

# Klinische und echokardiographische Verlaufsuntersuchungen bei Warmblutpferden mit Herzklappeninsuffizienzen

Heidrun Gehlen, Antje Michl und Peter Stadler

Klinik für Pferde, Tierärztliche Hochschule Hannover

## Zusammenfassung

Bei 31 Warmblutpferden mit Herzklappeninsuffizienzen wurden die klinischen und echokardiographischen Befunde der kardiologischen Erst- und Nachuntersuchung im Untersuchungsintervall von zwei bis acht Jahren verglichen. Die Pferde wurden als Turnier- ( $n = 14$ ), Freizeitpferde ( $n = 16$ ) und als Zuchtpferd ( $n = 1$ ) genutzt. Insgesamt wurden bei der Erstuntersuchung 13 Pferde mit Leistungsabfall vorgestellt. Bei den meisten Patienten ( $n = 25$ ) lag primär eine Mitralklappeninsuffizienz vor. Dabei handelte es sich bei 9 Pferden um eine isolierte Mitralklappeninsuffizienz. Bei 11 Pferden war sie mit einer Trikuspidalklappeninsuffizienz und bei 5 Pferden mit einer Aortenklappeninsuffizienz vergesellschaftet. Vier Pferde zeigten eine isolierte Trikuspidalklappeninsuffizienz. Bei 2 Pferden war diese mit einer Aortenklappeninsuffizienz kombiniert. Das durchschnittliche Alter der Pferde betrug bei der Nachuntersuchung 12 Jahre. Klinisch traten bei 39 % der Pferde ( $n = 12$ ) bei der Nachuntersuchung geringgradige Verstärkungen der Herzgeräusche auf; das Allgemeinbefinden blieb ungestört. Bis auf drei hochgradig und einen mittelgradig herzkranken Patienten zeigten die meisten Pferde bei der kardiologischen Nachuntersuchung eine uneingeschränkte Leistungsfähigkeit. Die Dimensionen des rechten und linken Vorhofes und des linken Ventrikels vergrößerten sich im Untersuchungszeitraum durchschnittlich signifikant. Dabei fiel auf, dass vorrangig Pferde mit Mitralklappeninsuffizienz signifikante Vergrößerungen des linken Vorhofes entwickelten. Tendentiell wurde in einem Untersuchungszeitraum von 2- 8 Jahren, sowohl mit der gepulsten (PW-) und der kontinuierlichen (CW-) als auch mit der farbkodierten Dopplertechnik eine progrediente Veränderung der kardialen Hämodynamik bei den untersuchten Pferden festgestellt. Die Werte von Rückflussvolumina und Vena contracta, sowie die Flussprofile und die maximale Geschwindigkeit der Regurgitationsjets an der Mitralklappe vergrößerten sich im Zeitraum zwischen der Erst- und der Nachuntersuchung durchschnittlich signifikant. Eine Abhängigkeit der Progredienz von Herzklappeninsuffizienzen vom Alter und von der Nutzung der Pferde, vom Schweregrad der Herzerkrankung bei der Erstuntersuchung und vom Zeitraum zwischen der Erst- und der Nachuntersuchung wurde nicht nachgewiesen. Die vorliegende Studie zeigt, dass die Herzklappeninsuffizienzen (insbesondere Mitralklappeninsuffizienzen) bei den 31 untersuchten Pferden im Untersuchungszeitraum von zwei bis acht Jahren klinisch weitgehend kompensiert blieben, obwohl signifikante Verschlechterungen echokardiographischer Parameter auftraten.

**Schlüsselwörter:** Warmblutpferd, Verlaufsuntersuchung, Echokardiographie, Herzklappeninsuffizienz, Kardiologie

## Clinical and echocardiographic follow-up study in warm-blood horses with heart valve insufficiency

The present study compares the clinical and echocardiographic findings of two cardiological examinations in 31 warm-blooded horses performed in a time interval varying from two to eight years. The horses were used as performance, pleasure, and pasture horses. Their mean age was 12 years. Twenty-five patients showed a mitral valve insufficiency, which was combined with an insufficient tricuspid valve in 11 horses and with an aortic valve insufficiency in 5 horses. Four horses showed only an insufficient tricuspid valve and 2 horses had an only an aortic valve insufficiency. Some of the parameters of the two-dimensional echocardiography were significant progressive. The dimensions of the right and left atrium and the left ventricle increased significantly. In almost all horses with mitral valve insufficiency a significant enlargement of the left atrium could be observed. With conventional and colour flow Doppler echocardiography the hemodynamic consequences of a heart valve deficiency were assessed and there was a tendency towards a mild increase in regurgitant volume and enlarged vena contracta (regurgitant orifice). The echocardiographically decreased heart valve functions did not result in a deterioration of the cardiac condition in most cases. Thus the changes of echocardiographic parameters, observed in our study, seems not to be of clinical relevancy in all cases. In this study the progression of heart valve insufficiency did not show any correlation to the age, the performance and the severity of the cardiac disease of the horses. The results of this study show that almost all 31 patients were able to compensate heart valve disease during the period of two to eight years in spite of a mild deterioration of some echocardiographical parameters.

**Keywords:** warm-blooded horse, echocardiography, follow up examination, heart valve insufficiency, cardiology

## Einleitung

In der Kardiologie des Pferdes ist eine exakte prognostische Einschätzung von echokardiographisch diagnostizierten Herzklappeninsuffizienzen derzeit nicht immer möglich (Gehlen et al. 1998a; Kriz 2000). In Ruhe beeinflussen gering- bis mittelgradige kardiologische Befunde, einschliesslich ver-

derter echokardiographischer Parameter, den Allgemeinzustand häufig nicht. Sogar bei einem Einsatz als Reitpferd im leichten Dressur- und Springsport zeigen Pferde mit Herzklappeninsuffizienzen nur in wenigen Fällen eine Leistungsbeeinträchtigung. Dennoch müssen Herzklappenbefunde, die einen weiteren Einsatz als Reitpferd erlauben, von solchen differenziert werden, die eine Gefährdung von Reiter und Pferd

darstellen können. Die langfristige Bedeutung klinischer und echokardiographischer Herzklappenbefunde in bezug auf die Leistungsfähigkeit der Pferde, sowie auf eine eventuelle Gefährdung von Pferd und Reiter bei hohen Belastungen, kann nur durch Verlaufsuntersuchungen erkannt werden (*Littlerwort 1977, Gehlen et al. 1998a*). Deshalb sollte in der vorliegenden Studie, durch wiederholte kardiologische Untersuchungen erarbeitet werden, ob eine Progression von unterschiedlichen Herzklappeninsuffizienzen feststellbar ist. Dazu wurden Freizeit- und Turnierpferde mit Herzbefunden sowohl klinisch als auch mit der zweidimensionalen, Spektraldoppler- und der Farbdoppler- Echokardiographie untersucht.

Zusätzlich wurde die Abhängigkeit der Entwicklung der Herzklappeninsuffizienzen von verschiedenen Faktoren überprüft (Nutzung bzw. Leistungsfähigkeit der Pferde; Alter der Pferde; Schweregrad der Herzklappeninsuffizienzen bei der kardiologischen Erstuntersuchung; Zeitabstand zwischen der kardiologischen Erst- und der Nachuntersuchung), die den Verlauf von Herzklappeninsuffizienzen beeinflussen könnten.

## Material und Methode

Bei 190 Pferden wurde in den Jahren von 1993 bis 1999 klinisch und echokardiographisch in der Klinik für Pferde der Tierärztlichen Hochschule Hannover mindestens eine Herzklappeninsuffizienz festgestellt. Im Rahmen einer Fragebogenaktion erfolgte eine schriftliche, nachfolgend zum Teil auch telefonische Rücksprache mit den Besitzern, bei der kostenlos eine echokardiographische Nachuntersuchung aus wissenschaftlichem Interesse, angeboten wurde. Insgesamt konnte zu 81 Pferdebesitzern ein Kontakt hergestellt werden. Von diesen stellten 31 Besitzer ihre Pferde zu einer echokardiographischen Nachuntersuchung erneut vor. Diese Pferde zeigten bei der Erstuntersuchung (U1) pathologische Regurgitationen entweder an einer oder an zwei Herzklappen. Zu diesem Zeitpunkt (U1) wurden 14 der 31 Pferde als Sportpferde (Klasse A/L), 16 als Freizeitpferde und ein Pferd zur Zucht genutzt. Die kardiologische Untersuchung (U1) erfolgte aufgrund folgender Vorberichte: Herzgeräusch (n = 15), Herzgeräusch und Leistungsabfall (n = 8), Herzgeräusch, Leistungsabfall und Ödeme (n = 2), Herzgeräusch und Arrhythmie (n = 1), Leistungsinsuffizienz (n = 3), Arrhythmie (n = 1), Arrhythmie und Leistungsinsuffizienz (n = 1).

Damit zeigten bei der U1 insgesamt 18 Pferde keine Leistungseinschränkung, 13 Pferde dagegen einen Leistungsabfall. Hinsichtlich der Leistungsfähigkeit der Pferde im Untersuchungszeitraum wurde eine Besitzerbefragung nach Turniereinsätzen und Leistungsnachweisen der Deutschen Reiterlichen Vereinigung (FN), sowie nach der sonstigen Nutzung durchgeführt.

Die klinische, elektro- und echokardiographische Nachuntersuchung (Zweituntersuchung: U2) erfolgte nach 2- 8 Jahren (im Mittel  $3,7 \pm 1,6$  Jahre). Die Pferde waren bei der Nachuntersuchung (U2) zwischen 4 und 23 Jahre ( $\bar{\Delta}$  12 Jahre) alt, hatten ein mittleres Gewicht von  $574,4 \pm 72,6$  kg und eine Größe von  $166,1 \pm 5,4$  cm Stockmaß.

Die Pferde wurden im Zeitraum zwischen der ersten und der zweiten kardiologischen Untersuchung nicht medikamentell behandelt.

## Klinische Allgemeinuntersuchung

Bei der klinischen Allgemeinuntersuchung wurden Herz-/ Kreislaufparameter (Puls, kapilläre Füllungszeit, Schleimhäute, Auskultationsbefunde usw.) evaluiert. Herzgeräusche wurden nach der Lautstärke (auf einer Skala von 1-5, *Stadler 1995a*), dem Auftreten im Herzzyklus (systolisch/diastolisch), dem Punktum maximum (P.m.) und der Dauer (holo-, früh-, spät-, systolisch/diastolisch), beurteilt.

## Elektrokardiographische Untersuchung

Bei allen Pferden wurde eine elektrokardiographische Untersuchung in Ruhe sowie während und nach Belastung durchgeführt.

### B- und M-Mode

Die echokardiographischen Untersuchungen wurden mit dem Gerät Vingmed 600 E, der Firma Dasonics Sonotron, Garching durchgeführt. Zur Beurteilung der Herzdimensionen (Herzvorhöfe, Herzkammern und Myokard) sowie der Echogenität und der Bewegungsmuster einzelner Herzstrukturen (Aorten- und Mitralklappe) wurden die von *Stadler et al. (1988)* standardisierten Anschallpositionen verwendet. Die M-Mode-Untersuchung wurde nach der von *Stadler et al. (1993a)* beschriebenen Methodik durchgeführt. Zur Beurteilung der Kinetik des linken Ventrikels wurde die Verkürzungsfraction (% FS = engl. Fractional Shortening) herangezogen.

### Untersuchung mit der Spektral- und Farbdopplertechnik

Die Grundeinstellung des Gerätes für die Untersuchungen erfolgte sowohl für die farbkodierten als auch für die Spektraldopplertechnik (PW-/ CW-Doppler) entsprechend den von *Stadler et al. (1992)* standardisierten Einstellungen. Durch mehrfache Darstellung reproduzierbarer Flußprofile mittels Spektraldoppler wurde die Phasenzugehörigkeit (Systole bzw. Diastole), die maximale Geschwindigkeit und die Dauer und Intensität (Echodichte) des transvalvulären, retrograden Flusses ermittelt und das Geschwindigkeits- Zeit- Integral (engl.: VTI = Velocity-Time-Integral) berechnet. Bei der farbkodierten dopplerechokardiographischen Untersuchung wurde der Regurgitationsjet durch mehrere Schnittebenen in seiner maximalen Ausdehnung und die Durchtrittsstelle durch die defekte Klappe dargestellt. Die Vermessung der Vena contracta (hämodynamisch relevantes Ostium der Regurgitation, *Gehlen et al. 1989,b*) an den einzelnen Herzklappen erfolgte von den Videobändern der Erst- und der Nachuntersuchung. Es wurde von 10 verschiedenen Herzzyklen jeweils der größte Durchmesser des Regurgitationsjets im Klappenostium aus Schnittbildern der langen und der kurzen Herzachse gemessen, bevor der Mittelwert, die Standardabweichung und die Fläche des Regurgitationsostiums sowie semiquantitativ das Regurgitationsvolumen errechnet wurden (*Gehlen et al. 1998b*).

### Veränderung der einzelnen Herzklappeninsuffizienzen in Abhängigkeit von unterschiedlichen Faktoren

Zur Ermittlung der Progredienz von Herzklappenerkrankung wurde untersucht, ob eine Verschlechterung der Herzklappe-

ninsuffizienzen in Abhängigkeit vom Alter der Patienten (Tabelle 2), von der Nutzung (Sport, Freizeit, Weide/ Zucht)

**Tab 1** Einsatz der 31 Pferde mit Herzklappeninsuffizienzen bei der Erst- (U1) und der Nachuntersuchung (U2).  
Use of 31 horses with heart valve insufficiencies during the first (U1) and the follow-up examination (U2).

n = 31	Sportpferde	Freizeitpferde	Weide- bzw. Zuchtpferde
U1	14	16	1
U2	9	15	7

**Tab 2** Anteil junger, mittelalter und alter Pferde bei der Nachuntersuchung (U2).  
Share of young, middleage and old horses during the follow-up examination (U2).

n = 31	junge Pferde 4 – 9 Jahre	mittelalte Pferde 10 – 15 Jahre	alte Pferde 16 – 23 Jahre
Anzahl der Pferde	n = 12	n = 10	n = 9

und der Leistungsfähigkeit der Pferde zum Zeitpunkt der Erst- und der Nachuntersuchung (U2), vom Schweregrad der Herzerkrankung bei der Erstuntersuchung (Tabelle 1) und/ oder von dem Zeitabstand zwischen den kardiologischen Verlaufsuntersuchungen eintrat. Die Auswahl der Faktoren erfolgte in Anlehnung an ähnliche Arbeiten aus der Humanmedizin (Akasaka et al. 1987; Klein et al. 1990; Kim et al. 1996; Sagie et al. 1996).

*Statistische Auswertung*

Der Verlauf der Herzklappenerkrankung wurde anhand der Veränderungen der Befunde der klinischen Untersuchung sowie der Spektraldoppler- und der farbkodierten Doppler-Echokardiographie von der Erst- bis zur Nachuntersuchung bewertet.

Bei den normalverteilten Messwerten wurde der gepaarte t-Test angewendet und das arithmetische Mittel sowie die Standardabweichung berechnet. Um die Abhängigkeit der Entwicklung der Herzklappenerkrankung von verschiedenen Faktoren zu überprüfen, wurden die 31 Pferde je nach Faktor in unterschiedliche Gruppen eingeteilt und jeweils die Veränderungen der kardiologischen Befunde der einzelnen Gruppen mit Hilfe einer einfaktoriellem Varianzanalyse bzw. dem Kruskal-Wallis-Test in Abhängigkeit von der Datenverteilung auf signifikante Unterschiede untersucht. In den Tabellen wird die Irrtumswahrscheinlichkeit p und die Signifikanzstufe (p<0,05 = schwach signifikant, p<0,01 = signifikant, p<0,001 = hoch signifikant) angegeben.

**Ergebnisse**

*Rücklauf der Fragebögen*

Auf ein Anschreiben mit Fragebogen antworteten von 190 Besitzern insgesamt 81 (42,6 %). Fünfzehn Pferde (18, 5%) waren mit unbekanntem Verbleib verkauft worden. 21 Pferdebesitzer (26 %) zeigten sich nicht an einer kostenlosen

echokardiographischen Nachuntersuchung ihres Pferdes interessiert. Davon scheuten zehn Pferdebesitzer den erhöhten Aufwand eines langen Transportes. Weitere elf Besitzer erklärten bei telefonischer Rückfrage, dass sie aufgrund des Fehlens jeglicher Symptome einer Herzerkrankung und nicht erkennbarer Leistungseinschränkung, eine Nachuntersuchung ihres Pferdes nicht für notwendig hielten.

Vierzehn Pferde waren inzwischen euthanasiert worden, davon fünf Pferde aufgrund der Dekompensation ihrer Herzerkrankung. Diese fünf Pferde zeigten bei der echokardiographischen Erstuntersuchung eine Kardiomegalie kombiniert mit einer hochgradigen Mitralklappeninsuffizienz und einer mittelgradigen Trikuspidalklappeninsuffizienz (n = 2), mit einer Endokarditis (n = 1) oder mit einer Mitralklappeninsuffizienz und hochgradiger Dilatation des linken Vorhofes (n = 2).

*Nutzung und Entwicklung der Leistungsfähigkeit im Untersuchungszeitraum*

Achtzehn der 31 Pferde waren sowohl vor der Erstuntersuchung als auch vor der Nachuntersuchung als Turnierpferd in den leichten Klassen A / L (n = 4) bzw. als Freizeit- (n = 13) oder Zuchtpferd (n = 1) uneingeschränkt leistungsfähig. Von diesen 18 Pferden wurden vier Pferde im Sport, ein Pferd zur Zucht und 13 Pferde als Freizeitpferde genutzt. Dagegen zeigten dreizehn der 31 Pferde, von denen 10 als Sportpferde im Dressur- und Springsport (Klasse A/ L) und drei Pferde als Freizeitpferde (mit ein bis zwei Stunden Bewegung täglich) eingesetzt wurden, bei der Erstuntersuchung eine Leistungsminderung. Bei der Nachuntersuchung waren vier dieser 13 Pferde weiterhin leistunginsuffizient (Tabelle 4). Zwei dieser

**Tab 3** Untersuchungsintervalle zwischen der kardiologischen Erst- (U1) und Nachuntersuchung (U2)  
Interval of examinations between the first (U1) and the follow-up examination (U2).

	Untersuchungsintervall					
	2 Jahre	3 Jahre	4 Jahre	5 Jahre	6 Jahre	8 Jahre
Anzahl der Pferde n = 31	9	6	9	3	1	3

**Tab 4** Nutzungsart und Schweregrad der Herzerkrankung (ggr. = geringgradig, mgr. = mittelgradig, hgr. = hochgradig) der 13 leistunginsuffizient vorgestellten Pferde zu Beginn (U1) und am Ende des Untersuchungszeitraums (U2)  
Use and severity of heart disease (modest, moderate, severe) of 13 horses with exercise intolerance during the first (U1) and the follow-up examination (U2).

Leistung	bei U1			bei U2					
	Leistungsminderung n = 13			Leistungsminderung n = 4			Leistungsfähig n = 9		
Nutzung der Pferde	Turniersport Kl. A/L bzw. Freizeitreiten (1-2 h tägl.)			Weide / Zucht			Turniersport Kl. A/L bzw. Freizeitreiten (1-2 h tägl.)		
Schweregrad der Herzerkrankung	ggr. n = 3	mgr. n = 4	hgr. n = 6	ggr. n = 0	mgr. n = 1	hgr. n = 3	ggr. n = 3	mgr. n = 3	hgr. n = 3

Pferde erhielten in der Zwischenzeit ausschliesslich Weidengang (ein Sport und ein Freizeitpferd) und zwei von diesen Pferden wurden kontrolliert an der Longe bewegt (Sportpferde). Die weiteren neun Pferde mit Leistunginsuffizienz bei der

U1 wiesen bei der kardiologischen Nachuntersuchung keine für ihre Besitzer erkennbare Leistungsminderung mehr auf; sie wurden weiterhin in leichten Prüfungen im Turniersport (Klasse A/ L; n = 7) und als Freizeitpferde (n = 2) eingesetzt.

Von den 18 Pferden, die bei der U1 keinen Leistungsabfall zeigten, waren 15 Pferde bei der U2 ebenfalls uneingeschränkt leistungsfähig. Die Pferde wurden weiterhin im Sport (n = 2), zur Zucht (n = 1) bzw. als Freizeitpferde (n = 12) eingesetzt. Zwei Pferde, die zuvor im Sport eingesetzt wurden, wurden nun als Freizeitpferde (n = 1) bzw. als Zuchtstute (n = 1) genutzt.

Ein zuvor als Freizeitpferd genutztes Tier erhielt nach der U1 ausschliesslich Weidegang (Tabelle 1).

#### Auskultationsbefunde

Bei neun von 25 Pferden (36 %) wurde bei der Nachuntersuchung (U2) ein um 1 Grad lauterer systolisches Herzgeräusch im Bereich des P.m. der Mitralklappe festgestellt. Bei vier Pferden war das Geräusch um 1 Grad leiser geworden. Die systolischen Geräusche im Bereich des P.m. der Trikuspidalklappe wurden bei drei von 16 Pferden (19 %) jeweils um ein Grad lauter. Bei den diastolischen Geräuschen über dem P.m. der Aortenklappe änderte sich die Lautstärke bei keinem Pferd.

#### Elektrokardiographische Befunde

Sowohl bei der Erst- als auch bei der Nachuntersuchung wurden elektrokardiographisch keine pathologischen Befunde festgestellt. In Ruhe wiesen drei Pferde (10 %) bei der elektrokardiographischen Erstuntersuchung (U1) und vier Pferde (13 %) bei der Nachuntersuchung (U2) einen Atrioventrikularblock II. Grades auf, der bei vorübergehender leichter Erhöhung der Herzfrequenz nicht mehr vorhanden war. Zwei Pferde (7 %) zeigten bei der U1 und ein Pferd (3 %) bei der U2 eine vorübergehende Sinusarrhythmie.

Bei 25 Pferden (81 %) wurde bei der Erst- und bei der Nachuntersuchung eine Mitralklappenregurgitation nachgewiesen. Dabei handelte es sich bei 9 Pferden um eine isolierte Mitralklappeninsuffizienz. Bei 11 Pferden war sie mit einer Trikuspidalklappenregurgitation und bei 5 Pferden mit einer Aortenklappenregurgitation vergesellschaftet.

Vier Pferde zeigten eine isolierte Trikuspidalklappenregurgitation, bei 2 Pferden war sie mit einer Aortenklappenregurgitation kombiniert.

Eine Aortenklappenregurgitation lag bei insgesamt sieben Pferden vor. Das durchschnittliche Alter der Pferde mit Aortenklappenregurgitation lag bei 16 Jahren. Das jüngste Pferd war hierbei acht, das älteste 23 Jahre alt.

#### B-Mode-Befunde

Acht Pferde mit Mitralklappenregurgitation zeigten bei der echokardiographischen Erstuntersuchung Vergrößerungen des linken Vorhofes oberhalb der Normwerte für herzgesunde Warmblutpferde (Stadler et al. 1988, Carlsten 1987). Bei vier dieser Pferde kam es im Untersuchungszeitraum zu einer weiteren signifikanten pathologischen Vergrößerung des linken Vorhofes. Bei fünf Pferden mit einem Durchmesser des linken

Vorhofes im Bereich der Norm bei der Erstuntersuchung, war dieser bei der Nachuntersuchung ebenfalls deutlich im pathologischen Bereich. Bei fünf weiteren Pferden kam es ebenfalls zu einer signifikanten Vergrößerung des linken Vorhofes, wobei jedoch die Messwerte im Bereich der oberen Norm blieben. Bei den übrigen sieben Pferden mit Mitralklappenregurgitationen blieb der Durchmesser des linken Vorhofes konstant.

Der Durchmesser des rechten Atriums (n = 11) und des linken Ventrikels (n = 7) vergrößerte sich im Untersuchungszeitraum (zwischen U1 und U2) ebenfalls signifikant (Tabelle 5),

**Tab 5** Entwicklung der im B- Mode ermittelten Herzdimensionen (RA = rechtes atrium, LV = linker Ventrikel, AO = Aorta, LA = linkes Atrium) im Untersuchungszeitraum (U1 = Erst-, U2 = Nachuntersuchung).

Changes of heart dimensions (B- mode; RA = right atrium, LV = left ventricle, Ao = aorta, La = left atrium) during the first (U1) and the follow-up examination (U2).

Untersuchungszeitpunkt Messlokalisierung	U1	U2	Vergrößerung (mm)	Irrtumswahrscheinlichkeit p
	B-Mode-Dimension	B-Mode-Dimension		
RA in mm (n = 20)	79,6 ± 5,2	82,0 ± 4,7	2,32	≤ 0,01
LV in mm (n = 31)	123,2 ± 8,9	128,1 ± 7,6	4,88	≤ 0,01
AO in mm (n = 12)	83,8 ± 7,3	86,7 ± 6,4	2,8	≤ 0,05
LA in mm (n = 26)	130,9 ± 10,1	134,7 ± 11,4	3,70	≤ 0,01

dagegen nahm der Durchmesser der Aortenwurzel nahm dagegen nur schwach signifikant zu ( $p < 0,05$ ).

#### M-Mode-Befunde

Im M-Mode zeigte sich im Untersuchungszeitraum bei 13 Pferden (42 %) eine Zunahme der Verkürzungsfraction (%FS) des linken Ventrikels auf Höhe der Papillarmuskulatur. Die durchschnittliche Verkürzungsfraction unterschied sich zwischen der U1 und der U2 mit 3,6 % schwach signifikant ( $p < 0,05$ ). Bei der Erstuntersuchung war bei 12 Pferden (39 %) und bei der Nachkontrolle bei 18 Pferden (58 %) ein B-Notch der Mitralklappenregel feststellbar.

#### Spektral- und Farbdoppler- Befunde

Bei 19 von 25 Pferden (61%) mit Mitralklappeninsuffizienzen verschlechterten sich die spektraldopplerechokardiographisch ermittelten hämodynamischen Parameter geringgradig. Die Rückflussgeschwindigkeit des Regurgitationsjets (Tabelle 6), die Dauer und die Intensität des Rückflusses nahmen geringgradig zu, wobei die pathologische Rückflußgeschwindigkeit bei der Nachuntersuchung an den AV- Klappen und an der Aortenklappe signifikant erhöht war (Tabelle 6). Bei 10 von 17 Pferden (59 %) mit Trikuspidalklappeninsuffizienz und bei 4 von 6 Pferden (67 %) mit Aorteninsuffizienz verschlechterten sich die spektraldopplerechokardiographischen Befunde ebenfalls geringgradig.

Das Geschwindigkeitszeitintegral (VTI) und das hämodynamisch relevante Ostium der Regurgitation (Vena contracta) vergrößerte sich im Untersuchungszeitraum an den insuffizienten Mitralklappen signifikant bis hoch signifikant (Tabelle

7 und 8). Deshalb nahm auch das hieraus errechnete pathologische Rückflussvolumen an der Mitralklappe signifikant zu (Tabelle 9).

**Tab 6** Entwicklung der maximalen Rückflussgeschwindigkeiten (Mittelwerte, V max. in m/s) an der Mitralklappe (MVI)-, der Trikuspidal (TVI)- und der Aortenklappe (AVI) im Untersuchungszeitraum (U1 = Erst-, U2 = Nachuntersuchung).

*Changes of regurgitant jet velocity at the mitral (MVI), tricuspid (TVI) and aortic (AVI) valve during the first (U1) and the follow-up examination (U2).*

Untersuchungszeitpunkt insuffiziente Herzklappe	U1	U2	mittlere Differenz	Irrtumswahrscheinlichkeit p
	V max. in m/s	V max. in m/s		
MVI n = 25	3,6 ± 1,0	4,5 ± 0,9	0,92	≤ 0,01
TVI n = 17	2,1 ± 0,6	2,7 ± 0,6	0,69	≤ 0,05
AVI n = 6	1,9 ± 0,6	2,7 ± 0,9	0,86	≤ 0,05

**Tab 7** Entwicklung der durchschnittlichen Geschwindigkeit-Zeit-Integrale (VTI in cm) der pathologischen Rückflüsse an den Herzklappen (Mitralklappe (MVI), Trikuspidal- (TVI), und Aortenklappeninsuffizienzen (AOI)) im Untersuchungszeitraum (U1 = Erst-, U2 = Nachuntersuchung).

*Changes of velocity time integral (VTI) of the mitral (MVI) tricuspid (TVI) and aortic (AOI) valve insufficiencies during the first (U1) and the follow-up examination (U2).*

Untersuchungszeitpunkt insuffiziente Herzklappe	U1	U2	mittlere Differenz	Irrtumswahrscheinlichkeit p
	VTI in cm	VTI in cm		
MVI n = 20	136,6	152,3	15,67	≤ 0,01
AVI n = 6	171,7	208,7	36,96	n.s.
TVI n = 14	78	84,1		n.s.

**Tab 8** Entwicklung des mittleren Durchmessers der Vena contracta bei Pferden mit Mitralklappe-, Trikuspidal- und Aortenklappeninsuffizienz (in cm) im Untersuchungszeitraum (U1 = Erst-, U2 = Nachuntersuchung).

*Changes of mean vena contracta (cross section) of the horses with mitral (MVI) tricuspid (TVI) and aortic (AOI) valve insufficiencies during the first (U1) and the follow-up examination (U2).*

Untersuchungszeitpunkt insuffiziente Herzklappe	U1	U2	mittlere Differenz	Irrtumswahrscheinlichkeit p
	Vena contracta in cm	Vena contracta in cm		
MVI (n = 21)	0,76 ± 0,25	0,86 ± 0,23	0,1	≤ 0,01
AVI (n = 5)	0,73 ± 0,13	0,77 ± 0,08	0,04	n.s.
TVI (n = 15)	0,56 ± 0,09	0,66 ± 0,12	0,1	< 0,05

An der Trikuspidalklappe wurde bei der Nachuntersuchung eine signifikante Vergrößerung des Ostiums der Regurgitation, jedoch keine Zunahme des VTI festgestellt (Tabelle 7 und 8). Damit kam es auch zu keiner signifikanten Steigerung des Rückflussvolumens an dieser Herzklappe (Tabelle 9). An der Aortenklappe erfolgte im Untersuchungszeitraum weder eine

Steigerung des VTI noch eine Vergrößerung des Ostiums der Regurgitation (Tabelle 7 und 8). Somit blieb hier auch das Regurgitationsvolumen konstant (Tabelle 9).

**Tab 9** Entwicklung des durchschnittlichen Rückflussvolumens (RV in ml) an den insuffizienten Mitralklappe (MVI), Trikuspidal- (TVI) und Aortenklappe (AOI) bei Pferden im Untersuchungszeitraum (U1 = Erst-, U2 = Nachuntersuchung).

*Changes of regurgitant volume (RV, ml) at the mitral (MVI) tricuspid (TVI) and aortic (AOI) valve during the first (U1) and the follow-up examination (U2).*

Untersuchungszeitpunkt insuffiziente Herzklappe	U1	U2	mittlere Differenz	Irrtumswahrscheinlichkeit p
	RV in ml	RV in ml		
MVI n = 18	84,25	111,6		≤ 0,01
TVI n = 14	35,8	43,2	7,53	n.s.
AVI n = 6	101,8	128,0	26,18	n.s.

Einfluss unterschiedlicher Faktoren auf die Entwicklung von Herzklappeninsuffizienzen.

Bis zu drei Jahre nach der ersten Untersuchung wurden 15 Pferde und nach mehr als drei Jahren wurden 16 Pferde erneut zur Herzuntersuchung vorgestellt.

Anhand der vorliegenden Studie konnte kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der Veränderung klinischer und echokardiographischer Parameter und der Nutzung, der Leistungsfähigkeit, dem Schweregrad der Herzerkrankung und dem Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Erstuntersuchung nachgewiesen werden (Tabellen 1 bis 4).

## Diskussion

Die moderne echokardiographische Untersuchung stellt unter Einbeziehung der Ermittlung von Herzdimensionen und hämodynamischer Parameter die Grundlage für die Beurteilung von Veränderungen der Herzfunktion beim Pferd dar. Dennoch ist es schwierig bzw. im Einzelfall nicht möglich vorzusagen, ob und wann eine Dekompensation einer Herzklappenerkrankung auftreten wird. Erst bei fehlender Kompensation einer Herzklappenerkrankung wird der Einsatz als Reit- oder Sportpferd für den Reiter gefährlich. Kardiologische Verlaufsuntersuchungen, wie sie in der Humanmedizin schon seit Mitte der 80-er Jahre durchgeführt werden (Nishimura 1985), sind beim Pferd bisher jedoch nur vereinzelt publiziert worden. Von Young und Wood (2000) wurde die Veränderung von Auskultationsbefunden an den Herzen von 55 zweijährigen Rennpferden innerhalb von neun Monaten untersucht. Dabei stellte sich heraus, dass systolische Atrioventrikularklappengeräusche nach einer neun monatigen Trainingsphase häufiger vorkamen als davor und dass das Alter der Rennpferde die Häufigkeit von Insuffizienzgeräuschen an den Atrioventrikularklappen nicht beeinflusst. An den 55 Vollblütern wurden im Gegensatz zur vorliegenden Studie keine echokardiographischen Verlaufsuntersuchungen vorgenommen.

In einer Studie von Verdegaal et al. (2002) wurde bei 77 klinisch und echokardiographisch untersuchten Pferden mit Herzgeräuschen einige Monate bis Jahre danach, lediglich

eine telefonische Besitzerbefragung, ohne echokardiographische Nachkontrolle, durchgeführt. Dagegen wurde in der vorliegenden Studie zusätzlich zu einer schriftlichen Befragung, mit subjektiver Beurteilung der Leistungsfähigkeit und des Allgemeinbefindens durch die Pferdebesitzer, die Werte der kardiologischen Untersuchungen vor und nach unterschiedlichen Untersuchungsintervallen (U1 bis U2) objektiv verglichen. Die relativ geringe Anzahl von Pferden (31 von 190), die kardiologisch vollständig nachuntersucht werden konnte, zeigt erneut, dass Verlaufsuntersuchungen beim Pferd nach längeren Zeiträumen nur begrenzt möglich sind.

Es fiel auf, dass von den Sportpferden dieser Studie fast alle weiterhin, entgegen den tierärztlichen Empfehlungen, ohne Reduzierung der Leistungsanforderungen am Turniersport (Dressur- bzw. Springsport der leichteren Klassen A / L) teilnahmen. Das bedeutet, dass die meisten Pferdebesitzer dieser Studie trotz schriftlicher Aufklärung über eventuelle Gefahren, diese Risiken bewusst eingingen, da ihre Pferde im Untersuchungszeitraum ohne Probleme die geforderte Leistung erbrachten. Da im Untersuchungszeitraum kein weiterer Leistungsabfall, weder für die meisten Besitzer der Sportpferde noch für die meisten Besitzer der Freizeitpferde, erkennbar wurde, stellt sich die Frage, ob das Pferdeherz eine wesentlich höhere Kompensationsfähigkeit von Herzklappeninsuffizienzen aufweist als das menschliche Herz und ob es über die Kompensation hinaus auch zu einer Adaptation des Organismus an die Herzerkrankung kommen kann, eventuell sogar mit der Folge, dass die ursprüngliche Leistungsfähigkeit wieder erreicht wird.

Auch Studien anderer Autoren zeigen, dass geringgradig herzkrankte Pferde in den meisten Fällen weiterhin im Rahmen der ursprünglichen Nutzungsart eingesetzt werden können (Patteson und Cripps 1993; Blissitt und Patteson 1996; Young und Wood 2000; Kriz et al. 2000). Z. B. kamen Martin et al. (2000) in einer Studie über die Ursachen für Leistungsminde- rung bei Rennpferden zu dem Schluss, dass geringgradige Mitralklappeninsuffizienzen sogar bei Rennpferden nicht zu einer Beeinträchtigung der Rennleistung führen müssen. Demnach wäre zu erwarten, dass die im Vergleich zum Rennpferd deutlich weniger belasteten Warmblutpferde mit einer geringgradigen Herzklappenerkrankung ohne Belastungsinsuffizienz problemlos als Freizeitpferd oder im leichten Turniersport eingesetzt werden können. Nach klinischen Erfahrungen ist bekannt, dass sogar eine nicht geringe Anzahl von Pferden mit mittelgradigen kardiologischen Befunden über mehrere Jahre als Reitpferde bzw. sogar als Sportpferde eingesetzt wurden. Da in der vorliegenden Arbeit jedoch nur Pferde untersucht wurden, die in niedrigeren Klassen des Turniersports (Klasse A / L) bzw. als Freizeitpferde eingesetzt wurden, lässt sich von den eigenen Ergebnissen nicht ableiten, ob derartige Entwicklungen grundsätzlich auch bei einem Einsatz in schweren Klassen zu erwarten sind. Bei der Studie von Verdegaal et al. (2002) wurde bei den Pferden mit Herzklappenerkrankungen, die in den Leistungsklassen M und S starteten (5 von 61 Pferden), nach telefonischer Befragung der Besitzer ein Leistungsabfall festgestellt.

In unserer Studie sind bei allen Patienten im Untersuchungszeitraum signifikante Verschlechterungen einzelner Parameter (Dimensionen des rechten und linken Vorhofes, des rechten Ventrikels, der Aortenwurzel, der Rückflussgeschwindigkeit,

des Rückflussvolumens, der Vena contracta und des VTI der pathologischen Rückflüsse) aufgetreten. Dieses hat sich jedoch nur bei wenigen Pferden gravierend ausgewirkt.

Ähnliches gilt für die Veränderung der Auskultationsbefunde. Bei einigen der 31 untersuchten Pferde nahmen die Herzgeräusche ohne erkennbares hämodynamisches Korrelat an Lautstärke zu. Allgemein wird die früher angewendete Graduierung einer Herzklappeninsuffizienz aufgrund der Lautstärke des Herzgeräusches heutzutage ohne den Einsatz der Echokardiographie nicht mehr akzeptiert, da mehrere Autoren darauf hinweisen, dass die Lautstärke der Herzgeräusche nicht auf den Schweregrad der Herzklappeninsuffizienz rück-schließen lässt (Blissitt und Bonagura 1995b; Reef 1995; Brown 1985; Stadler 1992).

Die vorliegende Studie hat gezeigt, dass Pferde mit unterschiedlichen Herzklappeninsuffizienzen bei regelmäßiger Belastung, mehrere Jahre als Reitpferde einsetzbar sein können. In der Humanmedizin müssen Herzpatienten heutzutage in vielen Fällen ein kontrolliertes Training absolvieren, um die Leistungsfähigkeit eines geschädigten Myokards zu erhalten oder zu verbessern (Belardinelli 1995; Verrill 1996). Weitere Studien müssen auch beim Pferd zeigen, ob bei Herzklappenerkrankungen eine adäquate Belastung die Herzfunktion länger stabilisiert als ein völliger Verzicht auf ein leichtes Training.

Eine Abhängigkeit der Entwicklung von Herzerkrankungen vom Alter der erkrankten Pferde konnte in der vorliegenden Studie nicht nachgewiesen werden. Für den Menschen stellten Kim et al. (1996) ebenfalls fest, dass die Progression der Mitralklappeninsuffizienzen nicht mit dem Alter der Patienten assoziiert war. Ein höherer Schweregrad der Herzerkrankung bei der Erstellung der Diagnose führt beim Menschen häufig zu einer schnell fortschreitenden Progression der Erkrankung (Rappaport 1975). Bei den Patienten der vorliegenden Arbeit konnte nicht nachgewiesen werden, dass sich z.B. eine mittelgradige Mitralklappeninsuffizienz schneller verschlechtert, als eine geringgradig ausgeprägte.

Für die Prognose der Mitralklappeninsuffizienz, einer der häufigsten Herzklappeninsuffizienzen des Pferdes, bleibt weiterhin ungeklärt, ob, wann und ab welchem Ausmaß im Einzelfall (Dilatation des Vorhofes, Vena contracta) eine Gefährdung von Reiter und Pferd durch eine plötzlich auftretende Verschlechterung eintreten kann. Aus dem klinischen Alltag sind nur wenige Fälle einer spontanen Dekompensation mit Zusammenbrechen des Pferdes und Gefährdung des Reiters bekannt. Meistens entsteht eine kardiale Dekompensation langsam und wird durch Leistungsinsuffizienz und eine nachfolgende Verschlechterung des Allgemeinbefindens vom Reiter rechtzeitig erkannt.

Die Entwicklung von Herzklappeninsuffizienzen scheint nicht nur beim Menschen, sondern auch beim Pferd multifaktoriellen Einflüssen zu unterliegen. So fanden Sagie et al. (1996) keinen Parameter oder kein Kriterium mit einem prognostischen Potential für die Entwicklung der Herzerkrankung beim Menschen. Auch beim Pferd können neben den hier untersuchten Faktoren nicht messbare Einflüsse wie unterschiedliche körperliche Konstitution und Beanspruchung oder unterschiedliche Stressresistenz einen Einfluss auf die Herzklappe-

ninsuffizienz haben. Obwohl tendenziell eine Herzerkrankung beim Pferd lange Zeit kompensiert werden kann, sind im Einzelfall langfristige Aussagen zur Entwicklung einer Herzerkrankung weiterhin schwierig. Da in der vorliegenden Studie über Zeiträume von 2- 8 Jahren signifikante Veränderungen echokardiographischer Parameter auftraten, raten wir bei gering- bis mittelgradigen Herzklappenbefunden zu regelmäßigen, z.B. jährlichen Nachuntersuchungen.

Um die Belastbarkeit von Reitpferden mit Herzklappeninsuffizienzen objektivieren zu können, müssten über längere Zeiträume standardisierte Belastungstests mit größeren Patientenzahlen durchgeführt werden. Dieses ist jedoch beim Pferd deutlich schwieriger zu realisieren als z. B. beim Menschen, da häufige Besitzerwechsel und andere Faktoren (lange Transportwege; zufriedenstellende Leistung) in vielen Fällen dazu führen, dass die Pferde nicht zur Nachuntersuchung vorgestellt werden.

Um eine weitergehende Beurteilung der Relevanz von Herzklappenerkrankungen zu ermöglichen sollten neben der Echokardiographie weiterführende kardiologische Untersuchungen, wie z. B. die Herzkatheteruntersuchung in Ruhe und Belastung (Bubeck et al., 2002) und in Zukunft eventuell auch die Stressechokardiographie, durchgeführt werden.

## Literatur

- Akasaka T., Yoshikawa J., Yoshida K., Okumachi F., Koizumi K., Shiratori K., Takao S., Shakudo M. und Kato H. (1987): Age-related valvular regurgitation: a study by pulsed Doppler echocardiography. *Circulation* 76, 262-265
- Belardinelli R., Georgiou D., Cianci G. und Berman N. (1995): Exercise training improves left ventricular diastolic filling in patients with dilated cardiomyopathy. Clinical and prognostic implications. *Circulation* 91, 2775-84
- Blissitt K. J. und Bonagura J. D. (1995): Color flow Doppler echocardiography in normal horses. *Equine vet. J., Suppl.* 19, 47-55
- Blissitt K. J. und Patteson M. W. (1996): Evaluation of cardiac murmurs in horses. 2. Echocardiography In Practice 18, 416-426
- Bonagura J. D. (1990): Clinical evaluation and management of heart disease. *Equine vet. Educ.* 2, 31-37
- Brown C. M. (1985): Acquired Cardiovascular Disease. *Vet. Clin. North Am. (Equine Practice)* 1, 371-382
- Bubeck K., H. Gehlen und P. Stadler (2002): Die Untersuchung der kardiovaskulären Druckverhältnisse beim Pferd unter Belastung auf dem Laufband. In: DVG, 17. Arbeitstagung der Fachgruppe Pferdekrankheiten: 25. und 26. April 2002 in Hannover, ISBN 3-936815-56-9, 163- 171
- Carlsten J. C. (1987): Two-dimensional Real-Time Echocardiography in the horse. *Vet. Radiol.* 28, 76- 87.
- Gehlen H., Stadler P. und Deegen E. (1998,a): Vorschlag zur Standardisierung der Untersuchung von herzkranken Warmblutpferden mit einem kardiologischen Beurteilungssystem. *Pferdeheilkunde* 14, 107-114
- Gehlen H., Stadler P. und Deegen E. (1998,b): Beurteilung des Schweregrades von Mitralklappeninsuffizienzen beim Pferd mittels Farbdopplerechokardiographie. *Pferdeheilkunde* 14, 303-314
- 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
- Klein A. L., Burstow D. J., Tajik A. J. und Zachariah P. K. (1990): Age-related prevalence of valvular regurgitation in normal subjects: a comprehensive color flow examination of 188 volunteers. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 3, 54-63
- Kriz N.G., Hodgson D.R. und Reuben J.R. (2000): Prevalence and clinical importance of heart murmurs in racehorses. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 216, 1441-1445
- Kroneman J. (1991): Über einige systolische Geräusche im linken Herzen beim Pferd. *Prakt. Tierarzt* 6, 512-515
- Littlewort M. C. G. (1977): Cardiological Problems in Equine Medicine. *Equine vet. J.* 9, 173-175
- 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 (1992-1996). *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 216, 554-558
- Nishimura R., McGoon M und Shub C. (1985): Echocardiographically documented mitral-valve prolapse: long-term follow-up of 237 patients. *N. Engl. J. Med.* 313, 1305-09
- Patteson M. W. und Cripps P. J. (1993): A survey of cardiac auscultatory findings in horses. *Equine vet. J.* 25, 409-415
- Rapaport E. (1975): Natural History of Aortic and Mitral Valve Disease. *Am. J. Cardiol.* 35, 221-227
- Reef V. B. (1995): Heart murmurs in horses: determining their significance with echocardiography. *Equine vet. J., Suppl.* 19, 71-80
- Sagie A., Freitas N., Padial L.R. und Leavitt Weyman A.E. (1996): Doppler Echocardiographic Assessment of Long-Term Progression of Mitral Stenosis in 103 Patients: Valve Area and Right Heart Disease. *J. Am. Coll. Card.* 28, 472-478
- Stadler P., D'Agostino U. und Deegen E. (1988): Methodik der Schnittbildechokardiographie beim Pferd. *Pferdeheilkunde* 4, 161-174
- Stadler P., Weinberger T., Kinkel N. und Deegen E. (1992): B-Mode, M-Mode- und dopplersonographische Befunde bei der Mitralklappeninsuffizienz des Pferdes. *J. Vet. Med. Assoc.* 39, 704-718
- Stadler P., Rewel A. und Deegen E. (1993a): Die M-Mode-Echokardiographie bei S-Dressur-, S-Springpferden und bei untrainierten Pferden. *J. Vet. Med. Assoc.* 40, 292-306
- Stadler P., Weinberger T. und Deegen E. (1993b): Echokardiographische Messungen im gepulsten Dopplerverfahren (PW) beim gesunden Warmblutpferd. *J. Vet. Med. Assoc.* 40, 757-778
- Stadler P., Höch M. und Radü I. (1995): Die Echokardiographie beim Pferd unter besonderer Berücksichtigung der farbcodierten Dopplertechnik. *Prakt. Tierarzt* 76, 1015-1023
- Verrill D.E. und Ribsill P. M. (1996): Resistive exercise training in cardiac rehabilitation. *An update Sports Med.* 21, 347-383
- Verdegaal L., Voorhout G., van Loon G. und Sloet van Oldruitenborgh-Oosterbaan M. (2002): Herzgeräusche als Zufallsbefund bei tierärztlichen Kauf- oder Verfassungsuntersuchungen- Befunde und Verlauf bei 77 klinisch gesunden Pferden. *Pferdeheilkunde*, 18, 263-272
- 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

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