ultrasonographisch (B-Mode) ein umfangreiches Hämatom im Bereich der linken Darmbeinsäule mit schwirrender Pulsation festgestellt. Im B-Mode waren Frakturspalten jedoch nicht darstellbar. Bei der transkutanen Untersuchung ergab sich trotz klinisch vermuteter Dislokation des linken Hüfthöckers nach ventral im B-Mode und im Panoramabild-Verfahren kein Hinweis für eine Fraktur des linken Hüfthöckers und/oder der linken kranialen Darmbeinsäule. Mit Hilfe der Panoramabild-Technik zeigte sich im Vergleich zur normalen Sonoanatomie jedoch, dass eine Dislokation des gesamten linken Darmbeines nach ventral vorlag



**Abb 5** Ultrasonographische Darstellung der Knochenkonturen in der Hüftgelenksregion im Panoramabild (Hilfslinie C). **a:** Ultrasonographische Darstellung der normalanatomischen Konturen des Trochanter major (T.m.), des Femurhalses, des Femurkopfes (roter Pfeil), des Hüftgelenkspaltes (weißer Pfeil) und des kranio-dorsalen Randes des Acetabulum im Panoramabild. **b:** Verlauf der Hilfslinie C vom Trochanter major (T.m.) kranial über den Femurhals, den Femurkopf (roter Pfeil) sowie über den Hüftgelenkspalt (weißer Pfeil) und den kranio-dorsalen Rand des rechten Acetabulum am anatomischen Präparat; Frakturlinie schematisch (gelb). **c:** Ultrasonographische Darstellung einer Fraktur des rechten Femurhalses (gelber Pfeil) und der Konturen des Trochanter major (T.m.), des Femurkopfes (roter Pfeil), des Hüftgelenkspaltes (weißer Pfeil), und des kranio-dorsalen Randes des Acetabulum im Panoramabild; Fall 4

*Ultrasonographic detection of the bone contours in the region of the hip joint with panoramic imaging (guiding line C). a: Ultrasonographic detection of the anatomically normal bone contours of the trochanter major (T. m.), the neck of the femur, the head of the femur (red arrow), the space of the hip joint (white arrow) and the cranio-dorsal margin of the acetabulum with panoramic imaging. b: Course of guiding line C from the trochanter major (T. m.) cranially over the neck of the femur, the head of the femur (red arrow), the space of the hip joint (white arrow) and the cranio-dorsal margin of the acetabulum in an anatomic specimen; schematic indication of fracture line (yellow). c: Ultrasonographic detection of a fracture of the right neck of the femur (yellow arrow) and the contours of the trochanter major (T. m.), the neck of the femur (red arrow), the space of the hip joint (white arrow) and the cranio-dorsal margin of the acetabulum with panoramic imaging; case no. 4*





**Abb 6** Ultrasonographische Darstellung der Hüftgelenksregion im B-Mode Verfahren. **a:** Ultrasonographische Darstellung der Acetabulumkontur, des Hüftgelenkspaltes (weißer Pfeil), der Femurhalskontur und eines isolierten Knochenfragments (gelber Pfeil) infolge einer acetabulumnahen Sitzbeinfraktur; Fall 11. **b:** Verlauf der Konturen des Acetabulum sowie des Femurkopfes und -halses am anatomischen Präparat; Ansicht von kaudal.  
*Ultrasonographic detection of the hip joint region with B-mode imaging. a: Ultrasonographic detection of the contours of the acetabulum, the space of the hip joint (white arrow), the neck of the femur and an isolated bone fragment (yellow arrow) due to a fracture of the ischium near the acetabulum; case no. 11. b: Course of the anatomically normal bone contours of the acetabulum, the head of the femur and the neck of the femur in an anatomic specimen; caudal view.*

(Hilfslinie A, Abb. 7a). Aufgrund der starken Schwellung und Druckempfindlichkeit der linken Kruppenregion (Abb. 7b) war die Knochenkontur des Darmbeines acetabulumnah (d.h. auf den Hilfslinien B 1 u. B 2) nicht ausreichend darstellbar. In Verbindung mit den klinischen Befunden (Körperkontur, hgr. Lahmheit, später Festliegen) ergab sich somit der Verdacht auf eine Fraktur des Acetabulum mit Dislokation des linken Darmbeines nach ventromedial. Die röntgenologische Untersuchung am noch stehenden Pferd lieferte weitere Hinweise auf eine Acetabulumfraktur. Durch post mortales Röntgen und pathomorphologische Untersuchung bestätigte sich eine Acetabulumfraktur als Ursache für die klinisch verdächtige und sonographisch mittels Panoramabild nachgewiesene Dislokation des Darmbeines nach ventral (Abb. 7).

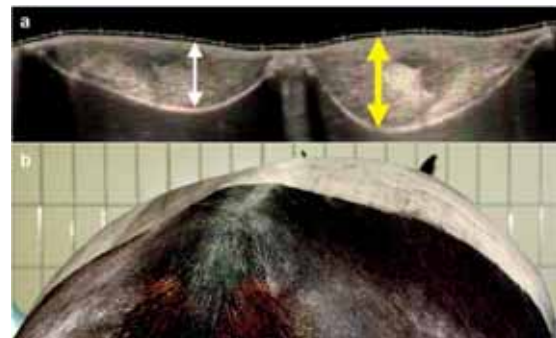
#### Fall 13

Im Rahmen der Aufstehphase nach Allgemeinanästhesie entwickelte die Patientin eine diffuse Umfangsvermehrung der rechten Kruppe (Abb. 8b). Klinisch ergab sich der Verdacht auf das Vorliegen einer Fraktur der Darmbeinschaukel. Mit Hilfe der Panoramabild-Technik war einseitig rechts eine deutliche Dickenzunahme der Muskulatur mit diffusen anechogenen und hyperechogenen Zonen festzustellen. Eine Diskontinuität des Reflexstreifens auf der Hilfslinie A lag jedoch nicht vor. Es konnten lediglich eine Umfangsvermehrung der rechten Kruppenmuskulatur mit inhomogener Echotextur und einem zentral gelegenen anechogenen Areal festgestellt werden (Abb. 8a). Somit wurde eine Fraktur der Darmbeinschaukel in der verdächtigen Region ausgeschlossen und in Verbindung mit den

klinischen Befunden ein Hämatom im Sinne einer Einblutung in die rechte Kruppenmuskulatur diagnostiziert. Der weitere Verlauf bestätigte das Vorliegen einer Myopathie ohne eine Fraktur des knöchernen Beckens.



**Abb 7** Ventrale Dislokation des linken Darmbeines aufgrund einer Acetabulumfraktur (Fall 12). **a:** Ultrasonographische Darstellung der kontinuierlichen, jedoch asymmetrischen Knochenkontur im Panoramabild (Hilfslinie A). **b:** Klinisches Bild: ventrale Verlagerung der Kontur des linken Hüfthöckers; Ansicht von kaudal.  
*Ventral dislocation of the left ilium due to a fracture of the acetabulum (case no. 12). a: Ultrasonographic detection of the continuous, but asymmetric bone contours with panoramic imaging (guiding line A). b: Clinical findings: ventral dislocation of the contour of the left coxal tuberosity; caudal view.*



**Abb 8** Umfangsvermehrung der rechten Kruppe nach Einblutung in die Muskulatur: Differentialdiagnose zur Fraktur der Darmbeinschaukel (Fall 13). **a:** Ultrasonographische Darstellung der Weichgewebsschwellung (gelber Pfeil) und der kontinuierlichen Knochenkontur im Panoramabild (Hilfslinie A). **b:** Klinisches Bild: Umfangsvermehrung der rechten Kruppe; Ansicht von kaudal  
*Enlargement of the right croup after hemorrhage in the musculature, differential diagnosis from a fracture of the wing of the ilium (case no. 13). a: Ultrasonographic detection of the soft tissue swelling (yellow arrow) and the continuous bone contours with panoramic imaging (guiding line A). b: Clinical findings: enlargement of the right croup; caudal view.*

#### Diskussion

Im Gegensatz zur röntgenologischen Untersuchung ist die ultrasonographische Diagnostik ohne Qualitätsverlust am stehenden Pferd durchführbar und deutlich weniger invasiv (Shepherd und Pilsworth 1994, Pilsworth 2003). Bei der sonographischen Untersuchung kann meist in Kauf genommen werden, dass nicht wie bei der röntgenologischen Untersuchung auch die Knochenstruktur, sondern die Knochenkontur darstellbar ist. Auch die Szintigraphie als eine weitere beim Pferd etablierte

bildgebende Methodik weist im Vergleich mit der sonographischen Untersuchung im Beckenbereich, insbesondere im Rahmen der Diagnostik von Frakturen, Nachteile auf. Sie ist technisch und zeitlich aufwendiger und als nuklearmedizinische Methode ebenfalls invasiver als die Ultraschalltechnik. Außerdem gelingt damit die räumliche Zuordnung von Anreicherungen des Radiopharmakons bei anatomisch eng benachbarten Strukturen (Acetabulum-Hüftgelenk-Femurhals) und die Differenzierung von Anreicherungen in Arealen ohne klinische Relevanz häufig nicht (Davenport-Goodall und Ross 2004). Die szintigraphische Darstellung von Stressfrakturen des Beckens bei Rennpferden ist zwar gelungen, die Zuverlässigkeit der Diagnostik wird allerdings kontrovers diskutiert (Davenport-Goodall und Ross 2004). In Bezug auf die Anschaffungskosten ist die Panoramabildtechnik zwar deutlich günstiger als die Szintigraphie, aber derzeit noch erheblich kostenaufwendiger als die konventionelle Sonographie mit der B-Mode Technik.

Die ultrasonographische Untersuchung des Beckens erfolgt einerseits mit Hilfe der konventionellen transkutanen B-Mode Untersuchung, die als basale Technik in den hochwertigen Ultraschallgeräten für die Panoramabild Darstellung integriert ist. Mit Hilfe des B-Mode-Verfahrens ist eine abnorme Beweglichkeit im bewegten Bild in Echtzeit (so genannte „dynamische Untersuchung“) darstellbar (z. B. acetabulumnahe Frakturen; Fälle 4, 11). Erst durch die Panoramabilduntersuchung, die demgegenüber bei unbewegtem Untersuchungsobjekt durchgeführt werden muss, ist der Frakturspalt jedoch anatomisch exakt zu lokalisieren. Dazu kann eine Vergleichsuntersuchung mit der nicht-erkrankten, kontralateralen Seite hilfreich sein.

Die Anschaulichkeit der Panoramabilder ist somit im Vergleich zu dem konventionellen B-Mode-Verfahren in hohem Maße verbessert. Das erleichtert die Interpretation der sonographischen Ergebnisse insbesondere dann, wenn wenig Erfahrung mit der sonographischen Untersuchung in der Beckenregion vorhanden ist. Dieses dürfte auf die meisten Pferdetierärzte zutreffen, da die sonographische Diagnostik in der Beckenregion aufgrund der geringen Inzidenz von Beckenfrakturen seltener angewendet wird als in anderen Regionen (z.B. Beugesehen). Liegt allerdings eine Beckenfraktur vor, so ist die Lokalisation und das Ausmaß einer oder mehrerer Frakturen mit der Panoramabildtechnik im Stehen im Vergleich zur röntgenologischen Untersuchung in Allgemeinanästhesie besser erkennbar (Teilfraktur der Darmbeinschaukel; Fall 1). Die deutliche verbesserte Anschaulichkeit hat nicht zuletzt eine Bedeutung z. B. im Rahmen der veterinärmedizinischen Lehre und der Demonstration gegenüber medizinischen Laien (z.B. Tierbesitzer).

Über die Darstellung der Fraktur hinaus sind in Übereinstimmung mit den Ergebnissen von Sutton et al. (1998) und Kriz und Boyd (1999) auch nicht frakturbedingte Weichteilveränderungen in der Beckenregion (z.B. Hämatom in der Kruppenmuskulatur; Fall 13) von Beckenfrakturen abzugrenzen. Insbesondere in diesem Zusammenhang kann die Panoramabild Darstellung im Vergleich zu der aufwendigeren szintigraphischen Untersuchung (Davenport-Goodall und Ross 2004) vorteilhaft sein.

Bei Beckenringfrakturen kann die transrektale ultrasonographische Untersuchung im B-Mode Verfahren nur mit Spezialgeräten durchgeführt werden, da die Eindringtiefe der Schallwellen handelsüblicher transportabler Ultraschallgeräte aufgrund umfangreicher Weichgewebsschwellungen (Frakturhä-

matom; Fall 12) nicht ausreichend ist, um den Frakturspalt darzustellen. Die hier verwendeten Hochleistungsgeräte (Sonoline VersaPro, Sonilone Elegra, Fa. Siemens) zeigen dagegen eine befriedigende Auflösung im B-Mode bzw. Panoramabild-Modus bis zu einer Eindringtiefe von 25 cm. Das transrektale Untersuchungsverfahren ist im Vergleich zur transkutanen Sonographie tendenziell risikoreicher für das Pferd (Mastdarmperforation), da für bestimmte Darstellungen der Beckenknochen der Schallkopf transversal im Darmlumen positioniert werden muß. Im Fall 3 konnte jedoch neben der bereits chronischen Fraktur des Schambeins auch eine Thrombose eines Blutgefäßes im Beckenbodenbereich, die wesentlich für die klinische Symptomatik verantwortlich war, mit Hilfe der transrektalen B-Mode Sonographie nachgewiesen werden. Dementsprechend ist die transrektale konventionelle Sonographie als aussagekräftige Zusatzuntersuchung bei Beckenfrakturen anzusehen. Dagegen ist das Panoramabildverfahren zur transrektalen Untersuchung aufgrund des erhöhten Risikos einer Mastdarmperforation zur Zeit noch nicht empfehlenswert.

Die vorliegende Studie zeigt auch, dass die ultrasonographische Panoramabild-Technik bei Frakturen des Schambeins und der medio-ventralen Anteile des Acetabulum mit den hier untersuchten Anschallpositionen keine eindeutigen Ergebnisse liefert. Bei Frakturen der kaudalen Anteile der Darmbeinsäule und der latero-dorsalen Anteile des Acetabulum, sowie des Sitzbeines ist die Methode erfolgreicher. Die Bildqualität ist abhängig vom Kaliber des Pferdes bzw. vom Grad seiner Bemuskulierung im Kruppenbereich. Somit sind Beckenfrakturen bei kleinen oder jungen Pferden (Fall 1) und bei solchen mit ausgeprägter Muskelatrophie (Fälle 4, 11) tendenziell besser erkennbar. Als diagnostisch ungünstig sind deshalb akute Frakturen mit starker Muskelschwelung (Frakturhämatom) bei Großpferden in der Region des Acetabulum anzusehen. In diesen Fällen erschwert die z.T. vorhandene Druckempfindlichkeit in der zu untersuchenden Region die Anfertigung eines Panoramabildes zusätzlich (Fall 12). Aufgrund der infausten Prognose hinsichtlich funktioneller Wiederherstellung bei Frakturen des Acetabulum wird eine besonders exakte Diagnostik angestrebt. Frakturspalten im Acetabulum-Bereich sind mit sonographischen Verfahren in bestimmten Fällen direkt darstellbar. Differentialdiagnostisch zu Frakturen der Hüftgelenkpfanne sind dabei insbesondere Femurhalsfrakturen abzugrenzen. Dies kann ebenfalls ultrasonographisch sowohl im B-Mode als auch mittels SieScape®, gelingen (Fall 4), wobei die Darstellung der Femurhalskontur aufgrund ihrer anatomisch relativ kurzen Ausprägung und des unmittelbar benachbarten Hüftgelenkspaltes sowie des angrenzenden Trochanter major mittels Ultraschall, wie die Darstellung der Acetabulumfraktur, eine besondere Herausforderung ist. Das Panoramabild-Verfahren bietet hier den Vorteil, dass der Hüftgelenkspalt und eine Fraktur des Femurhalses in einem Scan darstellbar und somit voneinander abgrenzbar sind. Aufgrund unterschiedlich verlaufender Knochenkonturen im Bereich des Trochanter major, des Femurhalses, des Femurkopfes und des Acetabulumrandes muss die Schallkopfposition während der Untersuchung mehrfach verändert werden. Hier stellt die Darstellung im bewegten Bild (B-Mode) eine wertvolle diagnostische Grundlage dar, denn ein Abweichen von der einmal vorgegeben Scan-Richtung kann bei der Untersuchung mit dem Panoramabild-Verfahren zu technischen Artefakten führen. Die transrektale Sonographie läßt bei Femurhalsfrakturen lediglich Aus-

sagen über Sekundärphänomene, wie z. B. perifokale Frakturhämatome zu. Eine direkte Darstellung eines Frakturspaltes ist aus anatomischen Gründen nicht möglich. Dies ist ein wichtiges diagnostisches Kriterium bei der Abgrenzung zur Fraktur der Hüftgelenkspfanne.

Acetabulumfrakturen können eventuell indirekt durch Ausschluß von Frakturen in differentialdiagnostisch relevanten Regionen des knöchernen Beckens (Hüfthöcker, kraniale Darmbeinsäule, Fall 12) in Verbindung mit der klinischen Symptomatik eingegrenzt werden. Gegenüber der Röntgen-Untersuchung des Acetabulum bringt das sonographische Verfahren zudem den Vorteil der geringeren Gefährdung des Patienten (stehend und in Narkose) und der technischen Ausstattung (Patient stehend) und ist deshalb vor weiteren Maßnahmen in Verbindung mit der transkutanen und u.U. transrektalen Untersuchung im B-Mode Verfahren empfehlenswert. Somit kann die Panoramabild-Technik bei Frakturen in der Acetabulum-Region entweder als Ergänzung der Röntgen-Untersuchung oder sogar als primäres Diagnostikum eingesetzt werden.

Bei Frakturen des Hüfthockers (Fälle 6 u. 9), der Darmbeinschaukel, der kranialen Darmbeinsäule (Fall 1) und des Sitzbeinhockers (Fall 2) kann die Röntgenuntersuchung im Stehen durch die Panoramabild-Technik weitgehend ersetzt werden. Das Panoramabild kann insbesondere bei Beckenrandfrakturen (Hüfthöcker, Darmbeinschaukel, Sitzbeinhöcker) der Röntgenuntersuchung überlegen sein, weil röntgenologisch im Stehen lediglich die peripheren Anteile der genannten Knochenvorsprünge des Beckens abbildbar sind. Der Frakturverdacht muß dann indirekt aufgrund einer im Vergleich zu kontralateralen Seite, d.h. zur normalen Röntgenanatomie veränderten Position des Knochenanteils gestellt werden (Fall 2). Ein direkter röntgenologischer Nachweis des Frakturspaltes im Stehen gelang bei der Untersuchung der Beckenrandfrakturen der vorliegenden Studie nicht.

## Literatur

- Davenport-Doodall C. L. M. und M. W. Ross (2004): Scintigraphic abnormalities of the pelvic region in horses examined because of lameness or poor performance: 128 cases (1993-2000). *J Am Vet Med Assoc.* 224, 88-95
- Haussler K. K. und S. M. Stover (1998): Stress fractures of the vertebral lamina and pelvis in Thoroughbred racehorses. *Equine Vet J* 30, 374-381
- Kriz N. G. und J. S. Boyd (1999): Das Panoramabildverfahren in der Ultraschalldiagnostik beim Pferd: Klinische Erfahrungen bei über 300 Pferden. *Pferdeheilkunde* 15, 129-138
- May S. A., L. J. Patterson, P. J. Peacock und G. B. Edwards (1991): Radiographic technique for the pelvis in the standing horse. *Equine Vet J* 23, 312-314
- May S. A. und L. J. Harrison (1994): Radiography of the hip and pelvis. *Equine Vet. Edu.* 6, S 152-158
- Nowak M. und S. Tietje (1999): Krankheiten des Schädels, der Wirbelsäule und des Beckens. In: Dietz, O. u. B. Huskamp (Hrsg.): *Handbuch Pferdepraxis.* 2. Auflage, Verlag Enke, Stuttgart, S. 773-775
- Pilsworth R. C. (2003): Diagnosis and Management of Pelvic Fractures in the Thoroughbred Racehorse. In: *Diagnosis and Management of Lameness in the Horse.* Saunders, Philadelphia, London S. 484-490
- Shepherd M. C. und R. C. Pilsworth (1994): The use of ultrasound in the diagnosis of pelvic fractures. *Equine Vet Edu* 6, 223
- Sutton D. G. M., J. S. Boyd und N. G. Kriz (1998): Ultraschallanatomie der equinen Rück- und Beckenregion: ein panoramischer Ansatz. *Proceedings 5th Annual Conference of the European Association of Veterinary Diagnostic Imaging.* Poster Presentation P 8
- Tomlinson J. E., A. M. Sage, T. A. Turner und D. A. Feeney (2001): Detailed ultrasonographic mapping of the pelvis in clinically normal horses and ponies. *Am J Vet Res* 62, 1768-1775

Dr. Florian Geburek  
Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover  
Klinik für Pferde  
Bischofsholer Damm 15, 30173 Hannover  
Florian.Geburek@TiHo-Hannover.de