

Aus dem Department für Kleintiere und Pferde
der Veterinärmedizinischen Universität Wien

Klinische Abteilung für Interne Medizin Pferd
(Leiterin: Dipl.ECEIM Univ.-Prof. Dr.med.vet. Jessika-Maximiliane Cavalleri)

**Häufigkeit von Herzklappeninsuffizienzen beim Islandpferd im Vergleich zu
Warmblutpferden**

Diplomarbeit

Veterinärmedizinische Universität Wien

vorgelegt von

Luisa Heller

Wien, im Januar 2023

Betreuerin: Trachsel, Dagmar, S., Dipl. ECEIM, Dr. ⁱⁿ med. vet., PhD

Gutachterin: Kolm, Ursula, Dr. ⁱⁿ med. vet.

Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, Luisa Heller, dass ich die vorliegende Arbeit mit dem Titel „Häufigkeit von Herzklappeninsuffizienzen beim Islandpferd im Vergleich zu Warmblutpferden“ selbstständig verfasst habe.

Die entscheidenden Arbeiten wurden selbstständig durchgeführt und alle zuarbeitend Tätigen mit ihrem Beitrag zur Arbeit wurden angeführt. Es wurden keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet.

Sämtliche Ausführungen, die anderen Schriften wörtlich oder sinngemäß entnommen wurden, habe ich als solche kenntlich gemacht.

Die vorliegende Arbeit wurde nicht an anderer Stelle eingereicht oder veröffentlicht.

Wien, den 21.01.2023



Luisa Heller

Abstrakt (deutsch)

Das Ziel dieser retrospektiven Studie war es herauszufinden, ob Islandpferde im Vergleich zu anderen Pferderassen mehr oder weniger häufig aufgrund von Herzklappeninsuffizienzen an der veterinärmedizinischen Universitätsklinik für Pferde in Wien vorgestellt wurden. Dabei wurde sich insbesondere auf die Art und den Schweregrad der Klappeninsuffizienzen (mit oder ohne Dilatation des linken Ventrikels bzw. Vorhofes) fokussiert. Dazu wurden alle Herzpatienten (482), die im Zeitraum von 2012–2021 an der Veterinärmedizinischen Universität Wien vorgestellt wurden, berücksichtigt und außerdem mit einer Referenzpopulation von insgesamt 7277 Pferden verglichen. Zunächst wurden die Rassen-, Geschlechts- und Altersverteilungen beurteilt, um zu sehen, ob es diesbezüglich Unterschiede gibt, die auf Prädispositionen für Herzerkrankungen hinweisen könnten. Es konnte festgestellt werden, dass bei den Herzpatienten vermehrt Warmblüter und Araber, und vor allem Wallache vorgestellt wurden. Außerdem lag der Altersdurchschnitt höher im Vergleich zur Referenzpopulation. Mit dem Chi-Quadrat-Test konnte dann gezeigt werden, dass diese Unterschiede tatsächlich hoch signifikant waren. Dies könnte daran liegen, dass Warmblüter und Araber genauso wie Wallache in Österreich eher als Sportpferde eingesetzt werden, und daher eher zur Abklärung von Herzproblemen vorgestellt werden als andere Pferde. Außerdem werden eher ältere Tiere vorgestellt, da einige Herzerkrankungen erst in höherem Alter bzw. erst bei sportlicher Nutzung auftreten oder bemerkbar werden. Bei der Art und dem Schweregrad der Klappeninsuffizienzen konnten allerdings keine signifikanten Unterschiede zwischen Warmblütern, Islandpferden und den anderen Rassen festgestellt werden, was zum einen an der relativ geringen Anzahl an Islandpferden liegen könnte, zum anderen könnte dies bedeuten, dass es hier tatsächlich keine Rassendispositionen gibt.

Abstract (English)

The aim of this retrospective study was to investigate whether Icelandic horses are more or less frequently presented at the Veterinary University Hospital for horses in Vienna for cardiac examination with heart valve regurgitations compared to other breeds. It was focused on the type and severity of valve regurgitations (accompanied with or without dilatation of the left

ventricle or atrium). In addition, all patients presented for a cardiac investigation (482) at the University of Veterinary Medicine Vienna in the period from 2012–2021 were included and compared with a total reference population of 7277 patients. First, the race, sex and age distributions were analysed to see whether any differences in distribution could be seen that could indicate a predisposition to heart diseases in this regard. The Chi-Square-Test revealed such statistically significant differences in the distribution. This analysis indicated that more Warmbloods and Arabians, more geldings in comparison to mares and stallions and more older animals were presented for cardiac investigations compared to the reference population. An explanation for this finding could be that Warmbloods and Arabians as well as geldings are more likely to be used as sport horses in Austria and are therefore more likely to be presented for cardiac examination than other horses. In addition, older animals might have been overrepresented, as some heart diseases appear or become noticeable at an older age or when the horses advance in their sports career. However, in terms of the type and severity of valve regurgitations, no significant differences were found between Warmbloods, Icelandic horses or any of the other breeds. Due to the small study population, no breed predisposition could be found.

Inhalt

Selbstständigkeitserklärung	III
Abstrakt (deutsch)	IV
Abstract (English).....	IV
Abkürzungsverzeichnis	VII
1 Einleitung	1
1.1 Anatomie und Pathophysiologie	1
1.2 Diagnostik	4
1.3 Das Sportlerherz	6
1.4 Fragestellung und Hypothese	8
2 Material und Methode	9
3 Ergebnisse	13
4 Diskussion	25
5 Abbildungsverzeichnis	30
6 Tabellenverzeichnis	30
7 Literaturverzeichnis.....	31

Abkürzungsverzeichnis

AOD_L.....	Durchmesser der Aorta von links gemessen [cm]
AOD_R.....	Durchmesser der Aorta von rechts gemessen [cm]
AR.....	Aortenklappenregurgitation/-insuffizienz
AV-Klappe	Atrioventrikularklappe
BGL	Buggelenkslinie
FS.....	Verkürzungsfraktion [%]
HKI.....	Herzklappeninsuffizienz
IKR	Interkostalraum
LA.....	Linkes Atrium
LAD_L	Durchmesser des linken Vorhofs von links gemessen [cm]
LAD_R	Durchmesser des linken Vorhofs von rechts gemessen [cm]
LV.....	Linker Ventrikel
LV mass.....	Geschätzte Muskelmasse des linken Ventrikels [g]
LVIDd.....	Links ventrikulärer innerer Durchmesser in der Diastole [cm]
LVIDs	Links ventrikulärer innerer Durchmesser in der Systole [cm]
MR.....	Mitralklappenregurgitation/-insuffizienz
PAD_L.....	Durchmesser der Pulmonalklappe von links gemessen [cm]
PAD_R	Durchmesser der Pulmonalklappe von rechts gemessen [cm]
PR	Pulmonalklappenregurgitation/-insuffizienz
RA.....	Rechtes Atrium
RV.....	Rechter Ventrikel
TIS	Tierspitalinformationssystem
TR.....	Trikuspidalklappenregurgitation/-insuffizienz

1 Einleitung

1.1 Anatomie und Pathophysiologie

Das Herz ist eines der wichtigsten Organe im Körper eines jeden Menschen und Tieres. Es ist dazu da, den gesamten Körper rund um die Uhr mit Blut, und damit mit Sauerstoff und den wichtigsten Nährstoffen zu versorgen, ohne die der Körper nicht leben kann.

Um diese Aufgabe erfüllen zu können, hat das Herz beim Säugetier, unabhängig davon, in welcher Spezies es schlägt, immer den gleichen Grundaufbau.

Im Grunde ist das Herz in zwei Herzkammern (rechter (RV) und linker Ventrikel (LV)) mit jeweils einem Vorhof (rechtes (RA) und linkes Atrium (LA)) eingeteilt. Zunächst kommt das Blut über die Vena cava inferior und superior in das RA. Von dort strömt das Blut während der Diastole über das Ostium atrioventriculare dextrum durch die rechte Atrioventrikularklappe (rechte AV-Klappe, Trikuspidalklappe) in den RV und wird von dort während der nächsten Systole an der ersten Semilunarklappe (Valva trunci pulmonalis = Pulmonalklappe) vorbei, in den Truncus pulmonalis, und damit in die Lunge gepumpt. Dort wird das Blut mit Sauerstoff angereichert und fließt dann in der Diastole durch die Venae pulmonales zum Herzen zurück in das LA. Von dort gelangt das Blut dann weiter über das Ostium atrioventriculare sinistrum durch die linke AV-Klappe (auch Bikuspidalklappe oder Mitralklappe genannt) in den LV. In der darauffolgenden Systole gelangt das Blut dann von dort aus durch die zweite Semilunarklappe (Valva aortae = Aortenklappe) in die Aorta und wird in den Körperkreislauf gepumpt. Dort wird der Sauerstoff aus dem Blut in die Zellen des Körpers aufgenommen und das Blut fließt daraufhin zum Herzen zurück in das RA (1).

Die Aufgabe der AV-Klappen besteht darin, den Blutrückfluss von den Kammern zurück in die Atrien während der Systole zu verhindern. Analog dazu ist es die Aufgabe der Semilunarklappen (Aorten-/Pulmonalklappe), den Blutrückfluss von den Hauptarterien zurück ins Herz während der Diastole zu verhindern (1).

Durch zahlreiche angeborene oder erworbene Erkrankungen kann die Funktion des Herzens allerdings eingeschränkt sein. Angeborene Pathologien des Herzens sind vor allem Dysplasien der Klappen, wie z.B. Stenosen, Atresien, oder Missbildungen der Gefäße und des

interventrikulären Septums. Solche Missbildungen werden aber nur selten beobachtet und werden in den meisten Fällen schon bei der Geburt oder im Fohlenalter diagnostiziert (2). Von einer Klappenstenose spricht man, wenn sich eine Klappe nicht mehr ausreichend öffnen kann und der Blutfluss dadurch erschwert ist (3). Diese können prinzipiell auch erworben sein, allerdings kommen Klappenstenosen bei Pferden generell nur sehr selten vor (2, 4). Eine Atresie hat ähnliche Auswirkungen wie eine Stenose, allerdings ist die betroffene Herzklappe bei einer Atresie in der Entwicklung nicht oder nur rudimentär angelegt worden. Beim Pferd ist der Ventrikelseptumdefekt eine der häufigsten angeborenen Anomalien (2, 5).

Erworbene Erkrankungen des Herzens können sehr vielfältig sein. Sie können primär oder sekundär entstehen und das Myokard, Perikard und auch die Klappen betreffen (2, 5).

Neben Arrhythmien wie z. B. das Vorhofflimmern, stellen die Herzklappeninsuffizienzen (HKI) die häufigsten Herzprobleme beim adulten Sportpferd dar (4).

Von einer HKI spricht man im Allgemeinen dann, wenn der Schließmechanismus der Klappen nicht mehr ausreichend gegeben ist (3). Das bedeutet, dass die betroffene Klappe ihre Aufgabe nicht mehr richtig erfüllen kann, und es kommt in weiterer Folge zu einem Blutrückfluss, welcher auch als Regurgitation bezeichnet wird.

Herzklappeninsuffizienzen können beim Pferd an allen vier Herzklappen auftreten. Man spricht dann entweder von einer Mitral- (MR), Aorten- (AR), Trikuspidal- (TR), bzw. von einer Pulmonalklappeninsuffizienz oder -regurgitation (PR).

Beim adulten Sportpferd kommen die MR, AR und TR am häufigsten vor, wobei die AR vor allem bei älteren Pferden auftritt (2). Als Ursachen für eine MR kommen zum Beispiel Herzklappenverdickungen oder -prolaps, Pathologien der Chordae tendineae bzw. der Papillarmuskeln, Entzündungen, oder auch Klappendysplasien in Frage. Außerdem kann eine Dilatation des LV verantwortlich sein, da dies eine Erweiterung des Klappenöffnung zur Folge hat, sodass die Klappe nicht mehr vollständig schließen kann (2, 4).

Einer AR liegt am häufigsten eine degenerative Veränderung oder ein Klappenprolaps zugrunde, wobei auch Missbildungen oder Risse der Klappe oder entzündliche Prozesse eine Rolle spielen können (4).

Die TR wird, da sie sehr häufig beim adulten Sportpferd vorkommt, durch das Alter und die Trainingsbelastung beeinflusst. Zudem kommt sie oft sekundär, zum Beispiel auf Grund einer Linksherzproblematik, wie z.B. einer hochgradigen MR, vor. Da hier der Druck im LA, und somit auch der systolische Druck in der Pulmonalarterie steigt, erhöht sich auch die Nachlast des RV. Dadurch kommt es zu einer Volumenüberladung und schließlich einer Dilatation des RV, wodurch die Trikuspidalklappe nicht mehr richtig schließen kann (6). Seltener können auch degenerative oder entzündliche Prozesse, sowie Veränderungen der Chordae tendineae eine Rolle spielen (4).

Ein Blutrückfluss würde ohne die Herzklappen aus dem Grund zustande kommen, da während der Diastole und der Systole ein Druckgefälle zwischen Herzkammern und Vorhof bzw. Blutgefäßen entsteht, da sich die Druckverhältnisse in den Ventrikeln ändern. Wenn also zum einen die AV-Klappen ihre Aufgabe nicht mehr erfüllen können, wird das Blut durch den Überdruck in den Ventrikeln während der Systole nicht mehr ausschließlich in die Aorta und den Truncus pulmonalis, sondern auch zum Teil zurück in die Atrien gepumpt. Das gleiche gilt analog für die Semilunarklappen. Wenn diese nicht mehr uneingeschränkt funktionieren, würde das Blut aus der Aorta und dem Truncus pulmonalis durch den Unterdruck, der durch die erneute Erweiterung des Herzens während der Diastole in den Ventrikeln entsteht, zum Teil zurück in die Herzkammern fließen (2). Mit diesem Rückfluss kommt es in der Kammer mit dem niedrigeren Druck zunächst zu einer Volumenüberladung. Diese führt zu einer Zunahme des intraventrikulären Lumens bei gleichzeitiger Dehnung des Myokards, wodurch eine Dilatation der Herzkammer resultiert (7). Über den Frank-Starling-Mechanismus erhöht sich in weiterer Folge die Kontraktionskraft und das Schlagvolumen wird erhöht (8). Gerät dieser Mechanismus allerdings aus dem Gleichgewicht, da das Herz über einen zu langen Zeitraum überbeansprucht wird, wie es bei einer HKI der Fall sein kann, so kommt es zu einer Dekompensation des Herzens (5). Je nachdem welche Seite des Herzens betroffen ist, spricht man von einer Links- bzw. Rechtsherzinsuffizienz. Bei einer Linksherzinsuffizienz kommt es durch den Stau im Lungenkreislauf zu Lungenödemen. Bei einer Rechtsherzinsuffizienz kommt

es zu stauungsbedingten Blutungen, Nekrosen oder Atrophien vor allem in den parenchymatösen Organen, wie Leber und Milz (3).

1.2 Diagnostik

Wie oben dargestellt, kann eine HKI schwerwiegende Folgen haben, und die Leistungsfähigkeit des Herzens langfristig beeinflussen. Oft ist ein pathologischer Befund am Herzen aber auch ein Zufallsbefund, der im Zuge anderer Untersuchungen, beispielsweise bei Routine- oder Ankaufsuntersuchungen, festgestellt wird. Dann gilt es mittels weiterführender Diagnostik zu überprüfen, ob der Befund physiologisch oder pathologisch ist. Seltener werden Pferde bereits mit Leitsymptomen (z. B. Leistungsabfall, plötzliches Stürzen, Dyspnoe (geblähte Nüstern, Afteratmung, ein aufgezogenes Abdomen oder starkes Einsinken der Interkostalräume (IKR)), generalisierte Ödeme, Veränderungen der Färbung der Schleimhäute und Konjunktiven, verlängerte kapilläre Füllungszeit, Pulsabweichungen, positiver Venenpuls, vergrößerte Herzdämpfung) vorstellig, die schon klinisch erste Anzeichen auf eine HKI geben können (5, 9–11).

Beim Pferd gibt es den ersten (systolischen) und den zweiten (diastolischen) Herzton, wie bei anderen Spezies auch. Zusätzlich kann man beim Pferd einen dritten (frühdiaastolischen) und vierten (spätdiaastolischen) Herzton unterscheiden (11).

Von den Herztönen sind die Herzgeräusche abzugrenzen, denn während Herztöne physiologisch sind, sind Herzgeräusche häufig pathologisch (11). Beschrieben werden sie zunächst nach Konstanz, zeitlichem Auftreten und Art. Demnach können Herzgeräusche konstant oder inkonstant sein, sie können systolisch, diastolisch, präsysolisch/-diastolisch, kontinuierlich oder holosystolisch/-diastolisch auftreten, und sie können organbedingt oder nicht organbedingt sein. Des Weiteren müssen die Lautstärke, Tonhöhe, Dämpfung und Klangcharakter genau dokumentiert werden (2, 9). Herzklappeninsuffizienzen verursachen solche Herzgeräusche und können daher spätestens mit der Auskultation während des allgemeinen Untersuchungsganges festgestellt werden.

Wenn man von einem organbedingten Herzgeräusch ausgeht, also von einem Herzklappenfehler (Vitium cordis) (in selteneren Fällen können auch Defekte der Kammerwände verantwortlich sein), so ist das sogenannte Punctum maximum zu bestimmen. Das Punctum maximum ist die Stelle, an der man ein Herzgeräusch, welches durch den bereits erwähnten pathologischen Blutrückflusszustand kommt, sehr deutlich hören kann. Je nachdem, an welcher Stelle am Thorax man ein Geräusch feststellen kann, kann eine Veränderung einer der vier Klappen dafür verantwortlich sein (11). Beim Pferd liegt das Punctum maximum für die Trikuspidalklappe auf der rechten Thoraxwand im 4. IKR unter der Buggelenkslinie (BGL), für die Mitral-, Aorten- und Pulmonalklappe auf der linken Thoraxwand jeweils im 5. IKR knapp unter der BGL, im 4. IKR auf der BGL, bzw. im 3. IKR auch knapp unter der BGL (11).

Mit einer moderaten Sensitivität und einer Spezifität von bis zu 100% (12, 13) gilt die Auskultation des Herzens als eine der besten Untersuchungsmethoden, um Herzgeräusche festzustellen und in weiterer Folge die betroffene Klappe zu ermitteln.

Allerdings ist es wichtig, funktionelle, also physiologische Herzgeräusche von pathologischen Herzgeräuschen abzugrenzen. Deshalb müssen Befunde immer im Zusammenhang mit der Vorgeschichte, Nutzungsart und -intensität, anderen Veränderungen am Herzen und Ergebnissen von weiteren Untersuchungen interpretiert werden (2).

Physiologische bzw. funktionelle Geräusche können zum Beispiel durch ein übermäßig großes Auswurfvolumen entstehen, wie es beim Sportlerherzen bei Hochleistungssportpferden vorkommt, durch die Aktivierung des Sympathikus bei überdurchschnittlicher Anstrengung oder auch bei Schmerzen. Auch beim Vorliegen einer Anämie oder bei peripherer Vasodilatation können Herzgeräusche entstehen, ohne dass ein Herzdefekt vorliegt (2).

Pathologische Geräusche entstehen zum Beispiel durch Klappenstenosen, vaskuläre Defekte, Septumdefekte oder Klappendefekte. Die häufigste Ursache stellen beim Pferd die MR, AR und TR dar (2).

Um einen Verdacht eines Herzklappendefekts zu verifizieren, werden weiterführende Untersuchungsmethoden angewandt. Dazu zählt als wichtigste Methode in Bezug auf HKI die

Echokardiographie, also der Ultraschall des Herzens (7, 8). Durch die Echokardiographie lassen sich sowohl die Herzdimension als auch die Klappenmorphologie bzw. -bewegungen mittels M- und B-Mode untersuchen, genauso wie die Fließrichtung des Blutes mittels Doppler-Verfahren, welches als Goldstandard für die HKI-Diagnostik gilt. In weiterer Folge kann man somit Rückschlüsse auf die Art und den Grad einer HKI schließen (9, 10). Während die Auskultation zwar das Mittel der Wahl darstellt, um ein Herzgeräusch festzustellen, kann man anhand dessen nur schwer Rückschlüsse auf den tatsächlichen Schweregrad ziehen. Nur geringgradige Herzgeräusche sind meistens durch eine ebenso geringgradige HKI bedingt. Bei einem Herzgeräusch von mittel- oder hochgradiger Intensität kann man in den meisten Fällen keinen Grad der HKI ableiten und sollte dies somit durch die Echokardiographie abklären (12). Der Grad einer HKI bezieht sich hier auf den Öffnungsgrad der Klappen, den Druckgradienten und somit das Volumen und die Geschwindigkeit des Blutrückflusses. Allgemein gilt ein Rückfluss, der einen kleinen Bereich nahe hinter den Klappensegeln einnimmt und von kurzer Dauer ist, als klinisch irrelevant (14). Wenn eine HKI bereits länger besteht, versucht sich das Herz mittels LA- bzw. LV-Dilatation anzupassen. Diese Dilatationen können somit ein zusätzlicher Indikator für die Dauer und den Schweregrad einer HKI sein. Allerdings ist zu bedenken, dass manche Pferde selbst eine mittelgradige HKI kompensieren können, sodass sie keine Auswirkung auf deren Leistung hat. Ein Herzgeräusch, bzw. eine HKI sollte somit in Hinblick auf die weitere Therapie und Prognose immer in Zusammenhang mit dem Alter, der Nutzungsart, den Untersuchungsergebnissen der klinischen Untersuchung, der Echokardiographie und ggf. eines EKGs oder Belastungstests interpretiert werden (2).

1.3 Das Sportlerherz

Aus einigen vorangegangenen Studien geht hervor, dass das Vorhandensein eines Herzgeräusches nicht automatisch zu einer Verschlechterung des Allgemeinbefindens oder des Gesundheitszustandes, bzw. der sportlichen Leistung führt. Diese Beobachtung konnte mittlerweile mit einigen Studien über Vollblüter (15, 16) und Traber (17), die als Rennpferde, sowie für Warmblüter (18, 19), die als Vielseitigkeits- oder Dressurpferde eingesetzt werden, belegt werden.

Zu den typischen kardialen Anpassungsmechanismen, die mit regelmäßigem intensiven Training einhergehen, zählen zum einen ein erhöhter innerer Durchmesser des linken Ventrikels während der Diastole (left ventricular internal diameter in diastole, LVIDd), eine erhöhte geschätzte Muskelmasse des linken Ventrikels (LV mass) und eine erhöhte mittlere Wanddicke des linken Ventrikels (20–24). Diese Veränderungen wurden sowohl beim Menschen, als auch beim Pferd nachgewiesen und man bezeichnet diese Anpassung als sogenanntes „Sportlerherz“, oder im Englischen als „Athlete’s heart“ (17, 23, 24). Außerdem konnte man im Zuge der Untersuchungen zum Sportlerherzen feststellen, dass bei klinisch gesunden trainierten Pferden häufiger Herzgeräusche, beziehungsweise mittels Echokardiographie dargestellte HKI diagnostiziert werden können, als bei nicht trainierten Pferden, unabhängig von der Disziplin (13, 15, 19, 20).

Die bisherigen Studien fokussieren sich vor allem auf Vollblüter, Warmblüter und Traber.

Beim sportlich genutzten Islandpferd konnten bisher ähnliche Veränderungen des Herzens nachgewiesen werden. Zum Beispiel konnte ein größerer Vorhofdurchmesser und eine dickere Wand des linken Ventrikels festgestellt werden, allerdings war in diesen Studien der LVIDd nicht vergrößert (19, 25). Die Autor:innen vermuteten den Grund der abweichenden Resultate darin, dass Islandpferde sogenannte Gangpferde sind, die auf eine nicht mit dem Training von Rennpferden vergleichbare Art und Weise genutzt und daher auch trainiert und belastet werden (25). So existieren bei dieser Rasse neben den Grundgangarten Schritt, Trab und Galopp, zwei weitere Spezialgangarten, Tölt und Pass, für die es auch eigene Turnierdisziplinen gibt. Die Trainingsbelastung für diese Turniere, so vermuten die Autor:innen, soll zu gering für das Ausbilden eines Sportlerherzens sein. Allerdings konnte in späteren Studien nachgewiesen werden, dass die körperliche bzw. kardiovaskuläre Belastung der Islandpferde, die als Sportpferde eingesetzt werden, vergleichbar ist mit den Belastungen in anderen Disziplinen (26). In einer weiteren Studie wurde die körperliche Belastung von Islandpferden während den Gangarten Trab und Tölt untersucht. Um dies beurteilen zu können, wurden Herz- und Atemfrequenz und die innere Körpertemperatur gemessen, sowie Blutproben genommen, um den Hämatokrit und den Lactatspiegel im Blut zu bestimmen. Es konnte festgestellt werden, dass es keine bedeutsamen Unterschiede gibt (27).

Außerdem gehören Islandpferde zu den Robustrassen. In ihrer Heimat auf der Insel Island wurden sie seit langem unter harten Bedingungen gehalten. Dadurch konnten sie sich durch Selektion zu sehr widerstandsfähigen Individuen entwickeln (28). Prädisponierte und konstitutionell schwache Tiere konnten sich nicht in der Population halten. In einer Studie, die die Häufigkeit von Herzklappendefekten bei Eseln, die wie die Islandpferde auch zu den Robustrassen zählen, untersuchte, wurde die Ursache für das seltene Auffinden dieser Defekte mit dieser höheren Widerstandsfähigkeit der Esel begründet (29). Diese Selektion auf eine robuste Gesundheit könnte also dazu führen, dass Islandpferde seltener Herzerkrankungen und im Speziellen degenerative HKI zeigen als andere Rassen.

1.4 Fragestellung und Hypothese

Diese retrospektive Studie konzentriert sich auf die Untersuchung der Häufigkeit von HKI, die mittels Echokardiographie im Zeitraum von 2012–2021 an der Universitätsklinik für Pferde der Veterinärmedizinischen Universität Wien diagnostiziert werden konnten, um die Frage zu beantworten, ob die Islandpferde mehr oder weniger häufig zur Echokardiographie vorgestellt werden als Warmblutpferde.

Dabei waren unsere Hypothesen:

- Islandpferde werden eher seltener, bzw. erst später im Krankheitsverlauf zur Abklärung von Herzbefunden an der Klinik vorgestellt als Warmblutpferde.
- Wenn Islandpferde seltener vorgestellt werden, sind sie weniger häufig von HKI betroffen.
- Wenn sie weniger häufig, aber mit höherem Schweregrad vorgestellt werden, dann bedeutet das, dass sie extensiver gehalten und weniger intensiv tierärztlich überwacht werden und daher erst mit fortgeschrittenen klinischen Symptomen in einer Klinik vorgestellt werden.

2 Material und Methode

In dieser Studie wurden elektronisch gespeicherten Patientendaten der Universitätsklinik für Pferde der Veterinärmedizinischen Universität Wien analysiert.

Dazu wurden mit Hilfe des Tierspitalinformationssystems (TIS) alle Pferde, die von 01.01.2012–31.12.2021 an der Universitätsklinik für Pferde der Veterinärmedizinischen Universität Wien vorgestellt wurden, und bei denen im Zuge dessen eine Herzuntersuchung durchgeführt wurde, erfasst.

Im Anschluss daran wurden ausgewählte Daten von diesen Patienten zusammengestellt, die für die weiteren Analysen benötigt wurden. Diese Daten enthalten unter anderem:

- Patientendaten (TIS-Nummer, Name, Geschlecht, Rasse, Gewicht, Alter, Name der Tierhalter:innen zum Zeitpunkt der Untersuchung)
- Untersuchungsdatum
- Vorstellungsgrund
- Diagnosen, bzw. Herzdiagnosen
- Herzgeräusche (Zyklus, IKR, Seite, Intensität)
- EKG, Belastungs-/Holter-EKG, Belastungstest (ja/nein)
- Art/Grad der HKI (MR, AR, TR und/oder PR)
- Echokardiographie (ja/nein)
- Ultraschallwerte (Durchmesser des LA (LAD_R, bzw. LAD_L), der Aorta (AOD_R, bzw. AOD_L) und der pulmonalen Arterie auf Höhe der Semilunarklappen (PAD_R, bzw. PAD_L) jeweils von rechts und links gemessen, der LVIDd und der interne Durchmesser des LV gemessen in der Systole (LVIDs) und die Verkürzungsfraction (FS))

Des Weiteren wurden die Pferde, um die klinische Relevanz der Befunde an der Mitralklappe und an der Aortenklappe genauer beurteilen zu können, in sechs Gruppen unterteilt.

- Gruppe 1: „gesund“; Pferde, bei denen bei den durchgeführten Untersuchungen keine pathologischen Befunde am Herzen festgestellt werden konnten
- Gruppe 2: „HKI ohne D“; Pferde, bei denen eine HKI diagnostiziert wurde, aber ohne Dilatation des LA und/oder des LV
- Gruppe 3: „HKI mit D“; Pferde mit einer HKI und mit einer Dilatation des LA und/oder des LV
- Gruppe 4: „sonstige rhy“; Pferde, bei denen ausschließlich eine Herzrhythmusstörung diagnostiziert wurde
- Gruppe 5: „sonstige HE“; Pferde, bei denen ausschließlich eine andere als die genannten Herzerkrankungen diagnostiziert wurde
- Gruppe 6: „NO“; Pferde, bei denen die echokardiographischen Messungen nicht vollständig erhoben wurden, und man somit nicht beurteilen konnte, ob eine HKI und/oder eine Dilatation des LA und/oder LV vorlag

Um die HKI im Anschluss weiter differenzieren zu können, wurden die Diagnosen der Gruppen zwei und drei jeweils in vier weitere Gruppen unterteilt:

- Gruppe 1: „MR“; Pferde mit einer MR, bzw. mit einer MR in Kombination mit TR und/oder PR, bzw. mit sonstigen Herzdiagnosen
- Gruppe 2: „AR“; Pferde mit einer AR, bzw. mit einer AR in Kombination mit TR und/oder PR, bzw. mit sonstigen Herzdiagnosen
- Gruppe 3: „MR/AR“; Pferde mit einer Kombination aus MR und AR, bzw. mit einer Kombination aus MR und AR in Kombination mit TR und/oder PR, bzw. mit sonstigen Herzdiagnosen
- Gruppe 4: „sonstige“; sonstige HKI (PR oder TR), bzw. sonstige HKI in Kombination mit sonstigen Herzdiagnosen

Um eine Dilatation des LA und/oder des LV feststellen zu können, wurden die im Ultraschall gemessenen Dimensionen herangezogen und mit rassenspezifischen Referenzwerten verglichen (2). Bei der Beurteilung, ob eine Größenzunahme vorhanden ist im Sinne einer Dilatation wurde nur die eindimensionale Dimension des LA und/oder LV berücksichtigt, unabhängig der Ursache, die für diese Größenzunahme verantwortlich war. Diese

Vorgehensweise basiert auf der Tatsache, dass Volumenüberladungen in Folge von HKI sehr viel häufiger und früher vorkommen als die daraus folgende exzentrische Hypertrophie oder eine primäre konzentrische Hypertrophie (30). Die genaue Definition der Grenzwerte für die Dilatation wird im Folgenden für die einzelnen Rassen aufgelistet:

LA:

- alle Rassen LAD_L \leq 14,0 cm (falls Messung nur von rechts vorhanden \leq 13,2 cm) (5, 2)
- Islandpferde LAD_L \leq 9,9 cm (25)

LV:

- Warmblutpferde LVIDd: \leq 12,9 cm (2)
- Vollblutpferde LVIDd: \leq 13,1 cm (2)
- Traber LVIDd: \leq 12,4 cm (2)
- Friesen LVIDd: \leq 12,6 cm (31)
- Islandpferde LVIDd: \leq 9,9 cm (25)
- Ponies LVIDd: \leq 9,0 cm (Körpergewicht von 125–306 kg) (32)
- LVIDd: \leq 11,4 cm (Körpergewicht von 274–469 kg) (32)
- LVIDd: \leq 12,2 cm (Körpergewicht von 454–620 kg) (32)

Wenn keine rassenspezifischen Referenzwerte vorlagen, wurde der Vorhof-/Ventrικeldurchmesser auf ein 500 kg schweres Pferd umgerechnet. Dabei lautete die Umrechnungsmethode wie folgt:

- Lineare Indizes (500) = gemessene Größe/Körpergewicht^{1/3} \times 500^{1/3}
- Flächen (500) = gemessene Fläche/Körpergewicht^{2/3} \times 500^{2/3}
- Volumen (500) = berechnetes Volumen/Körpergewicht \times 500 (33)

Um die Häufigkeit, Art und Grad der HKI beim Islandpferd im Vergleich zu anderen Rassen genauer zu untersuchen, wurden die Patienten mit Herzbefunden mit einer repräsentativen Population von Pferden verglichen.

Diese Referenzpopulation wurde definiert aus allen Pferden, die im Zeitraum vom 01.01.2009–12.12.2018 an der Universitätsklinik für Pferde der Veterinärmedizinischen Universität Wien vorgestellt wurden. Diese Daten standen im Archiv der Universitätsklinik für Pferde zur Verfügung.

Für die statistische Auswertung wurden die Daten zunächst deskriptiv dargestellt.

Anschließend wurde mit dem Kolmogorov-Smirnov-Test verifiziert, ob es sich bei den kontinuierlichen Daten um normal verteilte Daten handelt. Da eine Normalverteilung nicht gegeben war, wurden nicht parametrische Analysen durchgeführt. Das heißt, die Altersverteilungen wurden mittels einem nicht parametrischen t-Test verglichen (Mann-Whitney U-Test). Nicht kontinuierliche Daten (Rassen- und Geschlechterverteilung) wurden mittels dem Chi-Quadrat-Test verglichen. Die statistischen Analysen wurden mit Microsoft® Excel® für Microsoft 365 MSO (Version 2208 Build 16.0.15601.20148) 32 Bit und GraphPad Prism 9 (Version 9.1.2, <https://www.graphpad.com/>) durchgeführt.

3 Ergebnisse

Unsere Referenzpopulation bestand aus 7277 Tieren, die Population der Herzpatienten bestand aus 482 Tieren. Zunächst wurde Rassen-, Geschlechts- und Altersverteilung der Herzpatienten mit der der Referenzpopulation verglichen. Zu Beginn sei erwähnt, dass Pferde, bei denen Informationen zu einem der analysierten Kriterien fehlten, nicht in den jeweiligen Graphiken berücksichtigt wurden.

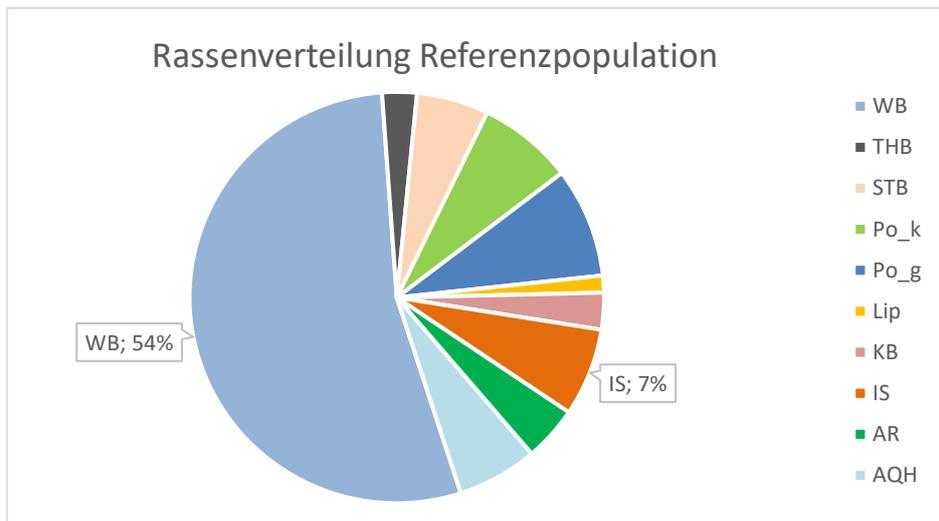


Abbildung 1: Rassenverteilung der Referenzpopulation

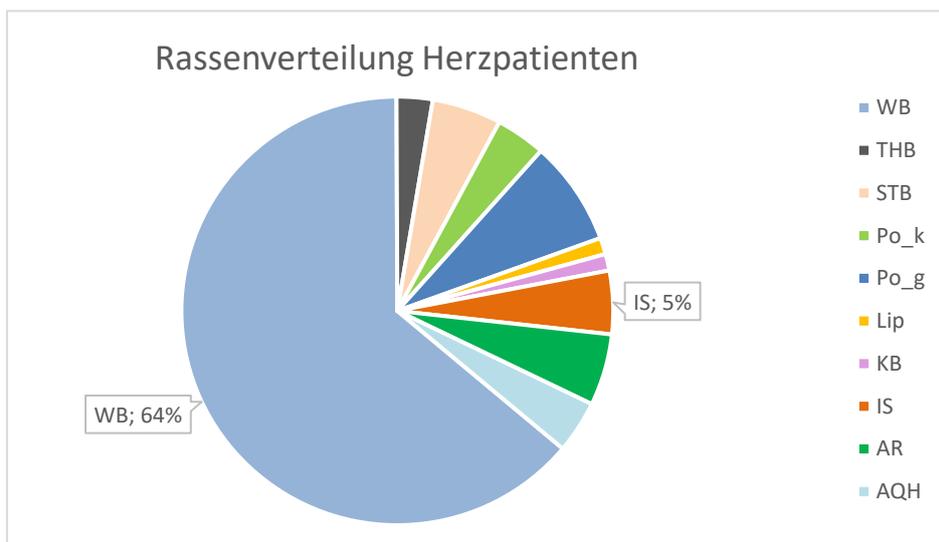


Abbildung 2: Rassenverteilung der Herzpatienten

Tabelle 1: Übersicht der Rassenverteilungen

		Referenzpopulation		Herzpatienten	
		absolut	in %	absolut	in %
WB	Warmblüter	3916	54	307	64
THB	Thoroughbred/Vollblüter	197	3	13	3
STB	Standardbred/Traber	409	6	25	5
Po_k	kleine Ponies	542	7	18	4
Po_g	große Ponies	628	9	38	8
Lip	Lipizzaner	97	1	6	1
KB	Kaltblüter	210	3	6	1
IS	Islandpferde	503	7	23	5
AR	Araber	313	4	26	5
AQH	American Quarterhorses	456	6	19	4

Wie sich in Abb. 1 und 2, sowie in Tab. 1 erkennen lässt, gab es bei den Herzpatienten einen geringeren prozentuellen Anteil an Ponies (Referenzpopulation 16 % vs. Herzpatienten 12 %), Kaltblütern (3 % vs. 1 %), Islandpferden (7 % vs. 5 %), und American Quarterhorses (6 % vs. 4 %) und einen höheren Anteil an Warmblütern (54 % vs. 64 %) und Arabern (4 % vs. 5 %) im Vergleich zur Referenzpopulation. Nachdem hier der Chi-Quadrat-Test angewendet wurde, erhielt man $p = 0,0005$, was bedeutet, dass diese Unterschiede zwischen den Rassenverteilungen hoch signifikant waren, also nicht zufällig entstanden.

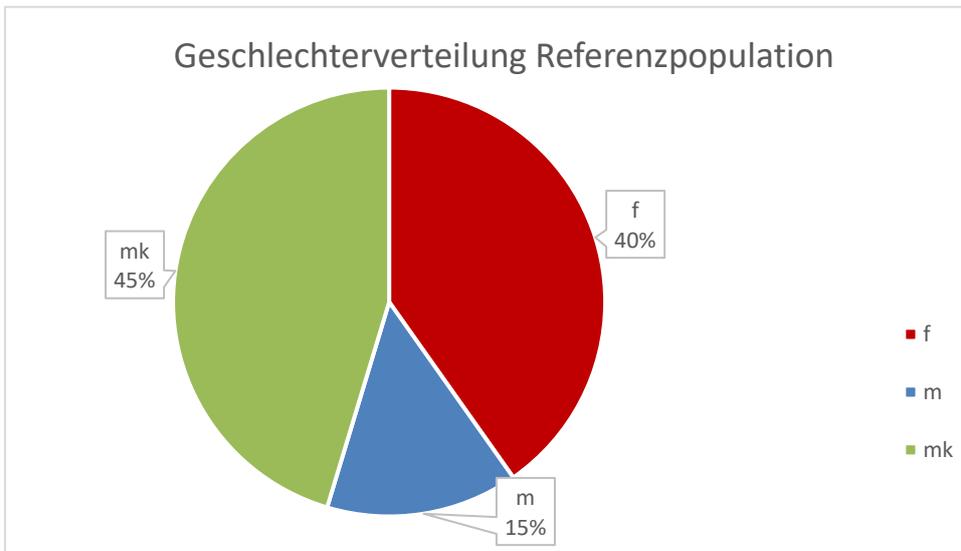


Abbildung 3: Geschlechterverteilung der Referenzpopulation

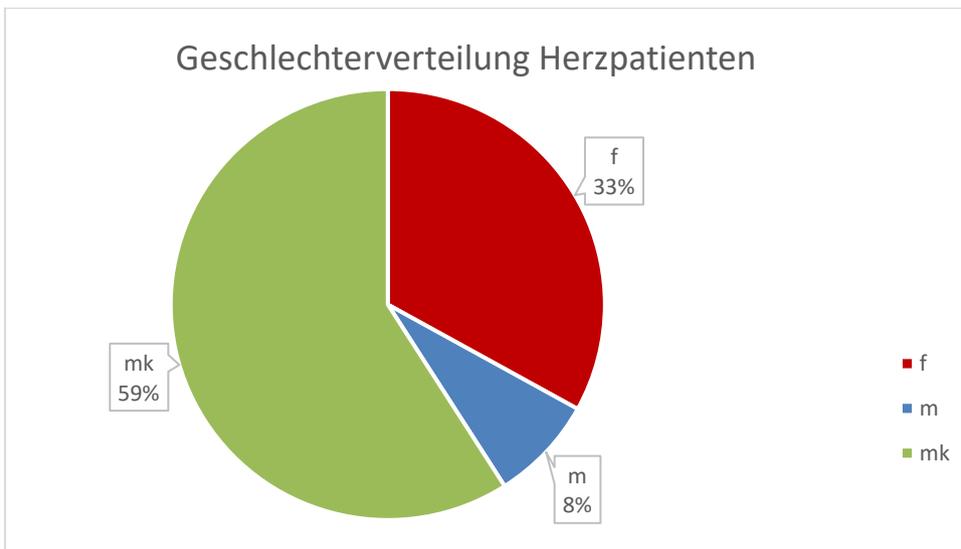


Abbildung 4: Geschlechterverteilung der Herzpatienten

Tabelle 2: Übersicht der Geschlechterverteilungen

		Referenzpopulation		Herzpatienten	
		absolut	in %	absolut	in %
f	Stute	2929	40	159	33
m	Hengst	1046	14	38	8
mk	Wallach	3300	45	284	59

Hier ergab der Chi-Quadrat-Test einen p-Wert $< 0,0001$, was bedeutet, dass auch der Unterschied in der Geschlechterverteilung hoch signifikant war. Anhand Abb. 4 und 5, sowie Tab. 2 kann man erkennen, dass der Unterschied durch einen geringeren Anteil an weiblichen Tieren bei den Herzpatienten zustande kam (Referenzpopulation 40 % vs. Herzpatienten 33 %). Daraus ergab sich ein höherer Anteil an männlichen Tieren (59 % vs. 67 %) wobei es hier nur eine Zunahme der Wallache (45 % vs. 59 %) gab, wohingegen der Anteil an Hengsten abnahm (14 % vs. 8 %).

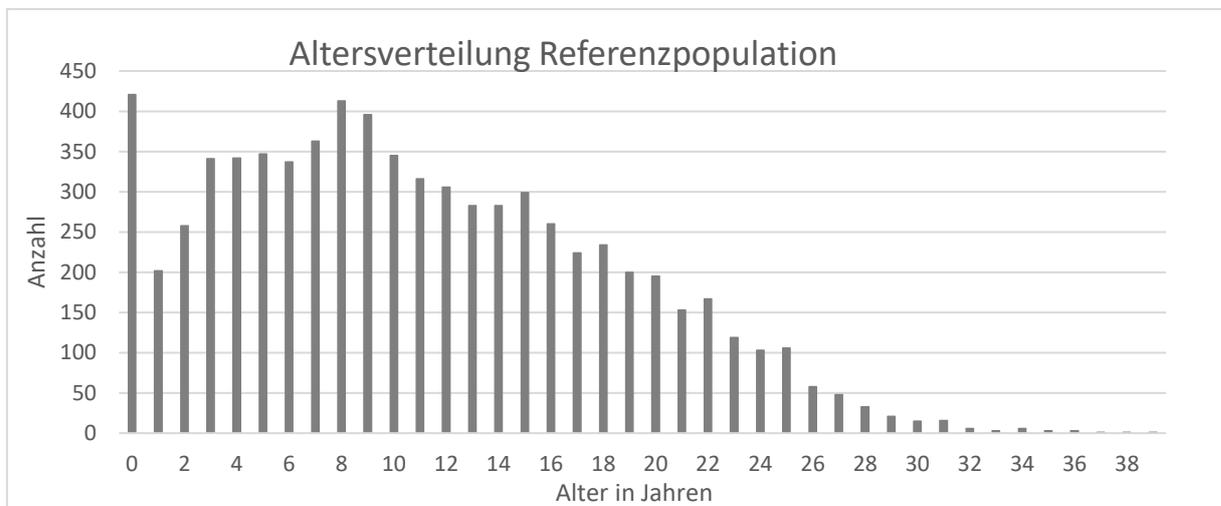


Abbildung 5: Altersverteilung der Referenzpopulation

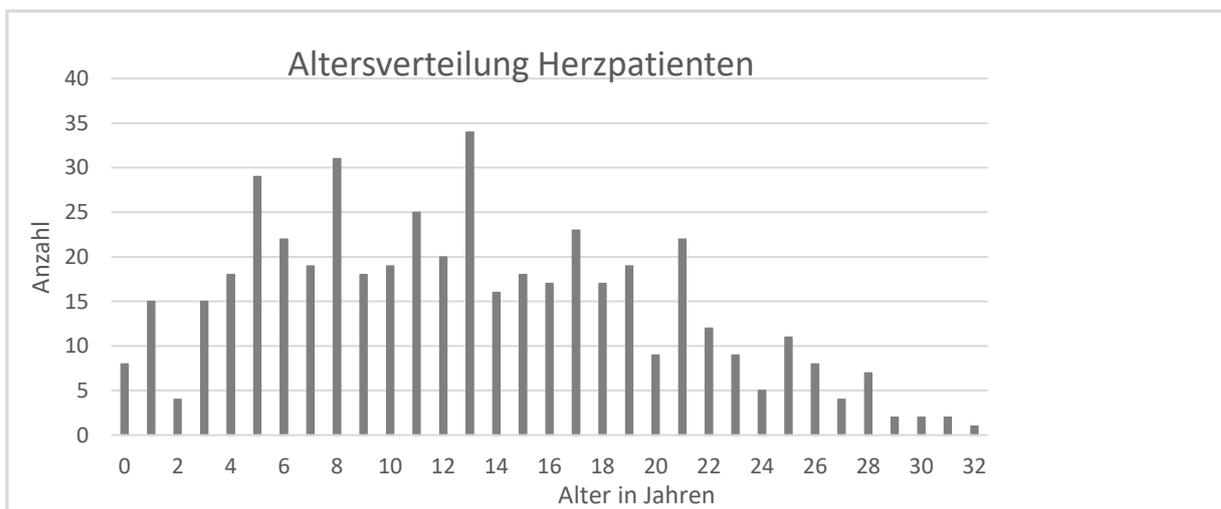


Abbildung 6: Altersverteilung der Herzpatienten

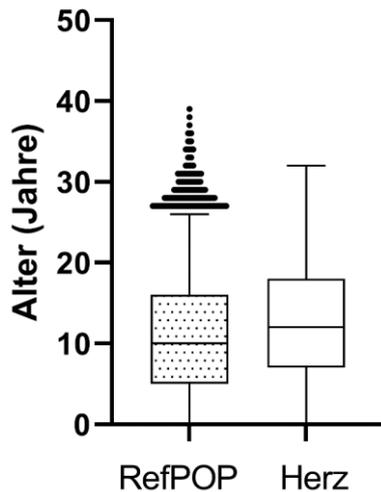


Abbildung 7: Altersverteilungen im Vergleich (Median mit 2,5 und 97,5 Perzentilen)

Die Altersverteilung der Referenzpopulation war nicht normal verteilt (Kolmogorov-Smirnov-Test), daher wurde ein nicht parametrischer Test verwendet und im Anschluss wurden die Altersverteilungen graphisch in den Histogrammen Abb. 5 und 6 dargestellt. Anhand dieser beiden Graphiken kann man feststellen, dass die Altersverteilung in der Population der Herzpatienten etwas nach rechts verschoben war, dass also die Herzpatienten tendenziell älter waren als die Patienten, die aus anderen Gründen an der Klinik vorgestellt wurden. Dies konnte auch mit dem Mann-Whitney U-Test nachgewiesen werden. Demnach lag bei der Referenzpopulation das Alter im Median bei zehn Jahren, bzw. im Durchschnitt bei elf Jahren und bei den Herzpatienten im Median bei zwölf Jahren, bzw. im Durchschnitt bei 13 Jahren. Die Standardabweichung lag dabei in beiden Fällen bei 7,3. Auch diese Unterschiede waren mit $p < 0,0001$ statistisch hoch signifikant.

Wie bereits beschrieben, wurden die Herzpatienten im Hinblick auf ihre Herzdiagnosen in sechs verschiedene Gruppen eingeteilt. Im Anschluss wurden die Warmblüter direkt mit den Islandpferden verglichen. Um zunächst einen Überblick zu erhalten, welche Diagnosen bei den Patienten genau gestellt wurden, bzw. welche Diagnosen in den sechs Gruppen vertreten sind, wurde eine Übersicht erstellt, in der dies nachvollziehbar ist (Tab. 10 und 11).

Tabelle 4: Legende zu Tab. 3

Kom	Kombination MR/AR
rhy	Rhythmusstörung
No-	keine US durchgeführt
Peri	Perikard betroffen
Myo	Myokard betroffen
VSD	Ventrikelseptumdefekt
VD	Verdachtsdiagnose
PHT	pulmonale Hypertension
AF	Vorhofflimmern
G	normale Ultraschalldimensionen, kein Herzgeräusch, keine Arrhythmie
-o	ohne Dilatation LA und/oder LV
-d	mit Dilatation LA und/oder LV
?	Verdachtsdiagnose

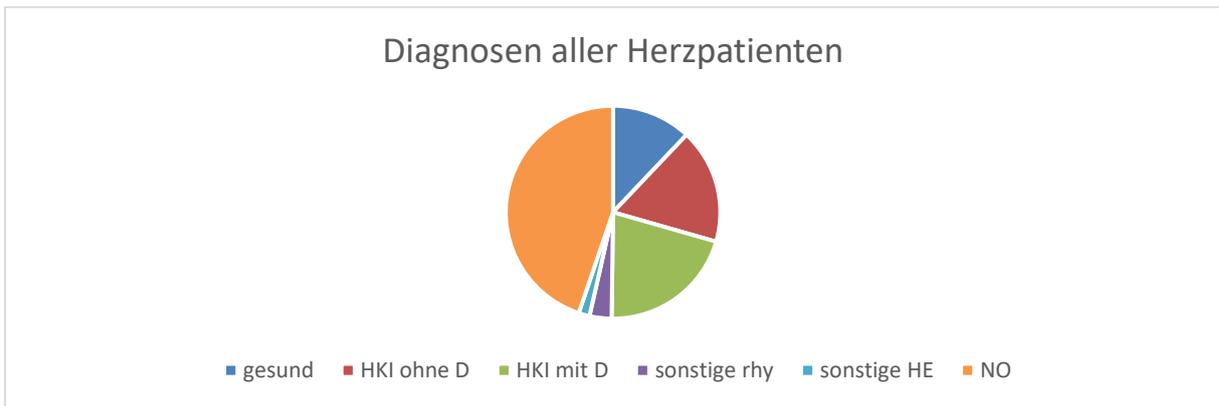


Abbildung 8: Diagnosen aller Herzpatienten

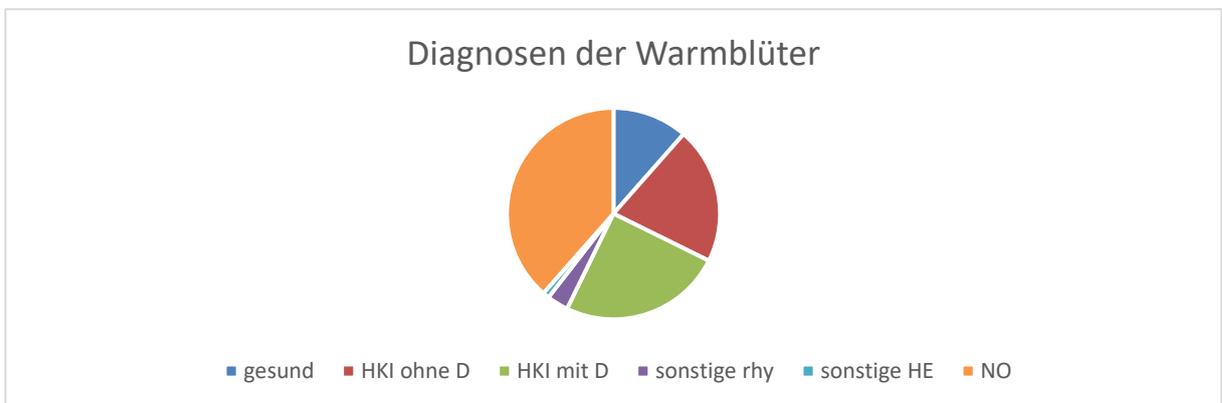


Abbildung 9: Diagnosen der Warmblüter

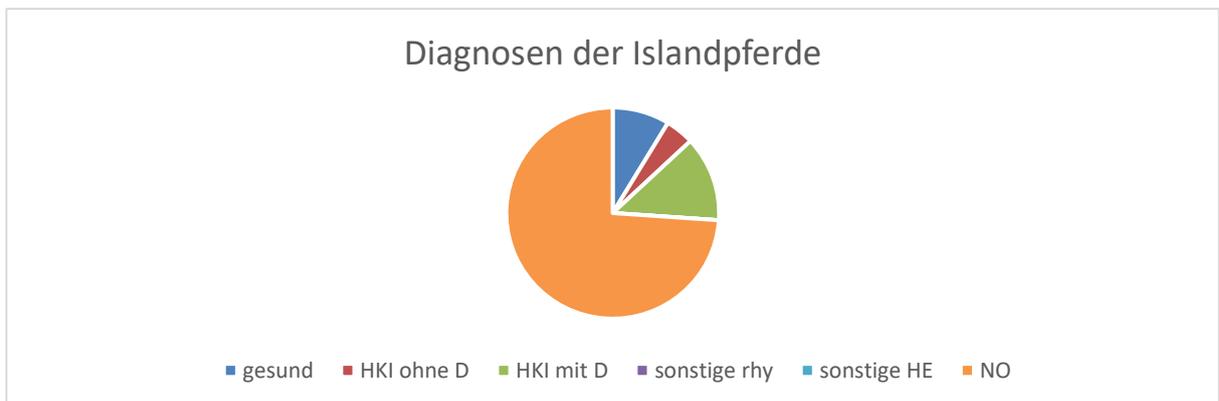


Abbildung 10: Diagnosen der Islandpferde

Tabelle 5: Übersicht der Herzdiagnosen

	alle		Warmblüter		Islandpferde	
	absolut	in %	absolut	in %	absolut	in %
gesund	58	12	36	12	2	9
HKI ohne D	84	17	64	21	1	4
HKI mit D	100	21	76	25	3	13
sonstige rhy	15	3	10	3	0	0
sonstige HE	9	2	3	1	0	0
NO	216	45	117	38	17	74
gesamt	482		306		23	

Wenn man in Abb. 8 bzw. Tab. 5 zunächst die gesamte Population betrachtet, gab es bei allen untersuchten Pferden insgesamt 184 Pferde mit einer HKI. Davon wiesen 100 Pferde gleichzeitig eine Dilatation des LA und/oder des LV auf, 84 Pferde nicht. Wenn man nun die Verteilung aller Diagnosen der Warmblutpferde (Abb. 9) mit der Verteilung aller Pferde (Abb. 8) vergleicht, gab es nur kleine Unterschiede, wohingegen bei den Islandpferden (Abb. 10) auffällt, dass es keine Patienten gab, die ausschließlich einen anderen Herzbefund hatten als eine HKI. Auch der Anteil an Islandpferden, die eine HKI mit oder ohne Dilatation des LA/LV hatten, ist im Vergleich deutlich geringer (13 % bzw. 4 % bei den Islandpferden vs. 21 % bzw. 17 % bei der Referenzpopulation vs. 25 % bzw. 21 % bei den Warmblütern). Außerdem fällt auf, dass der Anteil der vorgestellten Islandpferde, bei denen keine vollständige Untersuchung des Herzens vorlag (NO), deutlich höher war (74 %) als bei den Patienten insgesamt (45 %), bzw. als bei den Warmblütern (39 %).

Da in dieser Studie nur wenige Daten von Islandpferden erhoben werden konnten, war der Vergleich von allen Pferden mit Warmblütern und Islandpferden schwer, bzw. wenig aussagekräftig. Bei dem Vergleich der Häufigkeitsverteilungen der Diagnosen aller Herzpatienten mit den Warmblütern und Islandpferden erhält man mit dem Chi-Quadrat-Test einen p-Wert = 0,1377, was bedeutet, dass die Unterschiede in der Verteilung der einzelnen Herzdiagnosen nicht signifikant waren. Allerdings erhält man mit dem gleichen Test einen p-Wert = 0,4139, selbst wenn man die Islandpferde in diesem Vergleich nicht berücksichtigt. Das bedeutet, dass hier auch der Unterschied zwischen allen Herzpatienten und den Warmblütern nicht signifikant war.

Wenn man sich im Speziellen ansieht, wie groß der Anteil der HKI (unabhängig davon, ob eine Dilatation des LA und/oder LV besteht oder nicht) bei der Gesamtpopulation, bei den Warmblütern und bei den Islandpferden war und diese miteinander vergleicht, erhält man beim Chi-Quadrat-Test einen p-Wert = 0,75. Wenn man in diesem Vergleich die Islandpferde wieder ausklammert, um eine höhere Aussagekraft zu erhalten, ist $p = 0,6305$. Somit waren in beiden Fällen die Unterschiede wieder nicht signifikant.

In einem nächsten Schritt wurden die HKI mit bzw. ohne Dilatation in jeweils vier weitere Gruppen unterteilt, um zu ermitteln, welche HKI zu welchen Anteilen auftraten.

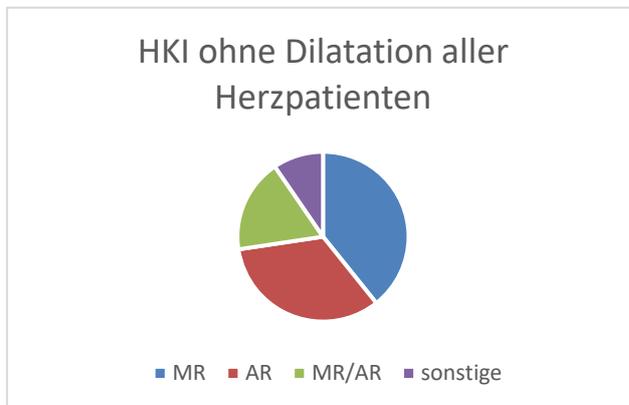


Abbildung 11: HKI ohne Dilatation aller Herzpatienten

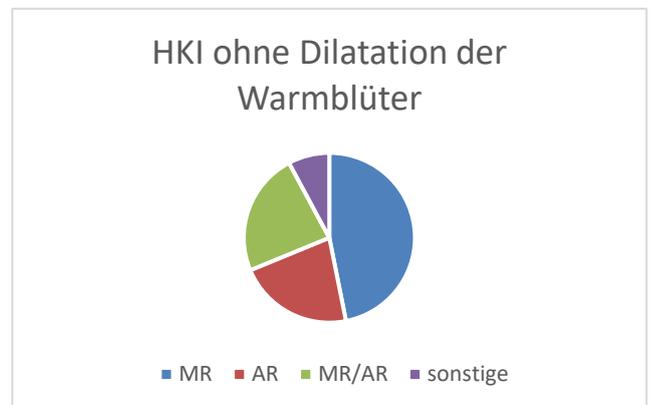


Abbildung 12: HKI ohne Dilatation der Warmblüter

Tabelle 6: Übersicht der HKI ohne Dilatation

	alle		Warmblüter		Islandpferde	
	absolut	in %	absolut	in %	absolut	in %
MR	33	39	30	47	1	100
AR	28	33	14	22	0	0
MR/AR	15	18	15	23	0	0
sonstige	8	10	5	8	0	0
gesamt	84		64		1	

Zunächst wurde die Verteilung der HKI ohne Dilatation angesehen (Abb. 11 und 12). Hier konnte man erkennen, dass die Warmblüter einen deutlich größeren Anteil an MR (47 %) und an MR/AR Kombinationen (23 %) und einen geringeren Anteil an AR (22 %) im Vergleich zur Gesamtpopulation (MR 39 % bzw. KomMR/AR 18 % bzw. AR 33 %) aufwiesen. Bei den

Islandpferden gab es nur ein Tier mit einer HKI ohne Dilatation (Tab. 6), welche eine MR war, aus diesem Grund wurden diese nicht graphisch dargestellt.

Wenn man hier wieder den Chi-Quadrat-Test anwendet und die Verteilung der HKI ohne Dilatation aller Pferde, der der Warmblüter und der der Islandpferde vergleicht, erhält man $p = 0,6497$. Wenn man den Vergleich ohne die Islandpferde durchführt, ist $p = 0,4151$. In beiden Fällen waren die Unterschiede somit nicht signifikant.

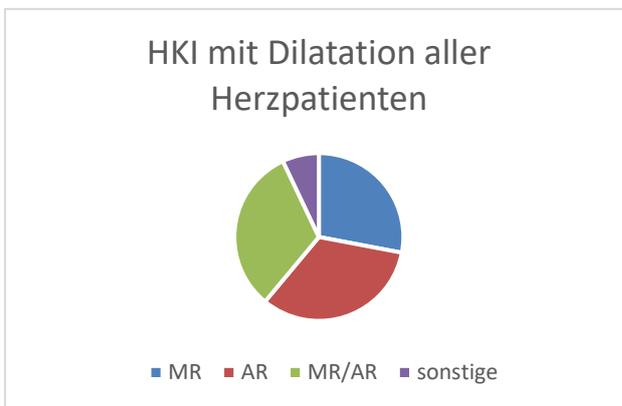


Abbildung 13: HKI mit Dilatation aller Herzpatienten

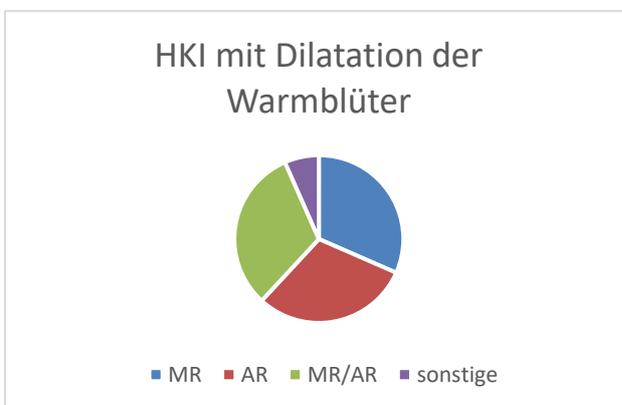


Abbildung 14: HKI mit Dilatation der Warmblüter

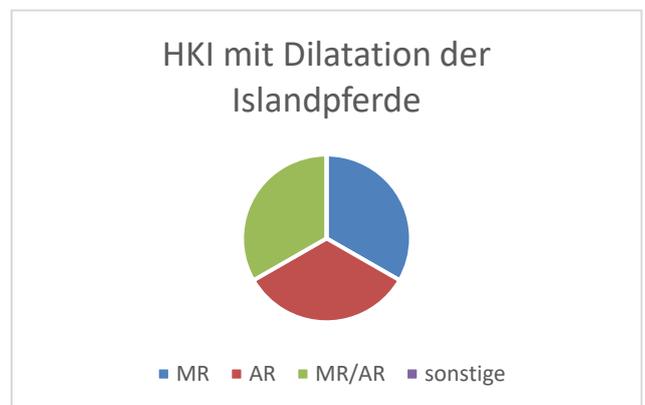


Abbildung 15: HKI mit Dilatation der Islandpferde

Tabelle 7: Übersicht der HKI mit Dilatation

	alle		Warmblüter		Islandpferde	
	absolut	in %	absolut	in %	absolut	in %
MR	28	28	24	32	1	33
AR	33	33	23	30	1	33
MR/AR	32	32	24	32	1	33
sonstige	7	7	5	7	0	0
gesamt	100		76		3	

Auch in Abb. 13 und 14 kann man gut erkennen, dass die Verteilung der HKI mit Dilatation bei den Warmblütern stark der Verteilung aller Pferde ähnelte. Das bedeutet, dass Pferde mit einer MR, einer AR oder einer Kombination aus den beiden und einer Dilatation zu jeweils ca. einem Drittel vertreten waren (32 % bzw. 30 % bzw. 32 % bei den Warmblütern vs. 28 % bzw. 33 % bzw. 32 % bei allen Herzpatienten), und dass es kaum Pferde mit einer anderen HKI (jeweils 7 %) gab. Bei den Islandpferden (Abb. 15) traten keine reinen sonstigen HKI auf, hier waren die anderen drei Gruppen zu jeweils einem Drittel vertreten.

Wenn man hier wieder den Chi-Quadrat-Test anwendet und alle drei Gruppen miteinander vergleicht, erhält man einen p-Wert = 0,99, wenn man die Islandpferde nicht berücksichtigt, ist $p = 0,95$. Auch hier waren die Unterschiede in beiden Fällen nicht signifikant.

4 Diskussion

Herzklappeninsuffizienzen treten häufig beim Pferd auf. Sie können über Jahre unverändert sein oder sich langsam verschlechtern. Sie können auch sehr häufig erst im Alter oder in Zusammenhang mit dem Sportlerherzen auftreten (2, 4, 5, 18). Die bisherigen Studien zeigten, dass trainierte Pferde (Traber, Vollblüter, Warmblüter) häufiger von HKI betroffen sind als nicht trainierte Pferde (13, 15, 19, 20). Außerdem konnte man feststellen, dass diese Tiere trotzdem in den meisten Fällen klinisch unauffällig sind, sodass die HKI keine klinische Relevanz in Bezug auf ihre Gesundheit oder sportliche Leistung haben (15–19).

Auch in Bezug auf Islandpferde wurde in einer Studie nachgewiesen, dass es einige Unterschiede in den gemessenen Dimensionen der Herzen zwischen trainierten und untrainierten Pferden gibt, und dass bei trainierten Islandpferden häufig HKI auftreten (25 von 44 Pferden), die aber klinisch nicht relevant sind (25).

In der vorliegenden Studie konzentrierte ich mich darauf zu analysieren, mit welcher Häufigkeit die verschiedenen Arten der HKI (MR, AR, TR, PR) bei den an der Universitätsklinik für Pferde vorgestellten Patienten vorkommen. Bei dieser Fragestellung wurde insbesondere auf den Unterschied zwischen den Warmblütern und den Islandpferden eingegangen.

Weiters wurde untersucht, in welchen Kombinationen diese HKI vorliegen und ob sie mit oder ohne Dilatation des LA bzw. des LV auftraten. Bei dieser Analyse fokussierte ich mich besonders auf die MR und AR, welche in der Population auch am häufigsten diagnostiziert wurden. Daneben wurde auch erörtert, welches Alter und welches Geschlecht die Herzpatienten hatten. Um die so gewonnen Ergebnisse noch besser einordnen und interpretieren zu können, wurden die Patienten, die innerhalb von zehn Jahren auf Grund einer Herzproblematik an der Klinik vorgestellt wurden, bzw. bei denen im Zuge des Klinikaufenthaltes eine Herzuntersuchung gemacht wurde, mit der Gesamtpopulation, die innerhalb einer vergleichbaren Zeitspanne an der Universitätsklinik für Pferde vorgestellt wurden, verglichen. So konnte man feststellen, ob sich die Rassen-, Geschlechter- und Altersklassenverteilung der Herzpatienten signifikant von der der Gesamtpopulation unterscheidet, und somit auf eine mögliche Prädisposition für das Vorkommen von HKI hinweisen könnte.

Nach Dokumentation und Auswertung der Daten konnte festgestellt werden, dass die Rassen-, Geschlechter- und Altersklassenverteilungen der Herzpatienten tatsächlich hoch signifikante Unterschiede aufwiesen in Bezug auf die Referenzpopulation. Diese Unterschiede basierten auf der Tatsache, dass bei den Herzpatienten weniger Ponies, Kaltblüter, American Quarterhorses und Islandpferde, und mehr Warmblüter und Araber vorgestellt wurden als bei der Referenzpopulation. Als möglicher Grund für diesen Unterschied erscheint plausibel, dass die Rassen, die seltener vorgestellt wurden, im Gegensatz zu Warmblütern und Arabern, eher robustere Rassen sind, die in Österreich außerdem weniger im Sport eingesetzt werden. Die Bereitschaft der Pferdehalter:innen ein von einem Haustierarzt/einer Haustierärztin festgestelltes Herzgeräusch genauer abzuklären zu lassen, könnte bei Freizeitpferden geringer sein als bei Tierhalter:innen von Pferden, die im Sport eingesetzt werden und bei Wettkämpfen auch von Turniertierärzt:innen untersucht werden.

Des Weiteren waren bei den Herzpatienten vermehrt Wallache vertreten, während der Anteil an Stuten und vor allem an Hengsten deutlich geringer war als bei der Referenzpopulation. Auch hier könnte die Begründung in der Nutzung liegen. Wallache gelten tendenziell als leichter im Umgang und unkomplizierter in der Haltung, was für einen bevorzugten Einsatz im Breitensport sprechen würde im Gegensatz zu Hengsten mit ihrem Hengstverhalten und im Gegensatz zu Stuten, die oft als launisch wahrgenommen werden. Das könnte wieder, wie oben beschrieben, bedeuten, dass bei Wallachen eher Herzgeräusche abgeklärt werden.

Auch der Unterschied in der Altersverteilung war hoch signifikant, das heißt im Genaueren, dass die Altersverteilung bei den Herzpatienten im Vergleich zur Referenzpopulation nach rechts verschoben war, was bedeutet, dass die Herzpatienten älter als der Durchschnitt der an der Klinik vorgestellten Patienten waren. Das lässt sich zum einen dadurch erklären, dass einige Herzerkrankungen eher in einem höheren Alter auftreten (z. B. AR) (5, 34, 35). Es könnte aber auch damit zusammenhängen, dass die Warmblutpferde und Araber durch starke sportliche Belastungen eher ab mittlerem Alter gesundheitliche Probleme, wie z.B. Herz-Kreislauf-Probleme, bekommen und somit bei diesen Tieren der Nutzen einer genauen kardiologischen Untersuchung als größer empfunden wird (35).

Im Hinblick auf die gestellten Diagnosen fiel auf, dass deren Verteilung bei den Warmblütern sehr stark der aller Herzpatienten ähnelte. Das lag vor allem daran, dass die Warmblüter mit Abstand den größten Teil der gesamten Herzpatienten ausmachten. Bei den Islandpferden hingegen waren zum einen nur sehr wenige Daten vorhanden und zum anderen wurden die meisten Patienten im Vergleich zu den anderen Rassen nicht mit einer vollständigen echokardiographischen Untersuchung abgeklärt. Das heißt, diese Patienten konnten in der weiteren Datenanalyse nicht berücksichtigt werden. Der Grund dafür könnte, wie auch oben bereits beschrieben, die Nutzungsrichtung als Freizeitpferd sein, eine damit verbundene geringere Sensibilisierung und geringeres Interesse, aber auch mit eingeschränkten finanziellen Möglichkeiten dieser Pferdehalter:innen. Wenn man sich nun trotz dieser Unterrepräsentation der Islandpferde die Unterschiede in Bezug auf alle gestellten Diagnosen (inkl. die HKI mit bzw. ohne Dilatation) zwischen allen Herzpatienten, den Warmblütern und Islandpferden ansieht, kann man feststellen, dass die Unterschiede in der Verteilung jeweils nicht signifikant waren. Wenn man die Islandpferde in allen Vergleichen vernachlässigt, erhält man das gleiche Ergebnis, also nicht signifikante Unterschiede. Dies könnte bedeuten, dass es tatsächlich keine Rassedispositionen für bestimmte HKI gibt.

Anschließend wurde die genaue Aufteilung der HKI ohne Dilatation angesehen. Bei der Gesamtpopulation traten vor allem MR, AR und Kombinationen aus MR/AR auf, bei den Warmblütern waren es vor allem MR, Kombinationen aus MR/AR und AR, und bei den Islandpferden gab es in der Gruppe der HKI ohne Dilatation nur eine MR.

Bei den HKI mit Dilatation kam in der Gesamtpopulation vor allem die AR, Kombinationen aus MR/AR und MR vor, bei den Warmblütern waren hier die MR und die Kombinationen aus MR/AR zu gleichen Teilen vertreten, gefolgt von AR, und bei den Islandpferden gab es je einen Patienten mit einer MR, AR und Kombination aus MR/AR. Sonstige HKI wurden in allen Gruppen kaum diagnostiziert.

Generell lässt sich sagen, dass es in allen Gruppen mehr Pferde mit einer HKI mit Dilatation gab als mit HKI ohne Dilatation. Es gibt somit keinen Hinweis in den vorliegenden Daten, der die Hypothese belegen könnte, dass Islandpferde mit hochgradigeren Befunden vorgestellt werden als Warmblüter.

Was in dieser Studie allerdings berücksichtigt werden muss, ist die bereits erwähnte kleine Stichprobengröße der Islandpferde. Dadurch, dass generell nur sehr wenige Islandpferde vorgestellt wurden, ist die Aussagekraft dieser Studie gering. Außerdem ist anzumerken, dass nicht bei jedem Tier eine vollständige kardiologische Abklärung vorgenommen wurde, bzw. dass nicht bei jedem Tier mit einem Herzultraschall tatsächlich noch die dazugehörigen Bilder zu finden waren. Dadurch war es nicht möglich, einzelne Werte, wie zum Beispiel den LVIDd, im Nachhinein nachzumessen. Dies reduzierte vor allem die bereits sehr kleine Population der Islandpferde noch weiter, da somit einige Tiere nicht in der weiteren Datenanalyse berücksichtigt werden konnten.

Als weitere Einschränkung muss erwähnt werden, dass die Population der Herzpatienten der letzten zehn Jahre zwar mit einer Population aller vorgestellten Patienten innerhalb von zehn Jahren verglichen wurde, allerdings sind diese beiden Populationen nicht genau im gleichen Zeitraum vorgestellt worden. Das ist dem Umstand geschuldet, dass es weit über den Rahmen dieser Arbeit hinausgegangen wäre, zusätzlich die notwendigen Daten aller vorgestellten Patienten zu dokumentieren. Daher wurden bereits bestehende Daten herangezogen, was bedeutet, dass Herzpatienten nicht direkt aus der Referenzpopulation stammen. Allerdings erschien der Zeitraum von zehn Jahren ausreichend, um eine durchschnittliche Population der an der Universitätsklinik vorgestellten Pferde abzubilden.

Des Weiteren ist anzumerken, dass bei der Beurteilung der LIVDd nicht berücksichtigt wurde, wie die einzelnen Pferde genutzt werden, ob diese trainiert oder sogar im Turnier- oder Hochleistungssport eingesetzt werden. Dies hat jedoch, wie bereits beschrieben, einen großen Einfluss auf die Herzdimensionen. Vor allem beeinflusst werden dadurch der Werte der LV mass, der mittleren Wanddicke des LV und des LVIDd (20–24). Letzterer spielt von diesen drei Werten die größte Rolle für diese Studie. In diesem Zusammenhang bedeutet das, dass in einzelnen Fällen der LVIDd für ein Tier einer Rasse möglicherweise als zu groß und damit pathologisch gewertet wurde, obwohl dieses Pferd eigentlich als Sportpferd eingesetzt wird und ein „Sportlerherz“ besitzt, bei dem diese Vergrößerung als nicht pathologisch zu werten ist (17, 23, 24). Es wäre allerdings auch hier über den Rahmen der retrospektiven Arbeit hinaus gegangen, für jedes einzelne Tier die genaue Trainingsanamnese im Nachhinein festzustellen. Zur Vereinfachung beschränkte ich mich auf Referenzen für die einzelnen Rassen.

In Bezug auf diese Referenzwerte für verschiedene Rassen ist außerdem zu bedenken, dass für einzelne Rassen, wie beispielsweise für Lipizzaner, noch keine Referenzwerte existieren. Daher wurden die Werte der betroffenen Tiere mittels bereits erläuterter Umrechnungsmethode (33) auf ein 500 kg schweres Pferd umgerechnet, um die Werte besser vergleichbar machen zu können. Somit wurde auch bei dieser Vorgehensweise die Herzgesundheit und die Herzdimension nur in Zusammenhang mit dem Gewicht, bzw. mit der Größe beurteilt, und der Trainingszustand konnte auch hier nicht mitberücksichtigt werden.

Zusammenfassend können die Daten so interpretiert werden, dass Pferde, die zur kardiologischen Abklärung an der Universitätsklinik für Pferde vorgestellt werden, dem für Österreich typischen Sportpferd entspricht: ein Warmblut- oder Araberwallach mittleren Alters.

Die wenigen Islandpferde, die in der Studie berücksichtigt werden konnten, wiesen keinen höheren Schweregrad der HKI auf als Pferde anderer Rassen, insbesondere Warmblutpferde. Die kleine Anzahl der Islandpferde in der Studie erlaubt es jedoch nicht, genauere Aussagen darüber zu machen. Auffällig war auch, dass bei Islandpferden sehr selten eine vollständige kardiologische Untersuchung durchgeführt wurde. Dies könnte ein Hinweis dafür sein, dass finanzielle Einschränkungen oder mangelndes Wissen bzw. Interesse eine zusätzliche Rolle spielen. Daher wäre eine Sensibilisierung der Tierhalter:innen nötig, dass auch bei Freizeitpferden eine kardiologische Untersuchung bei entsprechenden Befunden indiziert ist.

5 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Rassenverteilung der Referenzpopulation.....	13
Abbildung 2: Rassenverteilung der Herzpatienten.....	13
Abbildung 3: Geschlechterverteilung der Referenzpopulation.....	15
Abbildung 4: Geschlechterverteilung der Herzpatienten.....	15
Abbildung 5: Altersverteilung der Referenzpopulation.....	16
Abbildung 6: Altersverteilung der Herzpatienten.....	16
Abbildung 7: Altersverteilungen im Vergleich (Median mit 2,5 und 97,5 Perzentilen).....	17
Abbildung 8: Diagnosen aller Herzpatienten.....	20
Abbildung 9: Diagnosen der Warmblüter.....	20
Abbildung 10: Diagnosen der Islandpferde.....	20
Abbildung 11: HKI ohne Dilatation aller Herzpatienten.....	22
Abbildung 12: HKI ohne Dilatation der Warmblüter.....	22
Abbildung 13: HKI mit Dilatation aller Herzpatienten.....	23
Abbildung 14: HKI mit Dilatation der Warmblüter.....	23
Abbildung 15: HKI mit Dilatation der Islandpferde.....	23

6 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der Rassenverteilungen.....	14
Tabelle 2: Übersicht der Geschlechterverteilungen.....	15
Tabelle 3: Übersicht aller gestellten Herzdiagnosen.....	18
Tabelle 4: Legende zu Tab. 3.....	19
Tabelle 5: Übersicht der Herzdiagnosen.....	21
Tabelle 6: Übersicht der HKI ohne Dilatation.....	22
Tabelle 7: Übersicht der HKI mit Dilatation.....	24

7 Literaturverzeichnis

1. König HE, Liebich H-G, editors. Anatomie der Haussäugetiere: Lehrbuch und Farbatlas für Studium und Praxis. 6., überarbeitete und erweiterte Auflage. Stuttgart: Schattauer; 2015.
2. Colin C. Schwarzwald. Chapter 9 - Disorders of the Cardiovascular System. In: Stephen M. Reed, Warwick M. Bayly, Debra C. Sellon, editors. Equine Internal Medicine (Fourth Edition). Fourth Edition. W.B. Saunders; 2018. p. 387–541 Available from: URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780323443296000097>.
3. Baumgärtner W, Gruber A, editors. Allgemeine Pathologie für die Tiermedizin. 2., aktualisierte Aufl. Stuttgart: Enke; 2015.
4. Schwarzwald CC. Herzerkrankungen beim Sportpferd: Aktuelle Empfehlungen des 2014 ACVIM/ECEIM Consensus Statement. Schweizer Archiv für Tierheilkunde 2016;677–89.
5. Gehlen H, editor. Pferdekardiologie. Hannover: Schlütersche; 2009.
6. Kinjal M. Patel, Nakul S. Kumar, Peter J. Neuburger, Ronak G. Desai, Sandeep Krishnan. Functional Tricuspid Regurgitation in Patients With Chronic Mitral Regurgitation: An Evidence-Based Narrative Review. Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia 2022; 36(6):1730–40. Available from: URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1053077021004456>.
7. Poche R, Hauptmann S, Vos FP. Strukturelle Veränderungen des druck- und volumenüberlasteten Herzens. In: Herzkrankheiten: Pathophysiologie Diagnostik Therapie. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 1996. p. 131–9.
8. Shiels HA, White E. The Frank–Starling mechanism in vertebrate cardiac myocytes. Journal of Experimental Biology 2008 [cited 2022 Aug 4]; 211(13):2005–13.
9. Gehlen H, Stadler P. Herz-/Kreislaufuntersuchung des Pferdes. pferde spiegel 2007; 10(01):17–23.
10. Gehlen H. Herzerkrankungen beim Pferd. pferde spiegel 2016; 19(02):47–52.

11. Baumgartner W, Wittek T, editors. *Klinische Propädeutik der Haus- und Heimtiere*. 9. aktualisierte und erweiterte Auflage. Stuttgart: Enke; 2017.
12. Hövener J, Pokar J, Merle R, Gehlen H. Association between Cardiac Auscultation and Echocardiographic Findings in Warmblood Horses. *Animals* 2021; 11(12). Available from: URL: <https://www.mdpi.com/2076-2615/11/12/3463>.
13. Young LE, Wood JL. Effect of age and training on murmurs of atrioventricular valvular regurgitation in young thoroughbreds. *Equine Vet J* 2000; 32(3):195–9.
14. Marr CM, Reef VB. Physiological valvular regurgitation in clinically normal young racehorses: prevalence and two-dimensional colour flow Doppler echocardiographic characteristics. *Equine Vet J Suppl* 1995; (19):56–62.
15. Young LE, Rogers K, Wood J. Heart Murmurs and Valvular Regurgitation in Thoroughbred Racehorses: Epidemiology and Associations with Athletic Performance. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 2008; 22(2):418–26.
16. Nikolaus G. Kriz, David R. Hodgson, Reuben J. Rose. Prevalence and clinical importance of heart murmurs in racehorses. *J Am Vet Med Assoc* 2000; 216(9):1441–5. Available from: URL: <https://avmajournals.avma.org/view/journals/javma/216/9/javma.2000.216.1441.xml>.
17. Rikke Buhl, Ellen Ekkelund Petersen, Maria Lindholm, Lars Bak, Katarina Nostell. Cardiac Arrhythmias in Standardbreds During and After Racing—Possible Association Between Heart Size, Valvular Regurgitations, and Arrhythmias. *Journal of Equine Veterinary Science* 2013; 33(8):590–6. Available from: URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0737080612007861>.
18. van Kampen WJ. Valvular regurgitations, heart murmurs and cardiac dimensions in elite dressage horses; 2014.
19. Wijnberg ID, Maarsse J, van Kampen W, Veraa S. Cardiac Morphology and Heart Murmurs in Elite Eventing and Dressage Horses. *Equine Vet J* 2014; 46(S46):26.

20. Rikke Buhl, Annette Kjær Ersbøll. Echocardiographic evaluation of changes in left ventricular size and valvular regurgitation associated with physical training during and after maturity in Standardbred trotters. *J Am Vet Med Assoc* 2012; 240(2):205–12. Available from: URL: <https://avmajournals.avma.org/view/journals/javma/240/2/javma.240.2.205.xml>.
21. Rikke Buhl, Annette K. Ersbøll, Lis Eriksen, Jørgen Koch. Changes over time in echocardiographic measurements in young Standardbred racehorses undergoing training and racing and association with racing performance. *J Am Vet Med Assoc* 2005; 226(11):1881–7. Available from: URL: <https://avmajournals.avma.org/view/journals/javma/226/11/javma.2005.226.1881.xml>.
22. YOUNG LE. Cardiac responses to training in 2-year-old Thoroughbreds: an echocardiographic study. *Equine Vet J* 1999; 31(S30):195–8.
23. Fagard RH. Athlete's Heart: A Meta-Analysis of the Echocardiographic Experience. *Int J Sports Med* 1996; 17(S 3):S140–S144.
24. GregBryanMD*AnnWardPhD*James M.RippeMD*. Athletic Heart Syndrome. *Clinics in Sports Medicine* 1992; 11(2):259–72.
25. Gehlen H, Haubold A, Stadler P. [Reference values for echocardiographic parameters of trained and untrained Icelandic horses]. *Dtsch Tierarztl Wochenschr* 2007; 114(10):374–7.
26. Stefánsdóttir GJ, Ragnarsson S, Gunnarsson V, Jansson A. Physiological response to a breed evaluation field test in Icelandic horses. *Animal* 2014; 8(3):431–9. Available from: URL: <https://www.cambridge.org/core/article/physiological-response-to-a-breed-evaluation-field-test-in-icelandic-horses/296111C70C56F366E2C2C9923769B9B6>.
27. Stefánsdóttir GJ, Ragnarsson S, Gunnarsson V, Roepstorff L, Jansson A. A comparison of the physiological response to tölt and trot in the Icelandic horse. *J Anim Sci* 2015; 93(8):3862–70.
28. Marzinek-Späth E, Ball H, editors. *Das große Pferdelexikon: Von A bis Z. 3., überarb. und aktualisierte Aufl.* München: Schneiderbuch Egmont; 2008. (Schneider-Buch).

29. Roberts SL, Dukes-McEwan J. Assessment of cardiovascular disease in the donkey: clinical, echocardiographic and pathological observations. *Veterinary Record* 2016; 179(15):384.
30. Marr C, Bowen M. *Cardiology of the Horse*. Elsevier Health Sciences; 2011.
31. Vernemmen I, Vera L, van Steenkiste G, van Loon G, Decloedt A. Reference values for 2-dimensional and M-mode echocardiography in Friesian and Warmblood horses. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 2020; 34(6):2701–9.
32. Slater JD, Herrtage ME. Echocardiographic measurements of cardiac dimensions in normal ponies and horses. *Equine Vet J* 1995; 27(S19):28–32.
33. Berthoud D, Schwarzwald CC. Echocardiographic assessment of left ventricular size and systolic function in Warmblood horses using linear measurements, area-based indices, and volume estimates: A retrospective database analysis. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 2021; 35(1):504–20.
34. Fahlbusch FG. *Statuserhebung zu Erkrankungen beim alten Pferd* 2017.
35. 15 Das geriatrische Pferd. In: *Zivilisationskrankheiten des Pferdes*. Stuttgart: Sonntag Verlag in Georg Thieme Verlag KG; 2016 Available from: URL: <http://www.thieme-connect.de/products/ebooks/lookinside/10.1055/b-0036-130425>.