

Erhebung zu Häufigkeit und Verlauf von Herzerkrankungen bei Reitpferden - Teil 2: Klinische und echokardiographische Verlaufsuntersuchung

Heidrun Gehlen¹, Anja Goltz¹, Karl Rohn² und Peter Stadler¹

Klinik für Pferde¹ und Institut für Biometrie, Epidemiologie und Informationsverarbeitung² der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover

Zusammenfassung

Bei 80 Pferden mit Herzbefunden wurden klinische, elektro- und echokardiographische Nachuntersuchungen im Abstand zur Erstuntersuchung von durchschnittlich vier Jahren durchgeführt (2-11 Jahre). Von diesen Pferden wiesen ca. 2/3 eine oder mehrere Herzklappenrückflüsse und ca. 1/3 Herzrhythmusstörungen, zum Teil kombiniert mit Herzklappenrückflüssen, auf. 24 Pferde zeigten bei der Erstuntersuchung einen Mitralklappenrückfluss, acht Pferde einen Aortenklappenrückfluss, sechs Pferde einen Trikuspidalklappenrückfluss, 13 Pferde einen Mitralklappen- und Trikuspidalklappenrückfluss und 10 Pferde hatten entweder einen Aorten- und Mitralklappenrückfluss ($n = 6$) oder mehr als 2 Klappenbefunde ($n = 4$). Die übrigen Pferde hatten Vorhofflimmern ($n = 10$) neben einer oder mehreren Herzklappenrückflüssen oder lediglich Herzrhythmusstörungen (Vorhofflimmern: $n = 3$, Extrasystolen: $n = 5$) bzw. einen Ventrikelseptumdefekt ($n = 1$). Klinisch zeigten - mit Ausnahme von zwei Pferden - alle Pferde sowohl bei der Erst- als auch bei der Nachuntersuchung ein ungestörtes Allgemeinbefinden. Bei 31 von 65 nachuntersuchten Pferden mit Herzgeräuschen war der Auskultationsbefund bei der Nachuntersuchung unverändert. Bei acht Pferden war das Herzgeräusch lauter geworden und 16 Pferde hatten ein zusätzliches Herzgeräusch auf der jeweils anderen Körperseite entwickelt. Echokardiographisch trat bei den 80 nachuntersuchten Pferden lediglich eine tendenzielle, nicht signifikante, Vergrößerung des linken und des rechten Vorhofs, des linken Ventrikels sowie der Aorta auf. Der linke Ventrikel von Pferden mit Aortenklappenrückfluss ($n = 8$), sowie der linke Ventrikel und der linke Vorhof von Pferden mit Mitralklappen- und Aortenklappenrückfluss ($n = 6$) vergrößerte sich dagegen im Untersuchungszeitraum signifikant. Auffällige Verschlechterungen sowohl der klinischen als auch der echokardiographischen Befunde traten nur bei vier Pferden auf. Sogar 26 Pferde zeigten mit einem großen Untersuchungsabstand zur Erstuntersuchung (6-11 Jahre) keine signifikante Verschlechterung der kardialen Befunde. Die meisten dieser Pferde wurden nach der Erstuntersuchung weiterhin reitlerisch genutzt wie zuvor. Die Studie zeigte, dass einerseits nur bei ganz wenigen Pferden eine klinisch manifeste Progression der Herzbefunde erkennbar war und diese andererseits nicht im Zusammenhang mit der Dauer der Erkrankung stand. Außerdem wurde klar, dass Reitpferde mit kleinen Rückflüssen ohne bedeutsame Dimensionsveränderungen und ohne Leistungsinsuffizienz weiterhin auf dem gewohnten Niveau trainiert werden sollten, da sich kontinuierliches Training auf gleich bleibendem Niveau mit hoher Wahrscheinlichkeit positiv auf den kardiologischen Zustand auswirkt bzw. nicht zu bedeutsamen Verschlechterungen der Befunde geführt hat. Diese Pferde sollten allerdings regelmäßig kardiologisch nachuntersucht werden, da in Einzelfällen deutliche Verschlechterungen des Herzstatus vorkommen können. Da es sich bei dem Patientengut dieser Arbeit vornehmlich um Freizeit-, Dressur- und Springpferde handelte, die üblicherweise nicht so stark gefordert werden wie z.B. Vielseitigkeitspferde, bleibt die Entwicklung von Herzbefunden bei Warmblutpferden, die bis an die Leistungsgrenze gefordert werden, unklar. Bis dazu spezielle Untersuchungen vorliegen, sollte der Einsatz mit Spitzenleistungen im Vielseitigkeitssport weiterhin restriktiv gehandhabt werden, um Gefährdungen von Reiter und Pferd auszuschließen.

Schlüsselwörter: Pferd, Herzerkrankung, Verlaufsuntersuchung, Echokardiographie, Nutzung

A survey of the frequency and development of heart disease in riding-horses - Part 2: clinical and echocardiographic follow-up examination

In 80 horses a clinical, electrocardiographical and echocardiographic follow up examination was possible. At the first examination 24 of these horses had a mitral valve insufficiency, eight an aortic valve insufficiency, six a tricuspid valve insufficiency, 13 a mitral- and tricuspid valve insufficiency and ten an aortic- and mitral valve insufficiency ($n = 6$) or more than 2 regurgitations ($n = 4$). The remaining horses had atrial fibrillation ($n = 10$) combined with heart valve regurgitations or solely cardiac arrhythmias (atrial fibrillation: $n = 3$, extra systoles: $n = 5$) or a ventricular septal defect ($n = 1$). The interval between the two examinations of these 80 horses ranged between two and eleven years. The mean age of the horses at the time of the second examination was 13.5 years. With the exception of two horses all horses had no clinical problems both at the time of the first examination and at the second. In 31 of 65 horses with heart murmurs the results of the auscultation at the second examination were unchanged. In eight horses the heart murmur was louder and 16 horses had developed an additional heart murmur at the other side of the body. After the echocardiography of the 80 re-examined horses there were almost exclusively changes in the B-Mode values. In all there was a tendency of left and right atrial, left ventricular and aortic enlargement. Within the period of the examinations there was on the other hand a significant enlargement of the left ventricle in the horses with aortic valve regurgitation ($n = 8$), and of the left ventricle and the left atrium in the horses with mitral- and aortic valve regurgitation ($n = 6$). In most of the re-examined 80 horses there was only mild deterioration in the low- and medium-degree heart disease. Only four horses demonstrated noticeable deterioration both in the clinical as well as in the echocardiographic results. Even the 26 horses with a long interval of six to eleven years between the examinations did not show a significant deterioration of cardiac disease. Most of these 26 horses which were examined over a long period of time continued to be used in the same way after the first examination. In conclusion only very few horses showed a clinically manifest progression in heart disease and this progression was independent of the duration of disease. Also, we recommend that riding-horses with minor regurgitations and without significant changes in dimensions, or signs of exercise intolerance should continue to be trained at the accustomed level. We suggest that continued training at the same constant level is likely to have a

beneficial influence on the cardiac condition. However, affected horses should be cardiologically checked regularly, since it is possible that in isolated cases there could be a distinct deterioration of the heart condition. Since most of the patients in this study were pleasure-, dressage- and jumping horses, which were not usually put to such strenuous training as e.g. three-day-event horses, we cannot assess the development of heart disease in horses which are trained to the utmost limit. Until special examinations on this theme have been made one should continue to prevent such horses from taking part in top-grade eventing, in order to avoid hazard for rider and horse.

Keywords: horse, heart disease, follow-up examination, echocardiography, use

Einleitung

Die prognostische Einschätzung echokardiographisch diagnostizierter Herzklappenrückflüsse bei Warmblutpferden bereitet trotz des Einsatzes moderner Untersuchungsmethoden Schwierigkeiten, da nur wenige Verlaufsstudien dazu vorliegen (Köster 1996, Kriz et al. 2000, Michl 2001, Verdegaal et al. 2002, Gehlen et al. 2003).

In einer Arbeit von Michl (2001) wurde im Rahmen einer Verlaufsstudie an 33 Pferden mit Herzklappenrückflüssen im Untersuchungszeitraum von zwei bis acht Jahren bei allen Probanden eine signifikante Vergrößerung beider Vorhöfe, des rechten Ventrikels, der Aorta, des Rückflussvolumens sowie ein Anstieg der Rückflussgeschwindigkeit festgestellt. Diese Veränderungen haben sich jedoch nur bei wenigen Pferden auf die Leistung ausgewirkt.

Die Erfahrung der letzten Jahre hat gezeigt, dass die Empfehlung, Pferde mit Herzklappenrückflüssen oder Herzrhythmusstörungen generell als Reitpferd nicht mehr zu nutzen, den meisten Pferden wahrscheinlich nicht gerecht wird (Köster 1996, Kriz et al. 2000, Michl 2001, Verdegaal et al. 2002, Gehlen et al. 2003). Deshalb ist es erforderlich Verlaufsuntersuchungen herzkranker Pferde durchzuführen, um eine Vorstellung über mögliche Entwicklungen von Herzbefunden zu erhalten. Nur so kann ein Zusammenhang kardiologischer Befunde mit der Leistungsfähigkeit in der Zukunft geklärt werden. Dabei soll es langfristig möglich werden, Herzerkrankungen, die einen Einsatz als Reitpferd erlauben, von solchen, die eine Gefährdung von Pferd und Reiter bedeuten, abzugrenzen.

Zu diesem Zweck wurden einerseits im Rahmen einer Fragebogenaktion Daten erhoben (Teil 1) und andererseits Pferde unterschiedlichen Alters und verschiedener Nutzungsrichtungen in einem Zeitraum von zwei bis elf Jahren nach der kardiologischen Erstuntersuchung sowohl klinisch als auch mit der zweidimensionalen, konventionellen und der farbkodierten Echokardiographie nachuntersucht (Teil 2).

Material und Methode

Mit 80 Pferdebesitzern konnte in unterschiedlichem Abstand (2-11 Jahre) zur kardiologischen Erstuntersuchung ein Termin für eine weitere kardiologische Nachuntersuchung vereinbart werden. Somit wurden in dieser Studie Pferde nachuntersucht, die bereits bekanntermaßen kardiologische Befunde aufwiesen. Das Durchschnittsalter der Pferde betrug bei der Erstuntersuchung $9,4 \pm 3,7$ Jahre und bei der Nachuntersuchung $13,5 \pm 5,2$ Jahre. Das mittlere Gewicht bei der Nachuntersuchung betrug $590,1 \pm 67,5$ kg und die mittlere Größe $166,5 \pm 0,1$ cm. Bei den meisten nachuntersuchten Pfer-

den ($n = 39$; 49%) handelte es sich um Wallache. Weiterhin wurden 27 Stuten (34%) und 14 Hengste (17%) untersucht. Die am häufigsten untersuchten Rassen waren Hannoveraner ($n = 30$; 38%) und Trakehner ($n = 12$; 15%). Bei den übrigen Pferden handelte es sich um Warmblutpferde anderer Rassen (Hessen, Holsteiner, Rheinländer, Westfalen; $n = 32$), sowie Araber ($n = 4$) und Friesenpferde ($n = 2$).

Alle Pferde wurden erneut einer klinischen Allgemeinuntersuchung, einer speziellen Herz- und Kreislaufuntersuchung sowie einer elektro- und echokardiographischen Untersuchung unterzogen. Darüberhinaus wurden alle Besitzer, bezüglich der reiterlichen Nutzung bzw. der Leistungsfähigkeit ihrer Pferde im Untersuchungszeitraum befragt.

Echokardiographische und elektrokardiographische Untersuchung

Die echokardiographischen Untersuchungen wurden mit dem Farbdopplergerät „Vingmed 600 E“ der Firma Dasonics Sonotron, Garching mit einem 3,5 MHz-Phased-Array-Schallkopf durchgeführt. Während der echokardiographischen Untersuchung wurde simultan ein Elektrokardiogramm in Form einer bipolaren Brustwandableitung aufgezeichnet.

Die echokardiographischen Untersuchungen erfolgten im B- und M-Mode und mit der gepulsten und farbkodierten Dopplertechnik (Stadler et al. 1992, Stadler et al. 1993). Mit Hilfe der B-Mode Technik erfolgte die Vermessung der Herzdimensionen (rechte und linke kaudale lange Achse), mit Hilfe der M-Mode Technik wurde lediglich die Verkürzungsfraction der linksventrikulären Muskulatur (FS%) bestimmt.

Mit der Doppler-Echokardiographie wurden alle Herzklappen auf pathologische Rückflüsse untersucht und von physiologischen Regurgitationen (klappenschlussassoziierter Blutstrom mit Geschwindigkeiten < 2 m/sec.) abgegrenzt. Wenn nachfolgend die Rede von Klappenrückflüssen ist, sind damit pathologische Rückflüsse gemeint.

Bei allen Klappenrückflüssen wurde die Vena contracta (hämodynamisch relevantes Ostium der Regurgitation), die maximale Rückflussgeschwindigkeit (V_{max}), das Geschwindigkeits-Zeit-Integral (VTI) und das Rückflussvolumen vermessen bzw. berechnet (Fehske 1988, Gehlen et al. 1997).

Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit dem Computerstatistikprogramm SAS. Alle Werte waren normal verteilt. Es wurde der gepaarte T-test angewendet. Für die Irrtums-

wahrscheinlichkeit p wurde $p < 0,05$ als signifikant festgelegt. Um eine eventuell vorhandene Abhängigkeit der Entwicklung der Herzbefunde von verschiedenen Faktoren wie dem Alter, dem Untersuchungsabstand zwischen den beiden Untersuchungen sowie der Nutzung der Pferde zu überprüfen, wurden die Pferde in verschiedene Gruppen eingeteilt und jeweils die Veränderungen der kardiologischen Befunde der einzelnen Gruppen mit Hilfe des REGWQ-Tests auf signifikante Unterschiede untersucht.

Ergebnisse

Ergebnisse der Erstuntersuchung

Die 80 Pferde wurden mit Verdacht auf eine Herzerkrankung ($n = 25$), aufgrund von zufälligen Auskultationsbefunden (Herzgeräusch, -arrhythmie, $n = 20$) oder aufgrund bereits bekannter Auskultationsbefunde zur speziellen Herzuntersuchung vorgestellt.

Vorberichtlich wiesen 15 der 80 Pferde zum Zeitpunkt der Erstuntersuchung einen Leistungsabfall auf. Dabei wurden 22 Pferde im Spring-/oder Dressursport der Klassen E-L und zehn Pferde in den Klassen M und S eingesetzt. 23 Pferde waren Freizeitpferde oder wurden gerade erst angeritten und 3 Pferde wurden im Distanzsport genutzt. Bei 22 Pferden wurden keine Angaben zur Nutzung gemacht.

Das Allgemeinbefinden war lediglich bei einem Pferd mit Aortenklappenrückfluß und bei einem Pferd mit Vorhofflimmern und Unterbauch-/ Unterbrustödem gestört.

Bei 62 Pferden wurden auskultatorisch Herzgeräusche und bei 18 Pferden Herzrhythmusstörungen festgestellt. Insgesamt traten 53 der 62 Herzgeräusche in der Systole mit dem Punktum Maximum über der Mitral- und/oder Trikuspidalklappe auf.

Elektrokardiographisch wurde bei 13 Pferden Vorhofflimmern, bei vier Pferden atriale Extrasystolen und bei einem Pferd ventrikuläre Extrasystolen festgestellt. Die übrigen 62 Pferde waren elektrokardiographisch unauffällig. Neun Pferde mit Vorhofflimmern zeigten zusätzlich Rückflüsse an einer oder mehreren Herzklappen.

Echokardiographisch wurden bei 61 Pferden Klappenrückflüsse festgestellt. Dabei traten am häufigsten Rückflüsse an der Mitralklappe ($n = 24$) zum Teil auch kombiniert mit Rückflüssen an der Aorten- ($n = 6$) oder Trikuspidalklappe ($n = 13$) auf (Tab. 1).

Ergebnisse der Nachuntersuchung

Untersuchungszeitraum

Die Nachuntersuchung erfolgte im Mittel $4,1 \pm 1,9$ Jahre nach der Erstuntersuchung (Tabelle 2).

Nutzung der Pferde im Beobachtungszeitraum

43% (28 Pferde) der Pferde mit Klappenrückflüssen wurden auch nach der Erstuntersuchung noch im Turniersport einge-

Tab 1 Herzbefunde von 80 Pferden bei der kardiologischen Erst- (U1) und Nachuntersuchung (U2).

Cardiac findings at the first (U1) and follow up (U2) examination in 80 horses.

Herzbefund	U1	U2
	Anzahl Pferde	Anzahl Pferde
Klappenerkrankung		
Gesamt	61	67
MVI	24	22
AVI	8	8
TVI	6	3
MVI + AVI	6	13
MVI + TVI	13	13
> 2 Herzklappen	4	8
Rhythmusstörung		
Gesamt	18	12
VF	13	10
aES	4	1
vES	1	1
VSD	1	1

Legende zu den Tabellen 1-10:

U1	=	Erstuntersuchung
VF	=	Vorhofflimmern
U2	=	Nachuntersuchung
ES	=	Extrasystolen
MVI	=	Mitralklappenrückfluß
VSD	=	Ventrikelseptumdefekt
TVI	=	Trikuspidalklappenrückfluß
AVI	=	Aortenklappenrückfluß
LA	=	linkes Atrium
AO	=	Aorta
LV	=	linker Ventrikel
RA	=	rechtes Atrium
d	=	diastolisch
P.M.	=	Punktum Maximum
MV	=	Mitralklappe
TV	=	Trikuspidalklappe
AV	=	Aortenklappe
aES	=	atriale Extrasystole
vES	=	ventrikuläre Extrasystole
KI	=	Herzklappenrückfluß

Legend to table 1-10:

U1	=	first exam
U2	=	second (follow-up) exam
MVI	=	mitral valve regurgitation
VF	=	atrial fibrillation
TVI	=	tricuspid valve regurgitation
ES	=	extra systoles
AVI	=	aortic valve regurgitation
VSD	=	ventricular septal defect
LA	=	left atrium
AO	=	aorta
LV	=	left ventricle
RA	=	right atrium
d	=	diastolic
KI	=	heart valve regurgitation
P.M.	=	punctum maximum
MV	=	mitral valve
TV	=	tricuspid valve
A	=	aortic valve
aES	=	atrial Extra systoles
vES	=	ventricular extra systoles

Tab 2 Untersuchungsintervalle zwischen der kardiologischen Erst- und Nachuntersuchung bei 80 Pferden.
Interval of examinations between the first and the follow-up examination in 80 horses.

	Untersuchungsintervall		
	2-3 Jahre	4-5 Jahre	6-11 Jahre
Anzahl der Pferde	35	19	26

Tab 3a Nutzung von 80 Pferden im Beobachtungszeitraum von Δ 4 Jahren (U1 = Erst-, U2 = Nachuntersuchung).
Use of 80 horses with cardiac findings at the first (U1) and second (U2 = follow-up) examination.

Nutzung	U1	U2
	Anzahl Pferde	Anzahl Pferde
Turniersport M/S	10	10
Turniersport E-L	23	18
Distanzreiten	3	2
Freizeit	23	28
keine Nutzung	-	1
unbekannt	21	21

Tab 3b Nutzungsänderung von 80 Pferden mit Herzbefunden nach Diagnosestellung eines kardiologischen Befundes.
Changes in use of 80 horses with cardiac findings at the first (U1) and second (U2 = follow-up) examination.

Nutzungsänderung	Anzahl (n)
gleiche Belastung	34
geringere Belastung	14
stärkere Belastung	11
unbekannt	21

setzt (18 Pferde im Spring-/oder Dressursport der Klassen E-L, zehn Pferde in den Klassen M und S). 28 Pferde wurden als Freizeitpferde und ein Pferd als Weidepferd genutzt (Tab. 3a). Dabei wurden 34 Pferde gleich stark belastet wie vor der Erhebung kardialer Befunde, 14 Pferde wurden weniger stark belastet und 11 Pferde wurden sogar stärker belastet (Tab. 3b). Bei 21 Pferden wurden vom Besitzer keine Angaben zur Nutzung bzw. Nutzungsänderung gemacht.

Klinische Befunde der Nachuntersuchung

Bei der Nachuntersuchung zeigten im Vergleich zur Erstuntersuchung keine weiteren Pferde einen für die Besitzer erkennbaren Leistungsabfall. Fast alle nachuntersuchten Pferde ($n = 78$) zeigten ein ungestörtes Allgemeinbefinden. Lediglich ein Pferd mit Vorhofflimmern zeigte bei der Nachuntersuchung nach 5 Jahren ein Unterbauchödem und eine Ruhetachykardie, Befunde die bei der Erstuntersuchung nicht vorlagen. Ein weiteres

Tab 4 Entwicklung der Herzgeräusche bei 65 Pferden zwischen der Erst- und Nachuntersuchung nach Δ 4 Jahren.
Development of heart murmurs in 65 horses between first and follow-up examination.

Anzahl der Pferde	Geräusch unverändert	Geräusch leiser	Geräusch lauter	zusätzliches Geräusch	Geräusch nicht mehr vorhanden
$n = 65$ (%)	31 (47,7)	7 (10,8)	8 (12,3)	16 (24,6)	3 (4,6)

Pferd mit einem Aortenklappenrückfluss hatte nach 8 Jahren weiterhin, wie bei der Erstuntersuchung, eine deutlich erhöhte Atemfrequenz und ein Unterbrust- und Unterbauchödem.

Bei der Nachuntersuchung traten die meisten Herzgeräusche (55 von 68) systolisch mit Punktum maximum über der Mitral- und/oder Trikuspidalklappe auf.

Bei 31 Pferden blieb das Herzgeräusch im Untersuchungszeitraum unverändert (Tab. 4). Bei 8 Pferden wurde es lauter, bei 7 Pferden leiser und bei 16 Pferden trat ein weiteres Herzgeräusch hinzu. Von diesen 16 Pferden hatten 11 Pferde bei der Erstuntersuchung einen Mitralklappenrückfluss, 2 Pferde einen Aortenklappenrückfluss, 2 Pferde einen Trikuspidalklappenrückfluss und ein Pferd einen Mitral- und Trikuspidalklappenrückfluss.

Elektrokardiographische Befunde der Nachuntersuchung

Bei der Nachuntersuchung wiesen noch zehn von 13 Pferden Vorhofflimmern auf, nachdem drei Pferde erfolgreich mit Chinidinsulfat therapiert worden waren. Zwei der 13 Pferde zeigten nach zunächst erfolgreicher Therapie des Vorhofflimmerns bei der Nachuntersuchung ein Rezidiv. Ein Pferd wurde erfolgreich therapiert und bei den übrigen 7 Pferden wurde aufgrund einer ungünstigen Prognose (deutliche Vorhofdilatation von > 14 cm) oder auf Wunsch der Besitzer auf eine Therapie verzichtet.

Drei Pferde, die bei der Erstuntersuchung ausschließlich Vorhofflimmern gezeigt hatten, wiesen bei der Nachuntersuchung zusätzlich Rückflüsse an einer oder mehreren Herzklappen auf.

Von vier Pferden, die bei der Erstuntersuchung atriale Extrasystolen im Ruhe-EKG aufwiesen, waren bei der Nachuntersuchung zwei Pferde im EKG unauffällig, zeigten jedoch Rückflüsse an einer oder mehreren Herzklappen (Tab. 5).

Echokardiographische Befunde der B-Mode-Nachuntersuchung

Wie bei der Erstuntersuchung zeigten insgesamt 61 Pferde bei der Nachuntersuchung echokardiographisch feststellbare Klappenrückflüsse (Tab. 1, 6).

Im Durchschnitt vergrößerten sich die Durchmesser des linken und rechten Atriums, des linken Ventrikels und der Aorta der 61 Pferde mit Herzklappenrückflüssen im Untersuchungszeitraum zwischen Erst- und Nachuntersuchung lediglich tendenziell (Tab. 7). Die Beobachtung von speziellen Klappenbefunden zeigte dagegen, dass sich der linke Ventrikel sowohl von Pferden mit einem Aortenklappenrückfluss als auch von Pferden mit Mitral- und Aortenklappenrückfluss und der linke

Tab 5 Veränderung der kardiologischen Befunde im Beobachtungszeitraum von Δ 4 Jahren (U1 = Erst-, U2 = Nachuntersuchung) bei 18 Pferden mit Herzarrhythmien bei der Erstuntersuchung. *Development of cardiac findings between the first and the follow-up examination in 27 horses with cardiac arrhythmias.*

U1	Anzahl Pferde		U2	Anzahl Pferde
			VF	(n = 1)
VF	(n = 4)	⇒	VF + KI	(n = 2)
			KI	(n = 1)
VF + KI	(n = 9)	⇒	VF + KI	(n = 7)
			KI	(n = 2)
aES	(n = 4)	⇒	aES	(n = 1)
			KI	(n = 2)
			vES + KI	(n = 1)
vES + KI	(n = 1)	⇒	KI	

Tab 6 Veränderung der kardiologischen Befunde im Beobachtungszeitraum von Δ 4 Jahren (U1 = Erst-, U2 = Nachuntersuchung) bei 61 Pferden mit Klappenrückflüssen bei der Erstuntersuchung. *Development of cardiac findings between the first and the follow-up examination in 61 horses with heart valve regurgitations at the first exam.*

U1	Anzahl Pferde		U2	Anzahl Pferde
			MVI	(n = 14)
MVI	(n = 24)	⇒	MVI + TVI	(n = 5)
			MVI + AVI	(n = 3)
			> 2 KI	(n = 2)
AVI	(n = 8)	⇒	AVI	(n = 5)
			MVI	(n = 1)
			MVI + AVI	(n = 1)
			> 2 KI	(n = 1)
TVI	(n = 6)	⇒	TVI	(n = 2)
			MVI	(n = 1)
			MVI + TVI	(n = 1)
			> 2 KI	(n = 2)
MVI + AVI	(n = 6)	⇒	MVI + AVI	(n = 6)
MVI + TVI	(n = 13)	⇒	MVI + TVI	(n = 5)
			MVI	(n = 6)
			TVI	(n = 1)
			MVI + AVI	(n = 1)
> 2 KI	(n = 4)	⇒	MVI + AVI	(n = 2)
			> 2 KI	(n = 2)

Vorhof von Pferden mit Mitralklappenrückfluss bei der Nachuntersuchung signifikant vergrößert hatten (Tab. 8, 9). Lediglich 3 von 10 Pferden mit Vorhofflimmern entwickelten im Untersuchungszeitraum eine Mitralklappeninsuffizienz. Der linke Vorhofdurchmesser vergrößerte sich bei diesen drei Pferden von $13,2 \pm 1,3$ auf $14 \pm 0,6$ cm.

Einzelfallbetrachtungen

Nur bei zwei Pferden mit Mitralklappenrückflüssen veränderten sich die Dimensionen des linken Atriums deutlich. Bei einem dieser Pferde vergrößerte sich der linke Vorhof in 3 Jahren um 1,8 cm von 13,6 cm auf 15,2 cm und bei dem anderen in 6 Jahren um 1 cm von 13,4 cm auf 14,4 cm. Alle Pferde mit deutlichen Dimensionsveränderungen des linken Vorhofes wurden von ihren Besitzern zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung als beschwerdefrei beschrieben.

Dagegen zeigten drei Pferde mit Aortenklappenrückflüssen und Vergrößerung des linken Ventrikels deutliche Symptome. Die Besitzer gaben an, dass ihre Pferde eine verlängerte Erholungszeit, vermehrtes Schwitzen nach Belastung und Leistungsabfall zeigten. Atembeschwerden sowie Unterbrust- und bauchödeme traten zeitweise bei zwei Pferden auf. Die Ventrikeldurchmesser nahmen in 2 Jahren um 2 cm (von 9,9 auf 11,9 cm) bzw. 0,7 cm (von 13,8 auf 14,5 cm) zu. Das dritte Pferd mit Aortenklappenrückfluss hatte außerdem einen Mitralklappenrückfluss. Der Durchmesser des linken Ventrikels dieses Pferdes vergrößerte sich innerhalb von zwei Jahren um 1 cm (von 14,0 auf 15,0 cm).

Echokardiographische Befunde der M-Mode-Nachuntersuchung

Die Verkürzungsfraction des linken Ventrikels (FS %) veränderte sich bei allen 80 Pferden mit unterschiedlichen Herzbefunden nicht signifikant.

Befunde der konventionellen und farbkodierten dopplerechokardiographischen Nachuntersuchung

Weder die Vena contracta (häodynamisch relevantes Ostium der Regurgitation) noch die maximale Rückflussgeschwindigkeit (V_{max}), das Geschwindigkeits-Zeit-Integral (VTI) oder das Rückflussvolumen (DV) der jeweils betroffenen Herzklappe veränderte sich bei den 61 Pferden mit Herzklappenrückflüssen im Zeitraum von zwei bis elf Jahren signifikant.

Tab 7 Entwicklung der durchschnittlichen Größe von linkem und rechtem Atrium (LA, RA), Aorta und linkem Ventrikel (LV) im Beobachtungszeitraum (U1 = Erst-, U2 = Nachuntersuchung) bei 61 Pferden mit Herzklappenrückflüssen. *Mean left and right atrial, left ventricular and aortic at the U1 = first exam and U2 = follow-up exam, in 61 horses with heart valve regurgitations.*

	Pferdezahl n	LA (cm) ($\bar{x} \pm s$)	RA (cm) ($\bar{x} \pm s$)	Aorta (cm) ($\bar{x} \pm s$)	LV (cm) ($\bar{x} \pm s$)
U1	61	$13,1 \pm 1,1$	$7,9 \pm 1,0$	$7,8 \pm 0,7$	$12,4 \pm 1,9$
U2	61	$13,5 \pm 1,1$	$8,5 \pm 1,1$	$8,1 \pm 0,7$	$12,9 \pm 1,0$

Tab 8 Veränderung der linken Vorhofgröße im Beobachtungszeitraum von Δ 4 Jahren (U1 = Erst-, U2 = Nachuntersuchung) bei 24 Pferden mit Mitralklappeninsuffizienz.

Development of the left atrium between U1 = first exam and U2 = follow-up exam, in 24 horses with mitral valve regurgitations.

U1	Anzahl Pferde		U2	Anzahl Pferde
LA < 13,5 cm	(n = 15)	⇒	LA < 13,5 cm	(n = 10)
			LA > 13,5 < 14 cm	(n = 1)
			LA > 14 cm	(n = 4)
LA > 13,5 < 14 cm	(n = 3)	⇒	LA > 13,5 < 14 cm	(n = 1)
			LA > 14 cm	(n = 2)
LA > 14 cm	(n = 6)	⇒	LA < 13,5 cm	(n = 1)
			LA > 14 cm	(n = 5)

Tab 9 Entwicklung der im B-Mode ermittelten Herzdimensionen bei unterschiedlichen Herzklappenbefunden nach durchschnittlich 4 Jahren

Changes of heart dimensions (B-Mode) between the first (U1) and the follow-up examination (U2) after a mean time period of 4 years.

Messung	U1		U2		p
	MVI + AVI (n = 6)		MVI + AVI (n = 6)		
LA _d	13,1 ± 1,3		13,1 ± 1,8		n.s.
AO _d	7,7 ± 0,6		7,9 ± 0,9		n.s.
LV _d	12,6 ± 1,8		13,5 ± 1,2		< 0,05
	MVI + TVI (n = 13)		MVI + TVI (n = 5)		
LA _d	12,9 ± 1,2		13,8 ± 1,3		< 0,5
RA _d	8,3 ± 0,8		9,4 ± 0,5		n.s.
	MVI + TVI (n = 13)		MVI (n = 6)		
LA _d	13,2 ± 1,5		13,7 ± 0,8		n.s.
	AVI (n = 8)		AVI (n = 5)		
AO _d	7,7 ± 0,8		7,9 ± 0,5		n.s.
LV _d	11,5 ± 1,5		12,8 ± 1,1		< 0,05

Tab 10 Größenänderung des linken Atriums (LA) zwischen Erst-(U1) und Nachuntersuchung (U2) bei 43 Pferden mit einem bzw. mehreren Rückflüssen an der Mitralklappe.

Changes of left atrial dimensions (B-Mode) between the first (U1) and the follow-up examination (U2) in 43 horses with one or more regurgitations at the mitral valve.

Pferdezahl (n)	Ø LA (cm)	
	U1	U2
n = 33		
1 Rückfluss	13,4	13,9
n = 10		
2 Rückflüsse	13,3	14,2

Einfluss verschiedener Parameter auf die Entwicklung sonographischer Ergebnisse bei Pferden mit Herzklappenrückflüssen

In der vorliegenden Studie lag keine statistisch signifikante Abhängigkeit der B-Mode-, M-Mode- und CW-Doppler-Werte vom Untersuchungsabstand, der Nutzung sowie dem Alter vor. Nur bei Pferden, die im Untersuchungszeitraum als Freizeitpferde genutzt wurden (n = 9) vergrößerte sich der linke Vorhof gegenüber den Turnierpferden (n = 9) signifikant (Abb. 1).

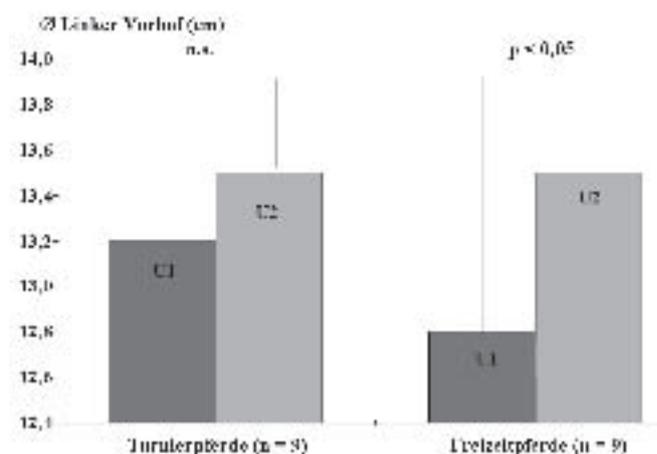


Abb 1 Größenänderung des linken Vorhofes im Untersuchungszeitraum von Δ \geq 4 Jahren bei 9 Turnier- und 9 Freizeitpferden mit Herzklappeninsuffizienzen, die während des Untersuchungszeitraumes (U1 = Erstuntersuchung, U2 = Nachuntersuchung) gleich genutzt wurden (Vergleich von Turnier- und Freizeitpferden).

Development of the left atrium after a time period of about 4 years in 9 pleasure and 9 sport horses with heart valve regurgitations (U1 = first exam, U2 = follow-up exam).

Die Befunde der klinischen Untersuchung und die echokardiographischen Befunde der 61 Pferde mit Herzklappenrückflüssen hatten sich überwiegend bei den älteren Pferden zwischen 14- und 17 Jahren (12 von 16, 75%) verschlechtert.

Diskussion

Bei der Untersuchung von Pferden mit Verdacht auf Herzerkrankungen ist die Herzauskultation auch heute noch eine bedeutsame klinische Untersuchungsmethode. Damit werden Herzarrhythmien und Herzgeräusche erkannt (Stadler 1992, Blissitt und Bonagura 1995b, Reef 1995). Auch bei den hier kardiologisch mehrfach untersuchten Pferden waren bei 76 % Herzgeräusche und bei 23 % Herzarrhythmien auskultierbar. Dabei zeigten, wie auch in der Studie von Verdegaal et al. (2002), die meisten der Pferde mit Herzgeräuschen ein systolisches (86%). Echokardiographisch wurden etwa 80% aller Herzklappenrückflüsse an den Atrioventrikularklappen (systolisches Geräusch) und etwa 20% der Rückflüsse an den Semilunarklappen (diastolisches Geräusch) festgestellt. Das bedeutet, dass lediglich bei 6 % der Pferde die Auskultationsbefunde nicht mit den echokardiographischen Ergebnissen übereinstimmten. Somit ist in den meisten Fällen die betroffene Herzklappe auskultatorisch erkennbar.

Da Herzgeräusche in Bezug auf die Lautstärke dynamisch sein können, wurde untersucht, wie und weshalb sie sich im Beobachtungszeitraum verändern. In der vorliegenden Studie waren die Herzgeräusche bei der Nachuntersuchung lediglich bei 31 von 61 Pferden unverändert. Bei den übrigen Pferden waren sie entweder nicht mehr vorhanden, lauter oder leiser geworden oder es waren Herzgeräusche hinzugekommen. Gegenüber den Beobachtungen an klinisch gesunden Rennpferden, bei denen es trainingsbedingt zu einem vermehrten Auftreten von systolischen Herzgeräuschen durch Rückflüsse an der Mitral- oder Trikuspidalklappe kam (Buhl et al. 2005b, Patteson und Cripps 1993, Kriz et al. 2000, Young und Wood 2000, 2003, Young 1999, Young et al. 2005, Martin et al. 2000), konnten die neu entstandenen Herzgeräusche der Warmblutpferde dieser Arbeit (ca. 23%) nicht auf eine vermehrte, bzw. erstmalige sportliche Nutzung zurückgeführt werden. Das Durchschnittsalter dieser Pferde mit neu entstandenen Herzgeräuschen war mit 12 Jahren deutlich höher als das durchschnittliche Alter der Vollblutrennpferde (2 Jahre) und der Trabrennpferde (4 Jahre) aus den Studien von Young und Wood (2000) sowie Buhl et al. (2005a). Die Ursache der Entstehung von zusätzlichen Herzgeräuschen bei Warmblutpferden mit bereits bekanntem Klappenrückfluss ist noch unklar. Sie könnte auf Veränderungen einzelner Herzdimensionen mit Beeinflussung der Herzostien beruhen.

In der vorliegenden Studie wurden jedoch nur tendenziell an einigen Lokalisationen Zunahmen der Herzdimensionen festgestellt, die sich klinisch nicht auswirkten. Derartige Dimensionsveränderungen scheinen somit nicht zwangsläufig zu einer klinisch bedeutsamen Herzerkrankung mit einer erkennbaren Leistungsbeeinträchtigung zu führen: Sechs Pferde dieser Studie wiesen sogar über einen Zeitraum von durchschnittlich 4,5 Jahren einen vergrößerten linken Vorhof von über 14 cm auf, und zeigten laut Besitzeraussage keine Krankheitssymptome, die auf eine Herzerkrankung zurückzuführen wären. Alle diese Pferde wurden sportlich bis zur Klas-

se L genutzt. In der Studie von Verdegaal et al. (2002) hingegen hatten alle Pferde mit Mitralklappenrückflüsse, die mit Leistungsabfall auffielen, bei der Erstuntersuchung einen vergrößerten linken Vorhof von über 14 cm gezeigt. Allerdings wurden diese Pferde durch einen Einsatz in den Turnierklassen M und S vermutlich stärker beansprucht als die Pferde mit einem vergrößerten linken Vorhof von über 14 cm in der vorliegenden Studie.

Die bisher vorliegenden Ergebnisse dieser und anderer Arbeiten lassen somit vermuten, dass dilatierte linke Vorhöfe von bis zu ca. 14 cm und eventuell auch darüber in Einzelfällen von Pferden toleriert werden können, insbesondere wenn sie nicht in schwereren Klassen gestartet werden.

Neben geringgradig vergrößerten Vorhöfen scheinen sich auch gering- bis mittelgradige Klappenrückflüsse bei Spring- oder Dressurpferden nicht leistungsbeeinträchtigend auszuwirken. Das entspricht Untersuchungen bei Galopp- und Trabrennpferden, die trotz geringgradiger Klappenrückflüsse gute Rennleistungen zeigten (Martin et al. 2000, Kriz et al. 2000, Buhl et al. 2005a).

Eine Abhängigkeit eventueller Veränderungen echokardiographischer Parameter vom Alter oder von dem Untersuchungsabstand wurde in dieser Arbeit wie auch in der Studie von Michl (2001) und in Studien aus der Humanmedizin (Kim et al. 1996) nicht festgestellt.

Dagegen zeigte die Nutzung der Pferde einen Einfluss auf die Entwicklung des linken Vorhofes. Bei Freizeitpferden entstand im Gegensatz zu den Turnierpferden, eine signifikante Vergrößerung des linken Vorhofs. Ob dieses Ergebnis bedeutet, dass bei konstantem Training auf dem Niveau eines Turnierpferdes eine Vorhofvergrößerung weniger wahrscheinlich eintritt oder ob die Belastung für das Pferd im Freizeitbereich eventuell unterschätzt wird kann mit Hilfe der vorliegenden Arbeit nicht beantwortet werden, da die Intensität der Belastung bei unterschiedlichen Nutzungen nicht ausreichend untersucht werden konnte. Bei Rennpferden fanden einige Autoren bereits eine Abhängigkeit einzelner echokardiographischer Messwerte von der Art des Trainings. Dabei wurden allerdings nur Veränderungen im Bereich des linken Ventrikels gemessen (Young 1999, Art et al. 2004, Buhl et al. 2005a). Aus der Humanmedizin ist bekannt, dass kardiologische Patienten oftmals ein kontrolliertes Training absolvieren müssen (Belardinell et al. 1995) und körperliche Aktivität der Primärprävention koronarer Herzkrankheiten dient (Graf et al. 2004).

Die meisten Pferde der vorliegenden Arbeit, die im Untersuchungszeitraum eine Verschlechterung kardiologischer Befunde zeigten konnten dennoch unverändert sportlich genutzt werden. Das spricht entweder für eine positive Beeinflussung einer kardialen Erkrankung durch konstantes Training auf gleich bleibendem Niveau oder für die fehlende klinische Relevanz der hier festgestellten echokardiographischen Veränderungen.

Von den 15 Pferden mit Leistungsabfall bei der Nachuntersuchung hatten lediglich vier Pferde Vorhofflimmern. Die übrigen 9 Pferde mit Vorhofflimmern zeigten dagegen keinen Leistungsabfall. Ähnliche Angaben zur Häufigkeit der Leistungsbeeinträchtigung durch Vorhofflimmern werden in anderen

Studien genannt (Else und Holmes 1971, Muir und McGuirk, 1984, Deegen 1986, Reef 1988, Gehlen und Stadler, 2002). Das bedeutet, dass beim Reitpferd das Vorhofflimmern nur bei ca. 30% der betroffenen Pferde leistungslimitierend ist, obwohl festgestellt wurde, dass Warmblutpferde mit Vorhofflimmern gegenüber gesunden Pferden eine um ca. 20% höhere Herzfrequenz bei gleicher Arbeitsbelastung entwickeln (Deegen 1986). Ein Leistungsabfall wurde bis jetzt bei Vorhofflimmern hauptsächlich dann festgestellt, wenn eine erhebliche Vergrößerung des linken Atriums vorlag (Else und Holmes 1971, Muir und McGuirk 1984, Deegen 1986, Reef 1988, Gehlen und Stadler 2002).

In verschiedenen Studien wird als mögliche Ursache oder auch als Folge des Vorhofflimmerns ein Mitralklappenrückfluss gesehen. Dabei soll einerseits durch Volumenüberlastung des linken Atriums langfristig eine Überdehnung der Vorhofmyokardfasern mit Permeabilitätsstörung an der Zellmembran zu einer Veränderung des Ionenaustausches und schließlich zu Vorhofflimmern führen (Else und Holmes, 1971, Reef 1988). Andererseits kann durch eine starke Dilatation des Vorhofes eine Vergrößerung des Anulus fibrosus mit Auseinanderweichen der Mitralsegel und somit ein Ostium der Regurgitation entstehen. In der vorliegenden Untersuchung entwickelten jedoch nur 3 der insgesamt 13 nachuntersuchten Pferde mit Vorhofflimmern einen Mitralklappenrückfluss. Dabei kam es zu einer Vergrößerung des linken Vorhofdurchmessers um ca. 1 cm. Umgekehrt entwickelten sich im Untersuchungszeitraum bei keinem Pferd mit Mitralklappenrückfluss später Vorhofflimmern, obwohl 11 der 24 Pferde mit Mitralklappenrückfluss bereits zum Zeitpunkt der Erstuntersuchung einen vergrößerten linken Vorhof von über 14 cm aufwiesen. Damit lässt sich auf der Basis des hier verfügbaren Patientenmaterials ein Zusammenhang zwischen einem primären Mitralklappenrückfluss und dadurch verursachtem Vorhofflimmern nicht nachweisen. Keines dieser Pferde hatte jedoch eine Herzdekompensation bzw. eine hochgradige Dilatation von Vorhof und/oder Ventrikel. Das bedeutet, dass sich aus den hier vorliegenden Herzbefunden bei keinem Patienten eine schwerwiegende kardiologische Erkrankung entwickelt hat. Somit bleibt weiterhin ungeklärt, ob sich schwerwiegende Dekompensationen mit Kardiomegalie, bzw. kongestiver Herzerkrankung aufgrund von primären Herzklappenrückflüssen oder Vorhofflimmern entwickeln, ohne das zusätzlich Infektionen, hochgradige Elektrolytverschiebungen (z. B. bei primären Nieren- oder Darmerkrankungen, Erschöpfungssyndrom) oder andere Alterationen hinzukommen.

Solche Entwicklungen können bei den Pferden, die im Teil I dieser Studie (Gehlen et al. 2007a) aufgrund der schweren Herzerkrankung sofort nach der Erstuntersuchung euthanasiert wurden, zugrunde gelegen haben. Für die euthanasierten Pferde mit hochgradigen Herzerkrankungen liegt jedoch keine kardiologische Verlaufsuntersuchung vor. Obwohl auch mit dieser Untersuchung erneut der Nachweis des Zusammenhangs zwischen Herzbefunden bei klinisch unauffälligen Pferden und einem dramatischen Finalstadium nicht geführt werden konnte, können solche Entwicklungen nicht ausgeschlossen werden und die Besitzer dieser Pferde sollten dahingehend beraten werden, dass regelmäßige Nachkontrollen durchgeführt werden.

Anhand der hier vorgelegten Untersuchungen (Teil 1, Gehlen et al. 2007 und Teil 2) wird auch deutlich, dass Ergebnisse

auf hohem Evidenzniveau (Mair 2006) mit einer ausreichenden Anzahl von Nachfolgeuntersuchungen zur Klärung der Bedeutung von Herzbefunden bei Pferden mit fehlender oder undeutlicher klinischer Symptomatik, derzeit u. a. aufgrund einer nicht ausreichenden Kooperationsbereitschaft der Besitzer noch nicht erzielt werden konnte. Deshalb sind in der Tiermedizin allgemein - so lange Verlaufsuntersuchungen bei einer größeren Anzahl von Pferden als in dieser Studie fehlen - weiterhin auch Einzelfallbetrachtungen erwähnenswert (Sackett et al. 1996): Ein Pferd, das zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung 13 Jahre alt war, wies über eine Zeitspanne von mindestens zwei Jahren einen vergrößerten linken Vorhof von über 16 cm und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung sogar einen linken Vorhof von über 17 cm auf. Es wurde dennoch erfolgreich im Dressursport der Klassen A und L gestartet und zeigte laut Besitzerangabe keinerlei Beschwerden einer Herzerkrankung. Das zeigt, dass das Pferdeherz im Einzelfall zu hohen Kompensationsleistungen fähig ist.

Zusammenfassend sind Herzbefunde beim Warmblutpferd - wie auch beim Rennpferd - in der Vergangenheit wahrscheinlich überschätzt worden, da das Pferdeherz eine wesentlich höhere Kompensationsfähigkeit von Herzklappenrückflüssen aufweist als das menschliche Herz und über die Kompensation hinaus auch eine Adaptation des Organismus an die Herzerkrankung stattfinden kann. Zeigen kardiologische Patienten allerdings bereits bei der Erstuntersuchung klinische Symptome einer Herzerkrankung, kann mit hoher Wahrscheinlichkeit davon ausgegangen werden, dass die Herzerkrankung die Lebensdauer des Pferdes verkürzen wird. Dies gilt v. a. für klinisch auffällige Pferde mit einem Aortenklappenrückfluss. Bezüglich der langfristigen Entwicklung von Herzerkrankungen kann für den Einzelfall mit Hilfe dieser Arbeit keine sichere Aussage gemacht werden, dennoch konnten bedeutsame neue Erkenntnisse gewonnen werden. So hat sie z.B. gezeigt, dass sich gering- bzw. mittelgradige echokardiographische Herzbefunde beim Pferd in einem durchschnittlichen Untersuchungsabstand von ca. vier Jahren tendenziell zwar etwas verschlechtern, klinisch jedoch nur bei wenigen Pferden bedeutsam wurden.

Den Besitzern von Pferden mit Herzklappenrückflüssen ohne bedeutsame Dilatation von Atrium und/oder Ventrikel und ohne Leistungsinsuffizienz wird empfohlen, ihre Pferde weiterhin auf dem gewohnten Niveau zu trainieren, ohne durch den Einsatz im Turniersport der schweren Klassen oder als Vielseitigkeitspferd die Leistungsgrenze zu erreichen.

Kontinuierliches Training auf gleich bleibendem Niveau scheint sich auch beim Pferd mit gering bis mittelgradigen Herzbefunden positiv auf den kardiologischen Zustand auszuwirken. Zu einer jährlichen kardiologischen Routineuntersuchung inklusive der echokardiographischen Untersuchung wird weiterhin geraten, wenn die Pferde im Reitsport genutzt werden.

Literatur

Art T., de Moffarts B., Sandersen C., Lekeux P. und Amory H. (2004): Training induced changes in standardbred's cardiac morphometry. In: Proceedings of the 43th Br. Equine Vet. Assoc. Cong., Birmingham, Sept.

- Belardinell R., Georgiou D., Cianci G. und Bermann N. (1995): Exercise training improves left ventricular diastolic filling in patients with dilated cardiomyopathy. Clinical and prognostic implications. *Circulation* 91, 2775-2784
- Blissitt K. H. und Bonagura J. D. (1995b): Colour flow Doppler echocardiography in horses with cardiac murmurs. *Equine Vet. J. Suppl.* 19, 82-85
- Buhl R., Erbsoll A. K., Eriksen L. und Koch J. (2005a): Changes over time in echocardiographic measurements in young Standardbred racehorses undergoing training and racing and association with racing performance. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 226, 1881-1887
- Buhl R., Erbsoll A. K., Eriksen L. und Koch J. (2005b): Use of Doppler echocardiography to assess the development of aortic regurgitation in Standardbred trotters. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 227, 1630-1635
- Deegen E. (1986): Zur klinischen Bedeutung des Vorhofflimmerns beim Pferd. *Pferdeheilkunde* 2, 179-186
- Drögemüller S. (1989): Langzeitstudie über den Erfolg der massiven Infusionstherapie bei Pferden mit chronischen Bronchialerkrankungen. *Vet. Med. Diss. Hannover*
- Else R. W. und Holmes J. R. (1971): Pathological changes in atrial fibrillation. *Equine Vet.* 3, 56-64
- Fehske W. (1988): Praxis der konventionellen und farbkodierten Doppler-Echokardiographie. Verlag Hans Huber, Bern, Stuttgart, Toronto, S. 34-78
- Gehlen H. (1997): Beurteilung von Herzklappenrückflüssen beim Pferd mit der Farbdopplerechokardiographie durch Vermessung der Vena contracta. *Vet. Med. Diss. Hannover*, 12-67
- Gehlen H. und Stadler P. (2002): Vorhofflimmern beim Warmblutpferd- Echokardiographie, Therapie, Prognose und Verlauf in 72 Fällen. *Pferdeheilkunde* 18, 530-536
- Gehlen H., Michl A. und Stadler P. (2003): Klinische und echokardiographische Verlaufsuntersuchungen bei Warmblutpferden mit Herzklappenrückflüssen. *Pferdeheilkunde* 19, 379-386
- Gehlen H., Goltz A., Rohn K. und Stadler P. (2007): Erhebung zur Häufigkeit und zum Verlauf von Herzerkrankungen bei Reitpferden. Teil 1: Retrospektive Datenerhebung und Fragebogenaktion. *Pferdeheilkunde (im Druck)*
- Graf C., Predel H. G. und Bjarnason-Wehrens B. (2004): Körperliche Aktivität in der Primärprävention der koronaren Herzkrankheit. *Kardiovaskuläre Medizin* 7, 119-125
- Kim S., Kuroda T., Nishinaga M. und Yamasawa M. (1996): Relation between severity of mitral regurgitation and prognosis of mitral valve prolapse: Echocardiographic follow-up study. *Am. Heart J.* 132, 348-355
- Kriz N. G., Hodgson D. R. und Rose R. J. (2000): Prevalence and clinical importance of heart murmurs in racehorses. *J. Am. Vet. Assoc.* 216, 1441-1445
- Köster H. (1996): Langzeitstudie über die reiterliche Nutzung von Pferden mit Herzgeräuschen aufgrund von Klappenerkrankungen. *Vet. Med. Diss. Hannover*, 65-80
- Mair T. (2006): Evidence Based Medicine and Clinical Audit: What Progress in Equine Practice? *Equin Vet Educ* 18, 2-4
- Martin B. B. jr., Reef V. B., Parente E. J. und Sage A. D. (2000): Causes of poor performance of horses during training, racing, or showing: 348 cases. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 216, 554-558
- Michl A. (2001): Klinische und weiterführende kardiologische Verlaufsuntersuchung bei Warmblutpferden mit Herzklappenrückflüssen. *Vet. Med. Diss. Hannover*
- Muir W. W. und McGuirock S. M. (1984): Haemodynamics before and after conversion of atrial fibrillation to normal sinus rhythm in horses. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 184, 965-97
- Nishimura R., McGoon M. und Shub D. (1985): Echocardiographically documented mitral-valve prolapse: long-term follow-up of 237 patients. *N. Engl. J. Med.* 313, 1305-1309
- Patteson M. W. und Cripps P. J. (1993): A survey of cardiac auscultatory findings in horses. *Equine Vet. J.* 25, 409-416
- Reef V. B. (1988): Factors affecting prognosis and conversion in equine atrial fibrillation. *J. Vet. Intern. Med.* 2, 1-6
- Reef V. B. (1995): Heart murmurs in horses: determining their significance with echocardiography. *Equine Vet. J. Suool.* 19, 71-80
- Sackett D. L., Rosenberg W. M. C., Gray J. A. M., Haynes R. B. und Richardson W. S. (1996): Evidence based medicine: what it is and what it isn't. *BMJ* 312, 71-72
- Stadler P., Weinberger T., Kinkel N. und Deegen E. (1992): B-Mode, M-Mode and Doppler sonographic findings in mitral valve insufficiency of horses. *Zentralbl. Veterinarmed. A*, 39, 704-718
- Stadler P., Rewel A. und Deegen E. (1993): Die M-Mode Echokardiographie bei S-Dressur-, S-Springpferden und bei untrainierten Pferden. *J. Vet. Med. A*, 40, 292-306
- Verdegaal L. J. M. M., Voorhout G. und Sloet van Oldruitenborgh-Oosterbaan M. M. (2002): Herzgeräusche als Zufallsbefunde bei tierärztlichen Kauf- oder Verfassungsuntersuchungen- Befundung und Verlauf bei klinisch gesunden Pferden. *Pferdeheilkunde* 18, 263-272
- Young L. E. (1999): Cardiac responses to training in 2-year-old Thoroughbreds: an echocardiographic study. *Equine Vet. J., Suppl.* 30, 195-198
- Young L. E. und Wood J. L. N. (2000): Effect of age and training on murmurs of atrioventricular regurgitation in young Thoroughbreds. *Equine Vet. J.* 32, 195-199
- Young L. E., Roger K. und Wood J. L. N. (2005): Left ventricular size and systolic function in Thoroughbred racehorses and their relationships to race performance. *J. Appl. Physiol.* 99, 1278-1280

PD Dr. Heidrun Gehlen
 Klinik für Pferde
 Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover
 Bischofsholer Damm 15
 30173 Hannover
 heidrun.gehlen@tiho-hannover.de