

Aus dem Department für Innere Medizin in der Veterinärmedizin der Veterinärmedizinischen  
Universität Wien

Universitätsklinik für Interne Medizin

(Leiter: Univ.-Prof. Dr.med.vet. Iwan Burgener Dipl.ECVIM-CA Dipl.ACVIM)

**Retrospektive Betrachtung der Szintigraphie beim Pferd an der  
Veterinärmedizinischen Universität Wien im Zeitraum 2011 bis 2021**

Diplomarbeit

Veterinärmedizinische Universität Wien

vorgelegt von

Thomas Hochhauser

Wien, im August 2022

Betreuer: Dr.med.vet. Maximilian Pagitz  
Universitätsklinik für Interne Medizin der Kleintiere

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Material und Methode	5
	2.1 Die szintigraphische Untersuchung	6
	2.1.1 Sedierung, Tracer und Kamerasystem	6
	2.1.2 Die Vorbereitung	7
	2.1.3 Der Ablauf der szintigraphischen Untersuchung	8
	2.1.4 Die Auswertung der Befunde	9
	2.2 Statistische Auswertung	10
3	Ergebnisse	11
	3.1 Überblick Rassen	11
	3.2 Überblick Alter	15
	3.3 Überblick Geschlecht	17
	3.4 Überblick Art der Szintigraphie	19
	3.5 Überblick Verfahren der Szintigraphie	20
	3.6 Überblick zuweisende Stelle	21
	3.7 Überblick Diagnosen	22
4	Diskussion	25
5	Zusammenfassung	29
6	Literaturverzeichnis	31
7	Abbildungsverzeichnis	33
8	Bilderverzeichnis	34

## **Danksagung**

An dieser Stelle möchte ich mich bei all denjenigen bedanken, die mich während der Entstehung dieser Diplomarbeit motiviert und unterstützt haben.

Besonders gilt mein Dank Herrn Dr. med. vet. Maximilian Pagitz, der mich während der Diplomarbeit bestens betreut und unterstützt hat. Neben den hilfreichen Anregungen, der tatkräftigen Unterstützung und der Geduld möchte ich mich für seine Freundlichkeit bei der Betreuung dieser Arbeit herzlich bedanken.

Außerdem möchte ich mich bei meinen Eltern, Eva und Günther bedanken, die mich immer wieder motiviert und mir mein Studium durch ihre Unterstützung ermöglicht haben sowie immer für mich da sind.

Abschließend möchte ich mich bei meiner Freundin Teresa bedanken, die mich immer ermuntert und angespornt hat meine Diplomarbeit abzuschließen.

## 1. Einleitung

Die Veterinärmedizin hat sich in den letzten Jahren stark weiterentwickelt, so auch der Zweig der bildgebenden Diagnostik. Neben den inzwischen häufig angewandten Verfahren der Sonografie und Radiologie, sowie der Computertomografie und Magnetresonanztomografie gibt es eine weitere Technik, die eine völlig andere Herangehensweise zeigt – die Szintigraphie.

Die Szintigraphie ist eine Technik zur Funktions- und Lokalisationsdiagnostik, bei der durch den Einsatz von radioaktiven Stoffen vor allem Stoffwechselprozesse dargestellt werden. Beim Pferd dient sie vor allem der Darstellung des Metabolismus von Knochensubstanz und umliegender Weichteile und ist damit die einzige bildgebende Untersuchung, die dies ermöglicht (Huchzermeyer 2015; Biggi 2020).

Im Unterschied zur Humanmedizin, in der die Szintigraphie hauptsächlich zur Auffindung von ossären Metastasen verwendet wird, wird sie in der Pferdemedizin vermehrt zur Diagnostik von Entzündungen in Skelett und Muskulatur angewandt, sowie zum Aufspüren von Lahmheiten, Fissuren und Frakturen (Jahn 2010).

Die Szintigraphie hat gegenüber Röntgenaufnahmen den Vorteil, dass mit dieser Untersuchungsmethode Stressfrakturen sehr viel früher erkannt werden können, sowie die Möglichkeit der Bildaufnahme aus verschiedenen Winkeln und Untersuchung von Knochenregionen, die mittels Röntgenuntersuchung nicht oder nur mit hohem Aufwand untersuchbar sind, zum Beispiel das Becken. Außerdem erlaubt sie eine Kontrolle des Heilungsprozesses und ermöglicht so das Training zum richtigen Zeitpunkt wieder aufnehmen zu können, was insbesondere bei Sportpferden ein wichtiger Faktor ist (Dyson et al. 2003).

Durch die besondere Technik ist die Szintigraphie zum Beispiel bei Stressfrakturen und Fissuren, die besonders bei jungen Rennpferden häufig vorkommen (Dyson 2014) und anders kaum erkannt werden würden, die richtige Wahl, da sie sehr viel empfindlicher ist als andere radiologische Untersuchungen (Steckel 1991).

Die Szintigraphie ist auch nützlich, um abzuklären wieso ein Pferd sich unter dem/der ReiterIn trotz guter Gymnastizierung unwillig zeigt. Hierbei wird besonders auf entzündliche Prozesse im Rückenbereich geachtet (Jahn 2010).

Mithilfe der Szintigraphie lassen sich beim Pferd auch Lahmheitsursachen feststellen, die mittels anderer Untersuchungen, sei es nun Ultraschall, Röntgen oder adspektorische Untersuchungen nicht in dieser Weise feststellbar wären und vor allem nicht in dieser Genauigkeit (Freese und Blum 2020).

Bei szintigraphischen Untersuchungen nutzt man die Sichtbarmachung von ionisierender Gamma-Strahlung mittels spezieller Gammakameras. Genauer gesagt wird die Strahlung gemessen und lokalisiert, die beim Zerfall des verwendeten Radionuklids ausgesendet wird (Huchzermeyer 2015). Am häufigsten nutzt man dafür das metastabile Technetium 99, da seine Halbwertszeit bei nur 6,02 Stunden liegt (Huchzermeyer 2015). Es wird, an einen Knochenmarker (Bisphosphonat) gekoppelt, intravenös verabreicht. Nach der Injektion dauert es etwa zwei Stunden, in denen das Pferd warm und abseits anderer Pferde stehen sollte, bis sich das Radiopharmakon im ganzen Körper verteilt und an den muskuloskeletalen Bereichen im Körper angelagert hat (Freese und Blum 2020). Das Pharmakon bindet sich an den Bereich, in dem erkrankungsbedingt ein erhöhter Knochenumsatz vorliegt. Hier reichert sich besonders viel Technetium an, wodurch diese Stellen auf den szintigraphischen Aufnahmen besonders heiß erscheinen.

Die Anreicherung erfolgt durch Bindung des Bisphosphonates an das Hydroxylapatit der Knochen. Die Intensität der Anreicherung ist abhängig vom Knochenumsatz und dem Blutfluss zum Knochen (Dyson et al. 2003).

Aufgrund dieser Eigenschaften eignet sich diese Untersuchungsmethode insbesondere um entzündliche Prozesse am Bewegungsapparat sichtbar zu machen, sowie zur Diagnostik unerklärlicher Lahmheiten und zur Untersuchung schwer zugänglicher Körperteile wie Kopf, Rücken und Hüfte, da hier neben TierärztInnen meist auch OsteopathInnen und PhysiotherapeutInnen mit den üblichen Untersuchungsmethoden nicht weiterkommen (Freese und Blum 2020). Dies kann besonders in frühen Krankheitsstadien für die weitere Behandlung von großer Bedeutung sein.

Bei der Knochenszintigraphie des Pferdes unterscheidet man zwischen Ganzkörper- und Teilkörperszintigraphien. Während sich die Ganzkörperszintigraphie besonders bei Problemen wie Leistungsschwäche, Unrittigkeit und Lahmheiten, die intermittierend, subtil, an mehreren Gliedmaßen oder nur bei höheren Geschwindigkeiten auftreten (Huchzermeyer 2015), eignet, wird die Teilkörperszintigraphie insbesondere dann eingesetzt, wenn sich das Problem auf einen bestimmten Körperbereich oder auf einen bestimmten Körperteil beschränkt.

Die beim Pferd am häufigsten genutzte Art der Szintigraphie ist die Knochenszintigraphie. Diese Form der Szintigraphie wird seit den 80er Jahren durchgeführt und dient der Darstellung des Knochenmetabolismus. An der Veterinärmedizinischen Universität in Wien ist die Knochenszintigraphie auch heute noch das am meisten durchgeführte Szintigraphieverfahren beim Pferd und hilft dabei Veränderungen zu entdecken, bevor sie im Röntgenbild sichtbar werden bzw. zu erkennen, ob ein gesteigerter Knochenstoffwechsel vorliegt, was ebenfalls auf ein Problem hindeutet (Veterinärmedizinische Universität Wien 2022).

Neben der Knochenszintigraphie wird weiters die 3-Phasen-Szintigraphie, auch Mehrphasenszintigraphie genannt, genutzt. Sie setzt sich aus den folgenden Phasen zusammen:

1. Phase - Vaskuläre Phase

Diese Aufnahmen werden innerhalb der ersten 90 Sekunden nach der Injektion des Tracers gemacht. Hier wird der Blutfluss in den unterschiedlichen Körperregionen dargestellt. Diese Aufnahmen ermöglichen eine Einschätzung darüber, welche Regionen möglicherweise verstärkt (zum Beispiel bei akuten Entzündungen) oder reduziert (zum Beispiel bei Thrombosen) durchblutet werden.

2. Phase - Poolphase

Fünf bis zwanzig Minuten nach der Injektion folgt die Weichteilphase. Hier verteilt sich das Technetium im Kapillarsystem und der Extrazellulärflüssigkeit und zeigt so, über vermehrte oder verminderte Darstellung, wo sich Weichteilveränderungen befinden.

3. Phase - Knochenphase

Die Knochenphase beginnt zwei bis drei Stunden nach der Injektion. Hier hat sich das Radiopharmakon bereits in den Knochen angereichert und gibt so Aufschluss darüber, ob hier Probleme vorliegen. Eine erhöhte Aufnahme findet hier beispielsweise im Bereich von Wachstumsfugen bei noch nicht ausgewachsenen Pferden statt oder bei pathologischen Prozessen (Huchzermeyer 2015).

Bei der Knochenszintigraphie wird ausschließlich die dritte Phase durchgeführt.

Die Untersuchung erfolgt immer am sedierten Pferd und ist aufgrund des Einsatzes radioaktiver Elemente und der dadurch erforderlichen Strahlenschutzmaßnahmen, sowie der erforderlichen speziellen Kamerasysteme und ihrer Aufhängungen sehr aufwendig. Für Szintigraphieaufnahmen von einem Pferd werden in der Regel mindestens zwei, oft drei Personen gebraucht – eine Person, die sich um das Pferd kümmert, eine Person, die die Gammakamera bewegt und eine Person am Computer, die die Kamera auslöst. Bei Gammakameras, die vom Computer aus gesteuert werden können, fällt die Person an der Kamera weg (Dyson et al. 2003). Aufgrund dieses erhöhten Aufwandes ist diese Untersuchungsart nur einigen wenigen Einrichtungen vorbehalten und wird vorwiegend von Kliniken durchgeführt.

Eine szintigraphische Untersuchung ist in den meisten Fällen aber nur eine Ergänzung zu weiteren klinischen und bildgebenden Untersuchungen wie Ultraschall oder Röntgen darstellen, da sie allein eher ungenaue Ergebnisse liefert, die hauptsächlich als Anhaltspunkt für die weitere Diagnostik bzw. im Zusammenhang mit den Ergebnissen der anderen Untersuchungen, helfen die genaue Ursache des Problems zu finden (Freese und Blum 2020; Pferdekl. an der Rennbahn 2021).

## 2. Material und Methode

In dieser retrospektiven Studie wurden 220 Pferde betrachtet, die zwischen dem 01.06.2011 und dem 01.06.2021 an der Universität für Veterinärmedizin szintigraphisch untersucht wurden.

Die Daten habe ich aus dem Tierspitalinformationssystem (Anm.: TIS) der Veterinärmedizinischen Universität Wien übernommen. Daraus habe ich in Microsoft Excel eine Tabelle erstellt, um die Daten zu gruppieren.

Die Daten wurden nach folgenden Eigenschaften sortiert:

- TIS Nummer
- Rasse
- Alter
- Geschlecht
- Schweregrad der Diagnose
- Diagnose des Zuweisers
- Art der Szintigraphie
- Abnorme Befunde
- Verfahren der Szintigraphie
- Zuweiser
- Enddiagnose
- Röntgenbefund

Aus den Gruppierungen mit ausreichender Datenmenge habe ich mithilfe von Microsoft Excel Diagramme erstellt, die ich anschließend mittels passender Tests statistisch ausgewertet habe.

## 2.1 Die szintigraphische Untersuchung

### 2.1.1 Sedierung, Tracer und Kamerasystem

Bei der Durchführung der vaskulären und Weichteilphase der szintigraphischen Untersuchung wurden die Pferde mit Xylazin (Sedaxylan 20mg/ml von Dechra, Eurovet Animal Health B.V., Handelsweg 25, 5531 AE Bladel, Niederlande) mit 0,5-1mg/kg i.v. sediert. In Fällen, wo diese Sedierung nicht ausreichend war, wurde zusätzlich mit Butorphanol sediert.

Für die Knochenphase der szintigraphischen Untersuchung wurden die Pferde mit einer Mischung aus Butorphanol 10mg/ml (Richter Pharma AG, Feldgasse 19, A-4600 Wels, Österreich) oder Alvegesic (Butomidol/V.M.D.n.v. Hoge Mauw 900, 2370 Arendonk, Belgien) mit 0,01mg/kg i.v. plus Detomidin (Domosedan 10mg/ml, Orion Corporation, Orionintie 1, 02200 Espoo, Finnland) 0,01mg/kg i.v. als Startdosis sediert. Steigerung der Dosis und Wiederholungen nach Bedarf.

In der Regel wurde alle 30-45 Minuten nachgespritzt. Selten waren mehr als 0,015mg/ml Butorphanol und 0,012mg/ml Detomidin notwendig.

Als Radionuklid wurde das radioaktive Technetium <sup>99m</sup>Tc verwendet. Als Radiopharmakon (Tracer) wurde <sup>99m</sup>Tc-MDP (Polatom, Andrzejka Sołtana 7, 05-400 Otwock, Polen) oder Technescan HDP (Curium- Life Forward, 100 Pall Mall, London SW1Y 5 NQ, Großbritannien) verwendet. Die applizierte Aktivität bei den untersuchten Tieren betrug 1 GBQ/100 KG LM.

Das verwendete Kamerasystem ist der Equine Scanner H.R. von MiE GmbH aus Seth in Deutschland. Die Software, die zum Auswerten verwendet wurde, ist Scintron von MiE GmbH aus Deutschland.

Die Auswertung der szintigraphischen Bilder erfolgte im Anschluss subjektiv aufgrund einer fokalen Erhöhung der Aufnahme des Radiopharmakons.

### **2.1.2 Die Vorbereitung**

Am Vortag der Untersuchung wurden die Pferde gebracht und anschließend klinisch untersucht und gewogen.

Am nächsten Morgen wurden die Pferde zur Steigerung der Durchblutung 15-20min longiert. Wenn dies aus klinischer Sicht nicht möglich war, wurden die Pferde stattdessen 20min im Schritt geführt oder, falls auch dies nicht möglich war, musste auf das Aufwärmen verzichtet werden. Nur in seltenen Fällen, bei sehr niedrigen Temperaturen, wurden den Pferden schon in der Nacht davor Transportgamaschen angezogen, damit die Beine bis Tarsus/Carpus warm blieben. Das Einpacken mit Transportgamaschen bzw. Aufwärmen soll das „cold limb syndrome“ verhindern. Bei diesem Syndrom handelt es sich um eine Durchblutungsstörung der distalen Extremitäten ab Carpus bzw. Tarsus mit unbekannter Ursache. Manchmal sind auch nur die Bereiche distal der Fesseln oder nur die Hufe selbst betroffen. Es können ein oder mehrere Beine betroffen sein. Das Ergebnis des „cold limb syndrome“ ist eine geringere Aufnahmemenge des Bisphosphonats in die Knochen, wodurch die szintigraphischen Aufnahmen eine schlechte Qualität aufweisen und nicht mehr zuverlässig ausgewertet werden können.

Es wird vermutet, dass Pferde, deren Muskeln vor der Verabreichung des Bisphosphonats kalt waren, also nicht durch Bewegung und/oder Gamaschen aufgewärmt wurden (insbesondere bei kalten Umgebungstemperaturen), vermehrt zum „cold limb syndrome“ neigen. Eine Alternative zum Aufwärmen durch Bewegung oder durch Gamaschen ist das Verbringen des Pferdes in einen vorgeheizten Stall. Dies sollte mindestens eine Stunde vor der Injektion des Bisphosphonats erfolgen (Dyson et al. 2003).

Zum Schluss wurden die Hufeisen entfernt und ein Venenkatheter gelegt, über den die Medikamente und der Tracer verabreicht wurden.

### **2.1.3 Der Ablauf der szintigraphischen Untersuchung**

Nachdem das Pferd den Katheter gelegt bekommen hatte, wurde es an die Szintigraphie überwiesen. Dort wurde es über den Katheter sediert und vor der Gammakamera positioniert. Anschließend wurde der Tracer injiziert.

20 – 40 Sekunden nach der Injektion des Tracers folgte die erste der drei Aufnahmen – die vaskuläre Phase. Nach 5 bis zwanzig Minuten folgten die Aufnahmen der Weichteilphase. Danach wurde das Pferd zum Warmhalten und als Schutz vor Kontamination durch Spritzer von nach der Applikation radioaktivem Urin bis über das Karpal- bzw. Tarsalgelenk eingepackt und vorerst wieder in seine Box gebracht.

Nach zwei bis drei Stunden wurde das Pferd wieder aus der Box geholt und erneut vor der Gammakamera positioniert. Jetzt folgten die Aufnahmen der letzten Phase – die Knochenphase.

Nach den letzten Aufnahmen wurde der Katheter entfernt und das Pferd entsprechend den Strahlenschutzmaßnahmen für die restliche Zeit der 48 Stunden (Zeit läuft ab der Injektion des Tracers) wieder in seine Box im Szintigraphiestall gestellt, da es durch die Applikation der radioaktiven Substanzen selbst zur Strahlenquelle wird. Die radioaktiven Substanzen werden über Urin und Kot ausgeschieden. Laut Dyson et al. (2003) liegt das Strahlungslevel eines Pferdes 24 Stunden nach der Injektion bei etwa 7,5  $\mu\text{Sv/h}$ .

Nach der Entlassung sind die Werte so gering, dass sie für mit dem Pferd interagierende Menschen und andere Pferde keine Gefahr mehr darstellen.

### 2.1.4 Die Auswertung der Befunde

Die szintigraphischen Aufnahmen wurden direkt an der Veterinärmedizinischen Universität Wien durch die zuständigen TierärztInnen ausgewertet. Bildbearbeitungsschritte und Anwendungsfunktion einer „Motion correction“ Software, sowie Normierungsschritte wurden entsprechend dem Bedarf und nach Einschätzung der/des befundenden Tierärztin/Tierarztes eingebracht.

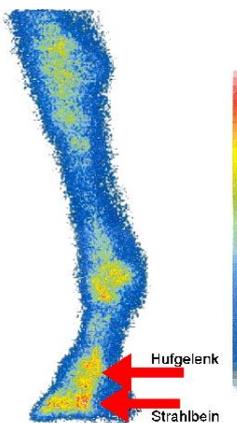


Bild 1: Erhöhte Aktivität in gelb und rot im Bereich des Hufgelenks und Strahlbeins.

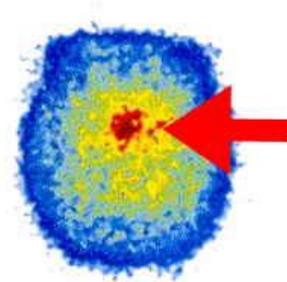


Bild 2: Pferd steht mit Huf auf der Gammakamera. Bild zeigt einen eindeutigen „Hot Spot“ in rot über dem Strahlbein.

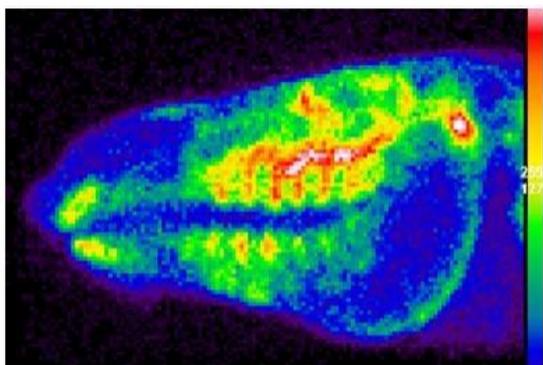


Bild 3: Seitliche Szintigraphie eines Pferdekopfes mit verstärkter Anreicherung in weiß im Bereich der Alveolen.

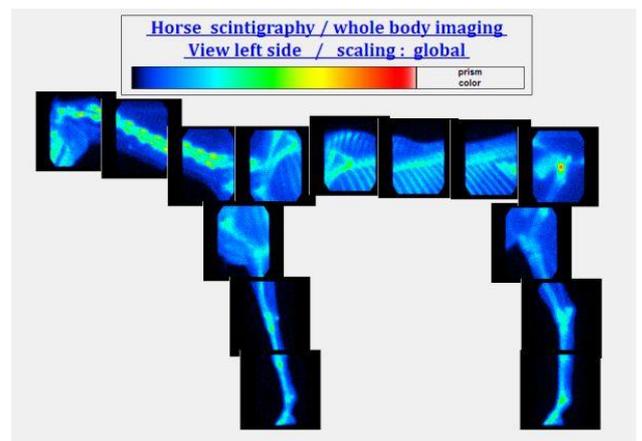


Bild 4: Zusammengefügte Szintigraphieaufnahmen eines Pferdes mit erhöhter Anreicherung im Hüftgelenk.

## **2.2 Statistische Auswertung**

Die in einer Tabelle in Excel zusammengefassten Daten habe ich je nach Hypothesenstellung unterschiedlich getestet.

### Rasse

Hypothese: Die Verteilung der Rassen der untersuchten Pferde entspricht der Verteilung der Rassen der im Österreichischen Pferdezuchtverband (Pferdezucht Austria) erfassten Pferde.

Diese Hypothese wurde mittels Einstichproben T-Test getestet.

### Geschlecht

Hypothese: Der österreichische Pferdebestand setzt sich aus 50% männlichen und 50% weiblichen Pferden zusammen, somit müsste auch die Verteilung in der Studie dieser Aufteilung entsprechen.

Diese Hypothese wurde mittels Einstichproben T-Test getestet.

### Alter

Hypothese: Die Korrelation zwischen dem Alter der Pferde und der Anzahl der Pferde mit diesem Alter ist relevant.

Diese Hypothese wurde mittels Zweistichproben T-Test getestet. Außerdem wurde das mittlere Alter der teilnehmenden Pferde bestimmt.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Überblick Rassen

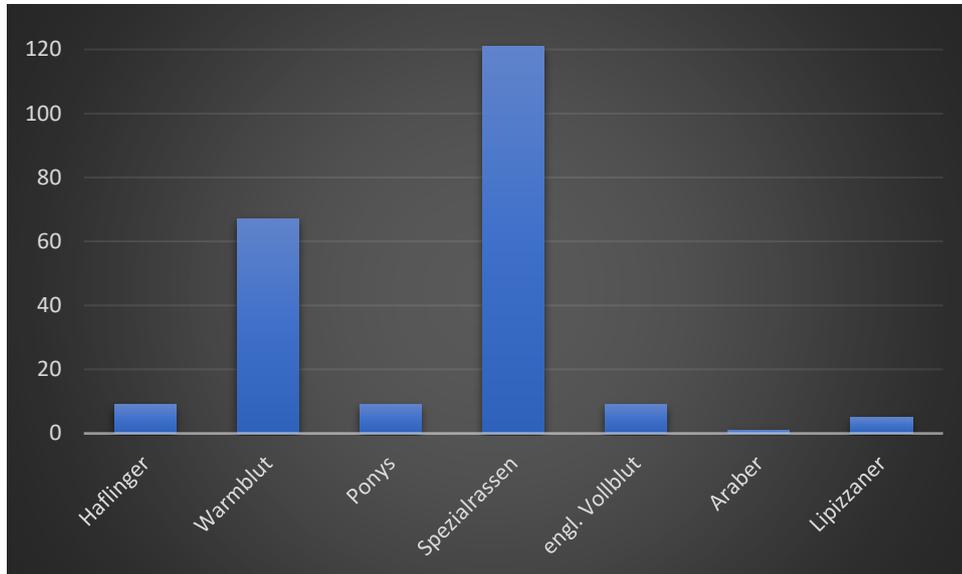


Abb. 1: Überblick Rassenverteilung der Szintigraphiestudie in absoluten Zahlen

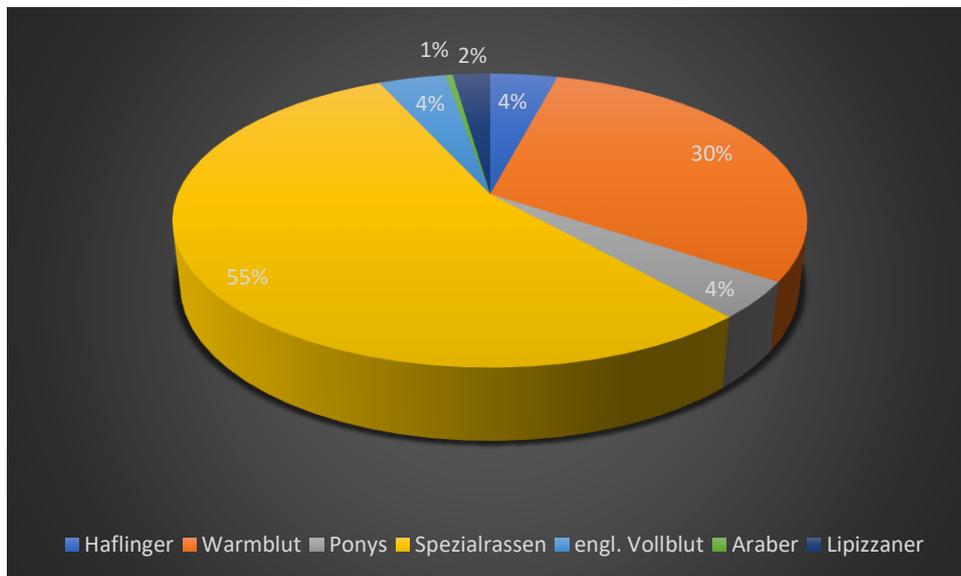


Abb. 2: Überblick Rassenverteilung der Szintigraphiestudie in Prozent

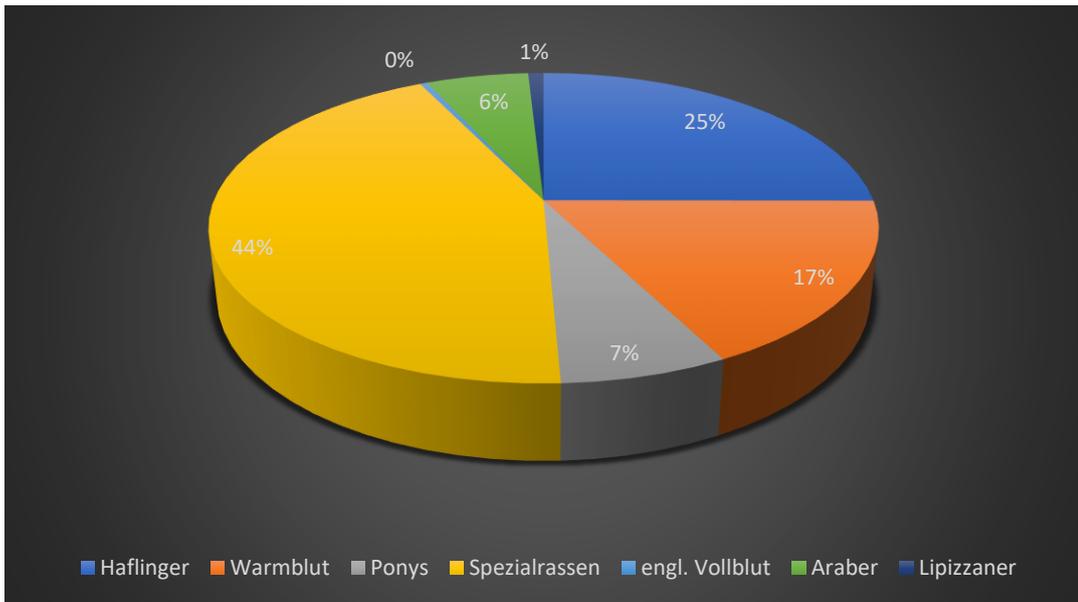


Abb. 3: Überblick Rassenverteilung der Pferdezucht Austria in Prozent

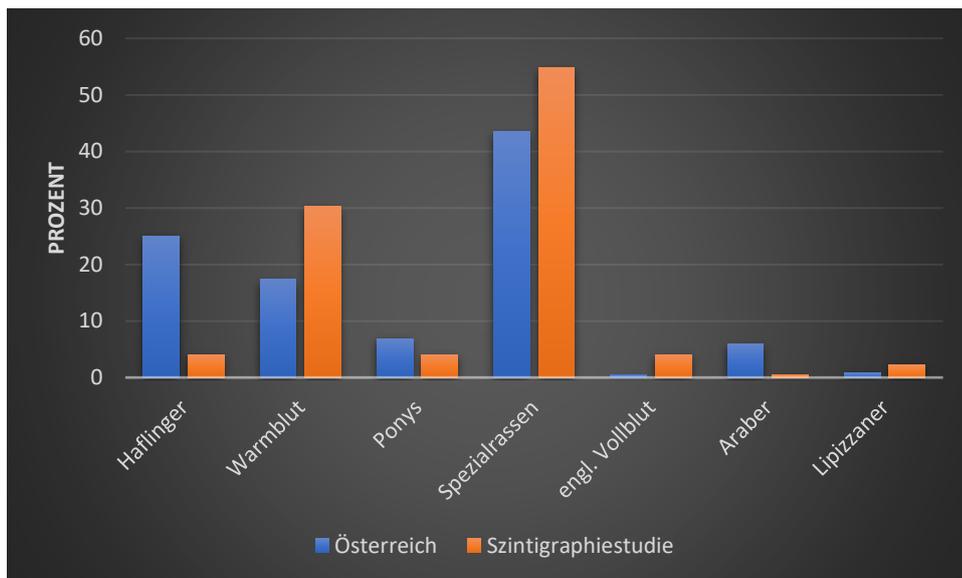


Abb. 4: Vergleich der Rassenverteilung Szintigraphiestudie und Pferdezucht Austria in Prozent

Spezialrassen	Pferdeanzahl
Abtenauer	1
Andalusier	4
Croatian Sport Horse	1
Friese	5
Furioso	1
Halbblut	1
Hannoveraner	16
Holsteiner	8
Islandpferd	11
KWPN	4
Morgan Horse	1
Nonius	1
Oldenburger	21
Paint Horse	3
Quarter Horse	13
Rheinländer	2
Selle Francaise	1
Shagya Araber	2
Slowensky Teplokrvn	1
Tinker	1
Traber	9
Trakehner	3
Welsh Partbred	1
Westfale	8
Württembergischer	2

Tab. 1: Anzahl untersuchter Pferde der Spezialrassen

Für den Rassenvergleich wurden die Daten der Szintigraphiestudie mit den Daten und Einteilungen der Pferdezucht Austria von 2021 abgeglichen, da es in Österreich nur Aufzeichnungen zu den genauen Beständen der Zuchttiere gibt, nicht aber zu den allgemeinen Beständen. Wie in Abb. 1 ersichtlich ist, zählt der größte Teil der szintigraphisch untersuchten Pferde zu den Spezialrassen, worunter ich Pferde aller Rassen zusammengefasst habe, die von der Pferd Austria nicht explizit angeführt werden. Pferderassen, die in dieser Studie zu den Spezialrassen zählen, sind in Tab. 1 aufgeführt.

In Abb. 4 sieht man, dass diese Rassen auch in der österreichischen Zuchtpferdepopulation den größten Anteil haben. Eine weitere große Gruppe in der Szintigraphiestudie sind Warmblüter (Rasse laut TIS nicht näher bekannt), die in Österreich ebenfalls stark vertreten

sind. Der Anteil aller Warmblüter in der Studie (Spezialrassen und von der Pferdezucht Austria angeführte Rassen) beträgt 80%. Hierzu zählen Andalusier, Croatian Sport Horse, Friesen, Furioso, Hannoveraner, Holsteiner, KWPN, Lipizzaner, Morgan Horse, Oldenburger, Paint Horse, Quarter Horse, Rheinländer, Selle Francaise, Slowensky Teplokrvnik, Tinker, Traber, Trakehner, Westfale, Württemberger, sowie alle Warmblüter, die unter „Warmblut“ registriert wurden.

Anders als beim Haflinger, der in Österreich zwar eine große Zuchtpferdepopulation hat, in der Szintigraphiestudie aber eine sehr untergeordnete Rolle spielt. Noriker sind in der österreichischen Zuchtpferdepopulation ebenfalls sehr häufig anzutreffen, während in meiner Studie nur ein einziger vertreten war - der Abtenauer ist eine Unterart des Norikers.

### 3.2 Überblick Alter

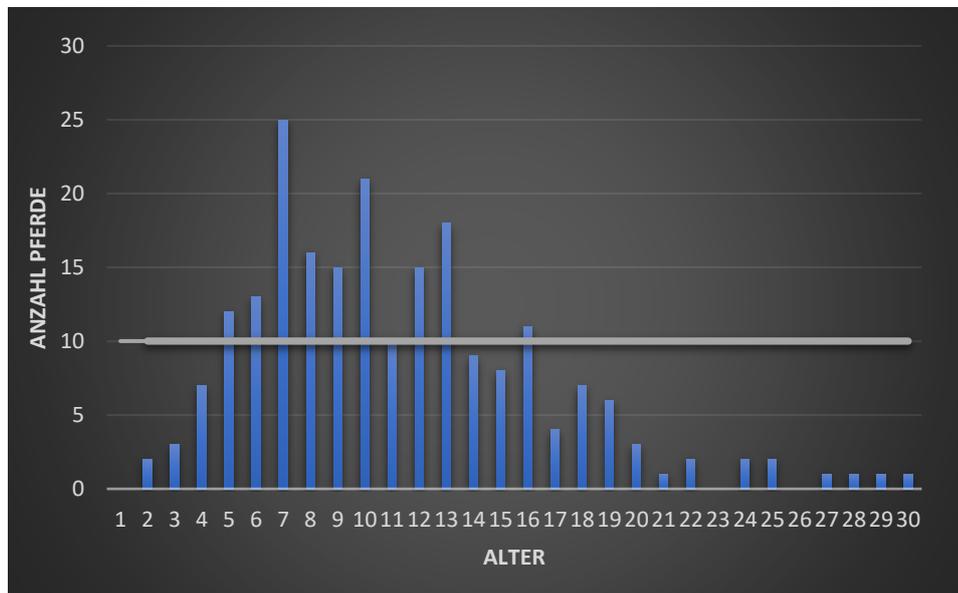


Abb. 5: Überblick Altersverteilung in absoluten Zahlen mit Durchschnittsalter (hellgrau)

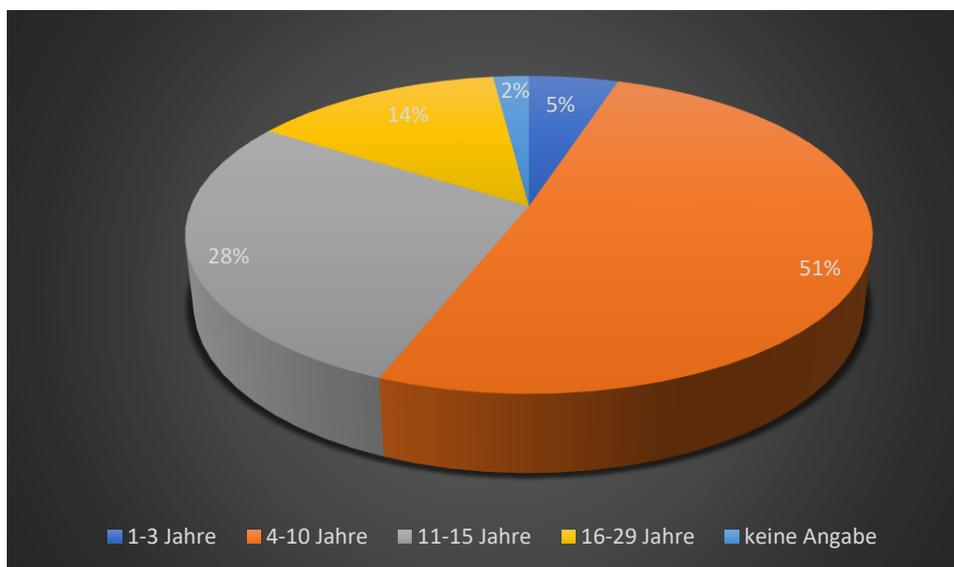


Abb. 6: Überblick Altersverteilung in Prozent

In Abb. 5 und Abb. 6 sieht man, dass es sich bei mehr als der Hälfte der untersuchten Pferde um Pferde im Alter von 4-10 Jahren handelt. Das jüngste Pferd war 1 Jahr alt und das älteste 29 Jahre.

Das Durchschnittsalter liegt bei 10 Jahren.

Die Korrelation zwischen dem Alter der untersuchten Pferde und der Anzahl der Pferde pro Altersklasse wurde mittels Zweistichproben T-Test ermittelt und ist signifikant, da der p-Wert mit 0,00028 unter dem Grenzwert 0,05 liegt.

### 3.3 Überblick Geschlecht

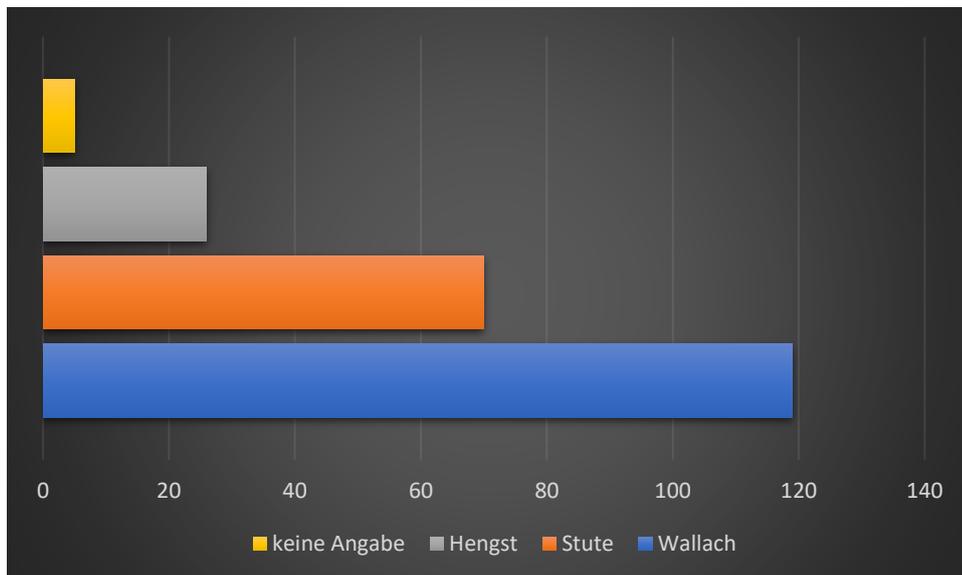


Abb. 7: Überblick Geschlechterverteilung in absoluten Zahlen

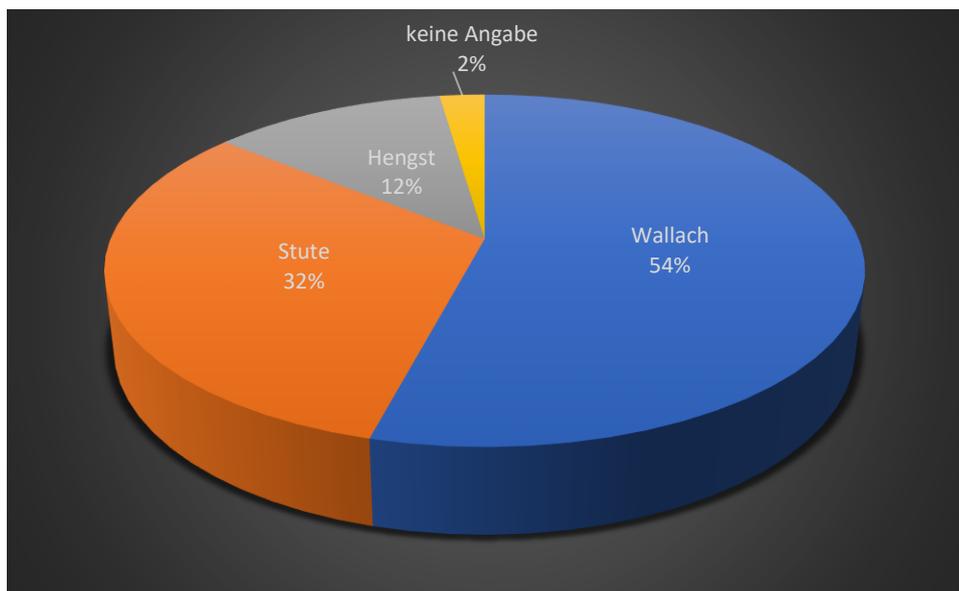


Abb.: 8: Überblick Geschlechterverteilung in Prozent

In Abb. 7 und Abb. 8 sieht man, dass es sich bei mehr als der Hälfte der untersuchten Pferde um Wallache handelt. Insgesamt waren zwei Drittel der untersuchten Pferde männlich.

Unter der Annahme, dass die Hälfte der Pferdepopulation in Österreich männlich und die andere Hälfte weiblich ist, habe ich die Nullhypothese aufgestellt, dass dies auch in der Szintigraphiestudie der Fall ist. Mittels eines Einstichproben T-Test habe ich meine

Nullhypothese getestet. Der p-Wert liegt bei  $1,397^{-20}$  und liegt damit weit unter dem p-Wert von 0,05. Das bedeutet, es gibt einen signifikanten Unterschied und die Population der Szintigraphiestudie entspricht bei der Geschlechteraufteilung nicht der Pferdepopulation in Österreich.

### 3.4 Überblick Art der Szintigraphie

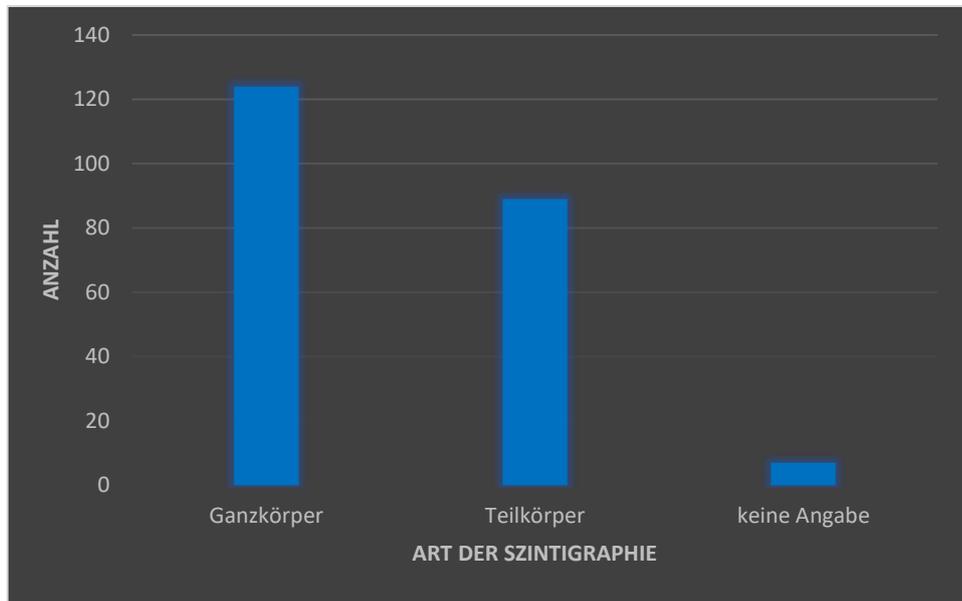


Abb. 9: Überblick über die Art der Szintigraphie in absoluten Zahlen

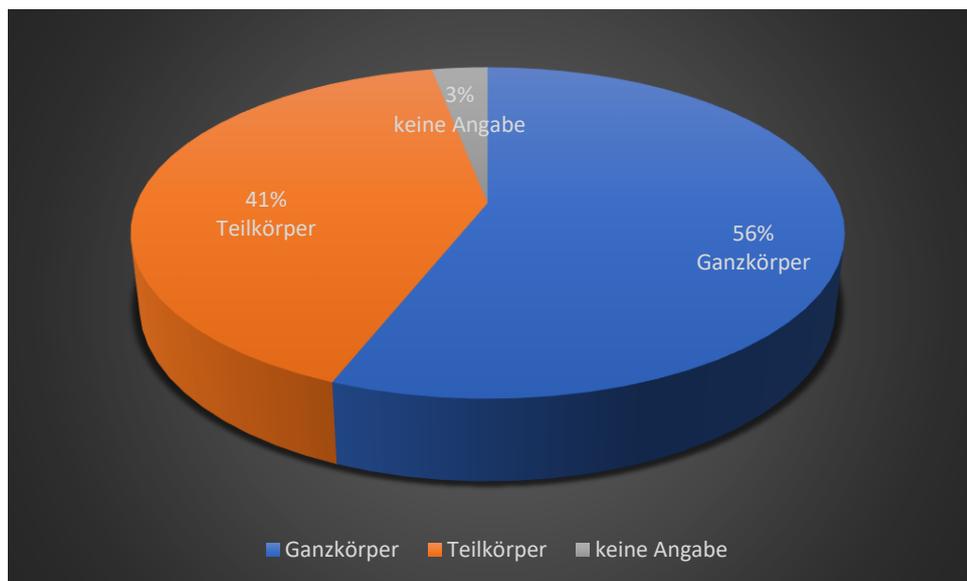


Abb. 10: Überblick über die Art der Szintigraphie in Prozent

In Abb. 9 und Abb. 10 erkennt man, dass bei etwas mehr als der Hälfte der Pferde Ganzkörperszintigraphien durchgeführt wurden.

### 3.5 Überblick Verfahren der Szintigraphie

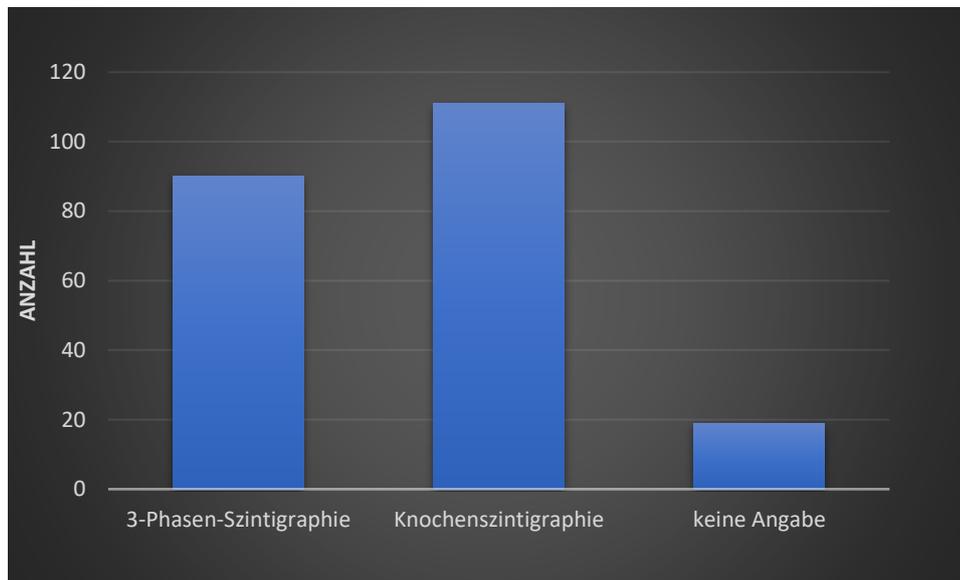


Abb. 11: Überblick Verfahren der Szintigraphie in absoluten Zahlen

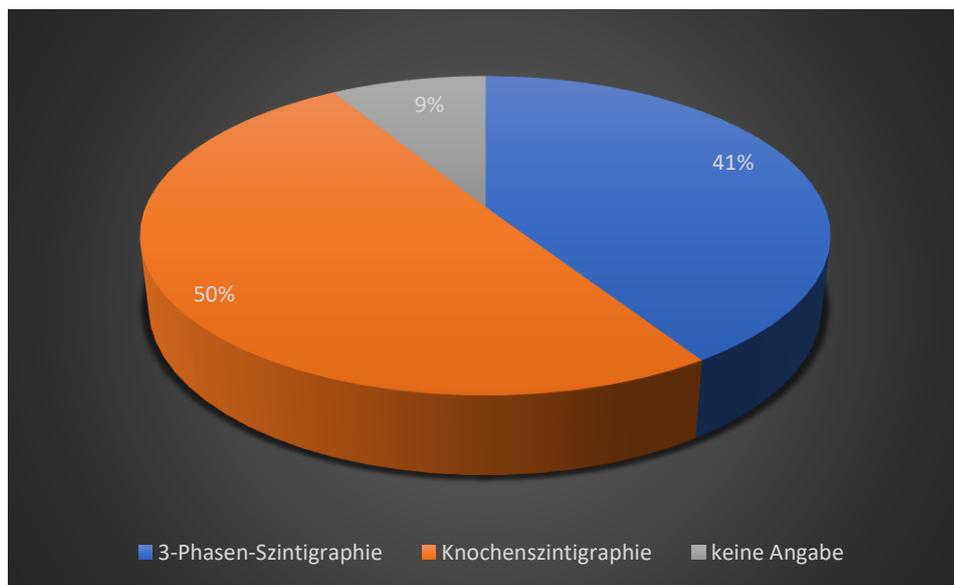


Abb. 12: Überblick Verfahren der Szintigraphie in Prozent

In den Abb. 11 und 12 ist ersichtlich, dass es sich bei 50% der durchgeführten Szintigraphien um Knochenszintigraphien gehandelt hat.

### 3.6 Überblick zuweisende Stelle

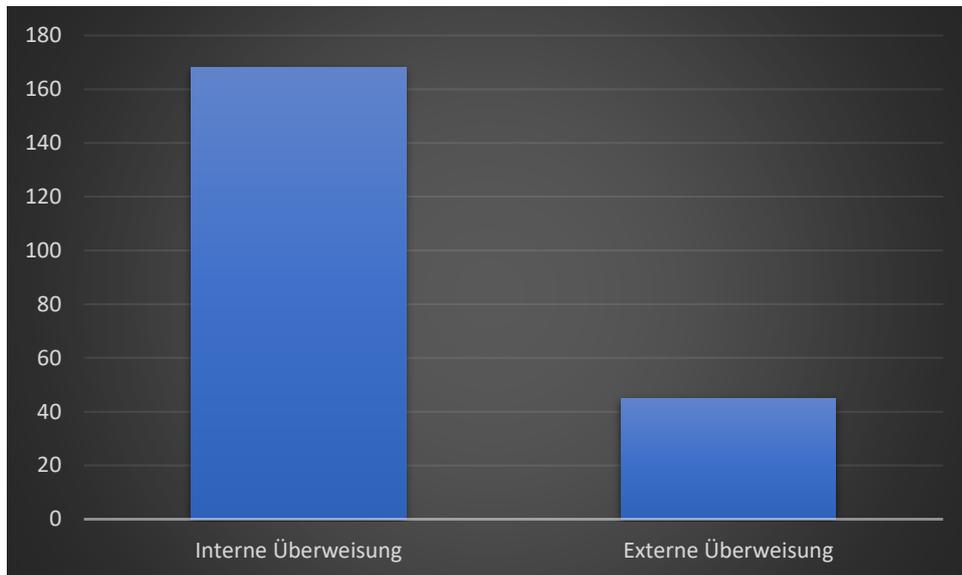


Abb. 13: Überblick über die zuweisende Stelle in absoluten Zahlen

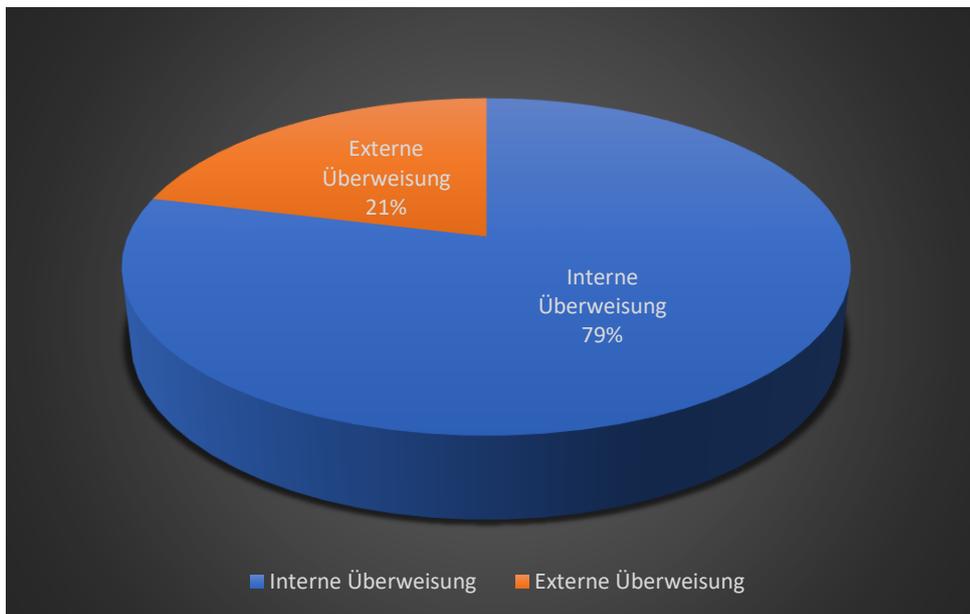


Abb. 14: Überblick über die zuweisende Stelle in Prozent

Abb. 13 und 14 zeigen, dass mehr als drei Viertel der Pferde intern an die Szintigraphie überwiesen wurden. Nur 21% der Pferde wurde von externen TierärztInnen an die Szintigraphie der Veterinärmedizinischen Universität Wien geschickt.

### 3.7 Überblick Diagnosen

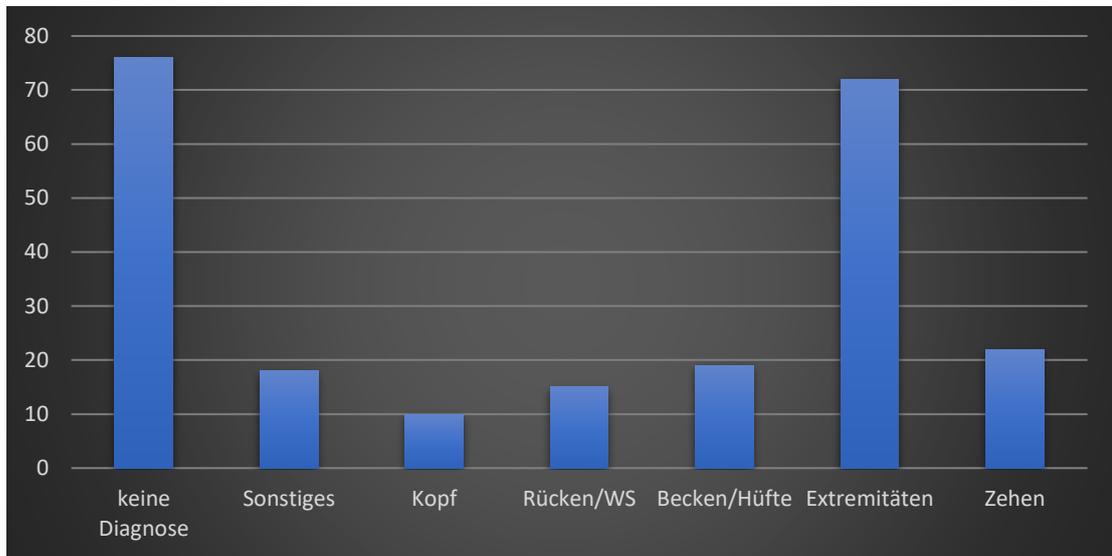


Abb. 15: Überblick über die Körperregionen mit Diagnose in absoluten Zahlen

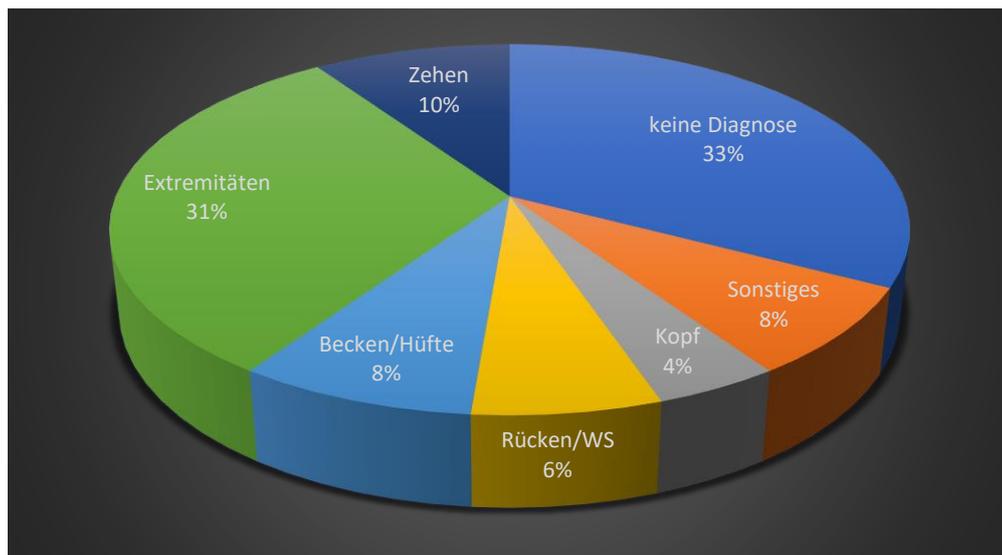


Abb. 16: Überblick über die Körperbereiche mit Diagnose in Prozent

Der Großteil der Diagnosen betraf mit Abstand die Extremitäten der Pferde wie in Abb. 15 und 16 ersichtlich ist. Die restlichen Diagnosen teilen sich zu ähnlichen Anteilen auf Hufe, Becken/Hüfte, Rücken/Wirbelsäule, Kopf/Hals und Sonstiges auf.

### Diagnosen im Bereich der Extremitäten

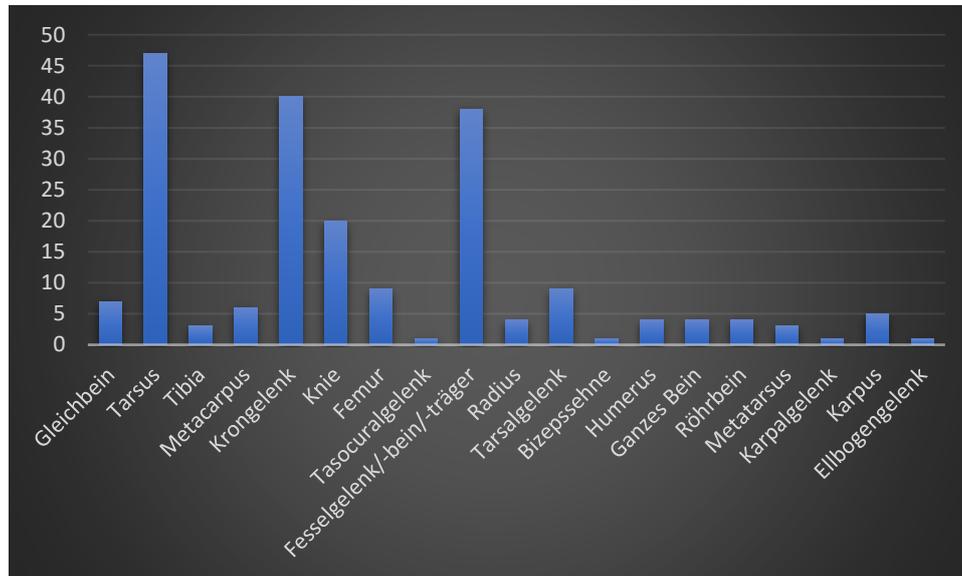


Abb. 17: Diagnosebereiche an den Extremitäten

Im Bereich der Extremitäten wurden die häufigsten Probleme erkannt, deshalb habe ich zur besseren Veranschaulichung ein Diagramm erstellt. In Abb. 17 ist erkennbar, dass 47 der untersuchten Pferde Probleme mit dem Tarsus hatten, 40 mit dem Krongelenk, 38 mit den Fesseln (Fesselgelenk/-bein/-träger) und 20 mit den Knien. Oft traten Probleme am Tarsus kombiniert mit Problemen am Krongelenk oder den Fesseln auf, sowie in Kombination mit Problemen am Knie.

### Diagnosen im Bereich der Zehen

Probleme an den Hufen traten fast immer im Bereich der Strahl- oder Hufbeine bzw. an den Hufbeinästen auf. 48 Pferde hatten Probleme mit den Hufbeinen/Hufbeinästen und 51 Pferde hatten Probleme mit dem Strahlbein. Sehr häufig (in 23 Fällen) traten diese Probleme in Kombination auf. Ein Großteil der Pferde mit Problemen der Hufe litt unter Podotrochlose.

### Diagnosen im Bereich des Beckens und der Hüfte

Im Bereich des Beckens hatten 22 Pferde Probleme mit dem Iliosakralgelenk und 26 Pferde andere Probleme mit der Hüfte wie auffällige Hüftgelenke oder Arthritis.

### Diagnosen im Bereich des Rückens und der Wirbelsäule

Bei 35 Pferden wurden Probleme mit der Brustwirbelsäule diagnostiziert, bei 13 mit der Halswirbelsäule und bei sieben mit der Lendenwirbelsäule.

### Diagnosen im Bereich des Kopfes

Im Bereich des Kopfes wurde bei allen betroffenen Pferden (6) Probleme mit den Zähnen, dem Kiefergelenk oder Zysten im Kiefer entdeckt. Zum Teil wurden im Anschluss die betroffenen Zähne gezogen.

### Sonstige Diagnosen

Bei drei Pferden gab es multiple Veränderungen in der Knochenphase. Bei einem Pferd multiple Mehranreicherungen. Bei einem Pferd war eine Extremität nicht mittels Szintigraphie darstellbar. Bei einem Pferd wurden Probleme mit der rechten Niere erkannt und bei einem Pferd zeigte sich ein starker Umsatz während der Weichteilphase.

Weiters wurde bei sieben Pferden Ataxie diagnostiziert, bei einem Narkolepsie und bei zwei Pferden equines Asthma.

#### 4. Diskussion

In meiner Diplomarbeit habe ich mich mit den szintigraphischen Untersuchungen der letzten zehn Jahre an der Pferdeklinik der veterinärmedizinischen Universität Wien beschäftigt.

In diesem Zeitraum, von Anfang Juni 2011 bis Anfang Juni 2021, wurden 220 Pferde aus verschiedenen Gründen szintigraphisch untersucht. Die geringe Anzahl der untersuchten Pferde in zehn Jahren, also durchschnittlich 22 Pferde pro Jahr, zeigt bereits, dass es sich um eine recht selten angewandte Untersuchungsmethode handelt.

Von den 220 untersuchten Pferden zählten 55% zu den Spezialrassen, worunter alle Rassen zusammengefasst wurden, die nicht zu einer der anderen Kategorien (Haflinger, Pony, Englisches Vollblut, Araber, Lipizzaner, sowie Warmblüter (Deutsches Warmblut, Dänisches Warmblut, Holländisches Warmblut, Irisches Warmblut, Österreichisches Warmblut, Ungarisches Warmblut und alle Warmblüter ohne nähere Definition.)) gezählt werden konnten. Mittels Einstichproben T-Test wurden die Rassen der Pferde, die in die Studie einbezogen wurden mit denen der österreichischen Zuchtpferdepopulation verglichen und der p-Wert ermittelt. Dieser liegt mit 0,019 unter 0,05 und ist somit signifikant. Die Verteilung der Rassen in der Szintigraphiestudie entspricht also in etwa der des österreichischen Zuchtpferdebestandes. Abweichend ist allerdings die Zahl der Noriker. Während der Noriker in der österreichischen Zuchtpferdepopulation eine große Rolle spielt, ist er in meiner Studie nur ein einziges Mal vertreten. 80% der untersuchten Pferde gehörten zum Typ der Warmblüter.

Bei der Altersverteilung war auffällig, dass von den vorgestellten Pferden 25 Tiere sechs Jahre alt waren. Sie fallen damit in den vertretungsstärksten Altersbereich mit vier bis zehn Jahren. Dieser Bereich machte mehr als die Hälfte aller untersuchten Pferde aus. Das Durchschnittsalter der untersuchten Pferde lag bei 10 Jahren. Der am schwächsten vertretene Altersbereich war der der ein- bis dreijährigen Pferde, was unter Umständen daran liegt, dass der Großteil der Pferde erst ab drei Jahren ernsthaft gearbeitet wird, wodurch Probleme erst ab diesem Alter auftreten oder entstehen (Deutsche Reiterliche Vereinigung 2005).

Mögliche Gründe für dieses Ergebnis sind auch, dass junge Pferde im Alter von 6-10 Jahren, die den größten Teil der untersuchten Pferde ausgemacht haben, bereits einen guten Ausbildungsstand erreicht haben, weshalb ihre BesitzerInnen nichts unversucht lassen, um

dem bestehenden Problem auf den Grund zu gehen, während die Kosten-Nutzen-Rechnung bei älteren Pferden, besonders ab dem Alter von 20 Jahren, oft anders ausfällt.

Zwei Drittel (145) der untersuchten Pferde waren männlich, wobei es sich beim Großteil der vorgestellten Pferde (119; 54%) um Wallache gehandelt hat und nur 12% (26) Hengste waren. 32% (70) der untersuchten Pferde waren Stuten. Wenn man diese Zahlen mit den Fohlenregistrierungen von 2021 und 2020 der Pferdezucht Austria vergleicht, - 2021 (2020) wurden in Österreich 1754 (1728) Stutfohlen und 1472 (1541) Hengstfohlen registriert - ist dies eine markante Abweichung vom österreichischen Pferdebestand.

Allerdings gelten Wallache im Volksmund als angenehmer und einfacher im Umgang als Stuten. Es gibt keine Studien, die diese Annahmen belegen, wogegen es eine Studie gibt, die belegt, dass es keine Unterschiede in der Rittigkeit gibt (Aune et al. 2020). Wenn man die Zahlen der Studie mit den registrierten Sportpferden in Österreich vergleicht, zeigt sich jedoch, dass der hohe Anteil an Wallachen auch hier zu finden ist. In den Jahren 2018 bis 2021 wurden in Österreich durchgängig am meisten Wallache als Sportpferde registriert. Sie machten mit 55% den größten Anteil aus, darauf folgten Stuten mit 38% und Hengste mit 7% (Österreichischer Pferdesportverband).

Bei 56% (123) der Pferde wurde eine Ganzkörperszintigraphie durchgeführt. Gründe hierfür sind zum einen, dass beim Großteil der untersuchten Pferde vorab vermutlich nicht bekannt war in welchem Bereich ein Problem vorliegt, sowie dass die Ganzkörperszintigraphie preislich nur wenig über der Teilkörperszintigraphie liegt und sich viele Pferdehalter so dafür entschieden haben, dass Pferd direkt komplett untersuchen zu lassen.

Bei 50% (110) der Pferde wurde eine Knochenszintigraphie durchgeführt, bei 41% (90) eine 3-Phasen-Szintigraphie.

Der Großteil der Pferde mit 79% (174) wurde intern von der Veterinärmedizinischen Universität Wien an die Szintigraphie überwiesen. Von extern wurden nur 21% (46) Pferde an die Szintigraphie überwiesen. Da die Szintigraphie immer noch eine recht unbekanntere Untersuchungsmethode darstellt, auch unter TierärztInnen, hat kaum jemand Erfahrung mit dieser Methode. Somit wird sie auch kaum an PatientenbesitzerInnen weiterempfohlen. Von einem größeren Bekanntheitsgrad dieser Untersuchungsmethode würden sowohl Pferde als auch BesitzerInnen profitieren.

Wenn man sich die Studie von Quiney et al. von 2017 ansieht, in der 480 Pferde untersucht wurden, erkennt man, dass die Verteilung der Geschlechter ähnlich wie in meiner Studie war. So waren jeweils knapp zwei Drittel der Pferde männlich, wobei der Großteil der untersuchten Pferde Wallache waren und ein kleiner Teil Hengste. Ein Drittel waren Stuten.

Das Durchschnittsalter war bei dieser Studie mit acht Jahren etwas niedriger als in meiner Studie. Allerdings war die Altersspanne in dieser Studie mit zwei bis 21 Jahren kleiner.

Das, in meiner Studie, stark vertretene Warmblut, tritt in der amerikanischen Studie zu weniger als 50% auf, da hier ein Drittel der Pferde Englische Vollblüter oder Englische Vollblut Kreuzungen waren. Dagegen ist das Englische Vollblut in meiner Studie nur zu einem sehr geringen Anteil vertreten, da der Galopprennsport in Österreich nicht so verbreitet ist wie in den USA.

Der mit Abstand am meisten diagnostizierte Bereich waren die Extremitäten. Dies war auch in der amerikanischen Studie von Quiney, Ireland und Dyson der Fall, wobei die Extremitäten hier genauer aufgeschlüsselt wurden. In meiner Studie wurden vor allem Lahmheiten (ohne nähere Definition), Arthrose/Arthritis, Fissuren und Frakturen, sowie Desmitis und Knochenzysten diagnostiziert.

An den Hufen wurde vor allem Podotrochlose diagnostiziert, seltener gab es Diagnosen wie Arthritis, Frakturen oder Hufeiterungen.

Im Bereich Becken/Hüfte waren die häufigsten Diagnosen (alte) Frakturen und Traumen der Hüftgelenke, sowie Probleme mit dem Iliosakralgelenk.

Unter Sonstiges wurden Diagnosen wie neurologische Probleme (vor allem Ataxie, aber auch Narkolepsie), sowie Asthma, allgemeine Schmerzhaftigkeit, Herzprobleme und Thrombosen zusammengefasst.

Probleme am Rücken bzw. an der Wirbelsäule stellten sich meist als Kissing Spines heraus, seltener als Fraktur oder Trauma.

Im Kopfbereich kamen die Probleme fast ausschließlich von den Zähnen – Frakturen, Fisteln, Zysten oder Arthritis im Kiefergelenk.

Aufgrund der zum Teil schlechten Datenlage bei manchen Gruppierungen konnte ich nicht alle Daten aller Pferde, die szintigraphisch untersucht wurden, in meine retrospektive Studie miteinfließen lassen. Die *abnormen Befunde, die Röntgenbefunde, die Diagnose des Zuweisers* und der *Schweregrad der Diagnose* haben somit keinen Eingang in meine Statistik gefunden.

## 5. Zusammenfassung

Die Szintigraphie ist ein hilfreiches Untersuchungsmittel, wenn man mit herkömmlichen Untersuchungsmethoden wie Röntgen oder Ultraschall keine sichere Diagnose stellen kann. Als ergänzendes Verfahren kann die Szintigraphie helfen akute Schmerzherde, Verletzungen und Veränderungen im Körper aufzufinden und ermöglicht TierärztInnen so die Diagnosestellung und Behandlung des nun bekannten Problems.

In meiner retrospektiven Diplomarbeit hat sich bestätigt, dass die Szintigraphie besonders häufig bei Problemen eingesetzt wird, die mit anderen Methoden allein nicht darstellbar sind - akute Arthritis und Fissuren an den Beinen, Podotrochlose, neurologische Probleme wie Ataxie, sowie Frakturen und Traumen am Becken oder Probleme mit dem Iliosakralgelenk konnten bei vielen untersuchten Pferden erst mittels Szintigraphie festgestellt und somit im Anschluss behandelt werden.

Meine Diagramme und Statistiken bestätigen außerdem die Aussage der Veterinärmedizinischen Universität Wien, dass das am häufigsten eingesetzte Verfahren die Knochenszintigraphie ist und die 3-Phasen-Szintigraphie etwas seltener angewandt wird.

Der durchschnittliche Patient meiner Szintigraphiestudie war ein zehn Jahre alter Wallach einer Spezialrasse, der intern an der Veterinärmedizinischen Universität Wien an die Szintigraphie überwiesen wurde, wo mittels Ganzkörper-Knochenszintigraphie ein Problem an den Extremitäten festgestellt wurde.

## Summary

### Retrospective Consideration of the scintigraphy in horses at the University of Veterinary Medicine Vienna in the period 2011 to 2021

Scintigraphy is a helpful examination tool if you get stuck with conventional methods such as X-rays or ultrasound. As a supplement, it can help to find the pain center, injuries or changes in the body and thus often makes a diagnosis possible. Subsequently veterinarians can treat their patients to help them recover.

In my retrospective thesis it has been confirmed that scintigraphy is used particularly frequently for problems that cannot be visualized with other methods alone - acute arthritis and fissure on the legs, podotrochlosis, neurological problems such as ataxia, as well as fractures and trauma to the pelvis or problems with the sacroiliac joint in many horses could only be diagnosed and therefore treated thanks to scintigraphy.

My statistics also confirm the statement made by the University of Veterinary Medicine in Vienna that the most frequently used procedure is bone scintigraphy and three-phase-scintigraphy is used somewhat less often.

The average patient of my study is a ten year old gelding, belonging to one of the "Spezialrassen" in Austria. He was transferred internal to the Scintigraphy and got a whole body bone scintigraphy, where the veterinarians found a problem with his extremities.

## 6. Literaturverzeichnis

Aune, A., Fenner, K., Wilson, B., Cameron, E., McLean, A., and McGreevy, P. (2020): "Reported Behavioural Differences between Geldings and Mares Challenge Sex-Driven Stereotypes in Ridden Equine Behaviour" *Animals* 10, no. 3: 414. DOI: 10.3390/ani10030414

Biggi, M. (2020): Equine scintigraphy: basic principles and interpretation. UK-Vet Equine Vol. 4, No. 3. DOI: 10.12968/ukve.2020.4.3.84.

Huchzermeyer, S. (2015): Die szintigraphische Untersuchung im Rahmen der Lahmheitsdiagnostik beim Pferd. In *Pferdespiegel* 18 (02), S. 56-64. DOI: 10.1055/s-0035-1545920.

Deutsche Reiterliche Vereinigung. Miesner, S., Plewa, M. (2005): Anreiten und Ausbilden von jungen Pferden. S. 9. [https://www.pferd-aktuell.de/shop/downloadable/download/sample/sample\\_id/37/](https://www.pferd-aktuell.de/shop/downloadable/download/sample/sample_id/37/)

Dyson, S. (2014): Musculoskeletal Scintigraphy of the Equine Athlete. In: *Seminars in Nuclear Medicine* Vol. 44, Issue 1, S. 4-14. DOI: 10.1053/j.semnuclmed.2012.08.003.

Dyson S.J., Pilsworth R. C., Twardock A. R. and Martinelli M.J. (2003): Equine Scintigraphy. *Equine Veterinary Journal*. ISBN: 0-9545689-0-7.

Freese, B., Blum, N. (2020): Szintigraphie beim Pferd – Ein neuer diagnostischer Blickwinkel. In: *Hands on – Manuelle und Physikalische Therapien in der Tiermedizin* 2 (01), S. 42-47. DOI: 10.1055/a-1046-2274.

Jahn, W. (2010): Die Skelettszintigraphie beim Pferd. In: *Nuklearmedizin* 33 (01), S.43-45. DOI: 10.1055/s-0030\_1248276.

Österreichischer Pferdesportverband. Nicht veröffentlichte Daten. 2022.

Pferdeambulanz an der Rennbahn. [https://www.pferdeambulanz-rennbahn.de/de/leistungen/bildgebende\\_diagnostik/szintigraphie.html](https://www.pferdeambulanz-rennbahn.de/de/leistungen/bildgebende_diagnostik/szintigraphie.html) (Zugriff 16.12.2021)

Pferdezucht Austria Jahresbericht 2020: [https://www.pferdezucht-austria.at/download/files/%7B7CC91B2C-A1C5-4B43-8588-019E3333FE7D/Jahresbericht\\_ZAP\\_2020.pdf](https://www.pferdezucht-austria.at/download/files/%7B7CC91B2C-A1C5-4B43-8588-019E3333FE7D/Jahresbericht_ZAP_2020.pdf)

Pferdezucht Austria. Jahresbericht 2021: [https://www.pferdezucht-austria.at/download/files/%7BC3B470EB-1B47-41A0-AD94-3EEC1A39129D%7D/Jahresbericht\\_PZA\\_2021\\_03-22\\_2.pdf](https://www.pferdezucht-austria.at/download/files/%7BC3B470EB-1B47-41A0-AD94-3EEC1A39129D%7D/Jahresbericht_PZA_2021_03-22_2.pdf)

Quiney, L. E., Ireland, J. L., Dyson, S. J. (2017): Evaluation of the diagnostic accuracy of skeletal scintigraphy in lame and poorly performing sport horses. Centre for Equine Studies, Animal Health Trust. S. 477-489. DOI: 10.1111/vru.12626

Steckel, R. R. (1991): The role of scintigraphy in the lameness evaluation. In Veterinary Clinics of North America: Equine Practice 7(2), S. 207-239. DOI: 10.1016/s0749-0739(17)30498-4

Veterinärmedizinische Universität Wien. <https://www.vetmeduni.ac.at/radioonkologie-nuklearmedizin/dienstleistungen/nuklearmedizin-pferde/szintigraphie> (Zugriff 13.04.2022)

## 7. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abb. 1: Überblick Rassenverteilung der Szintigraphiestudie in absoluten Zahlen	7
Abb. 2: Überblick Rassenverteilung der Szintigraphiestudie in Prozent	7
Abb. 3: Überblick Rassenverteilung der Pferdezucht Austria in Prozent	8
Abb. 4: Vergleich der Rassenverteilung der Szintigraphiestudie und der Pferdezucht Austria in Prozent	8
Abb. 5: Überblick Altersverteilung in absoluten Zahlen mit Durchschnittsalter	10
Abb. 6: Überblick Altersverteilung in Prozent	10
Abb. 7: Überblick Geschlechterverteilung in absoluten Zahlen	12
Abb. 8: Überblick Geschlechterverteilung in Prozent	12
Abb. 9: Überblick Art der Szintigraphie in absoluten Zahlen	14
Abb. 10: Überblick Art der Szintigraphie in Prozent	14
Abb. 11: Überblick Verfahren der Szintigraphie in absoluten Zahlen	15
Abb. 12: Überblick Verfahren der Szintigraphie in Prozent	15
Abb. 13: Überblick über die zuweisende Stelle in absoluten Zahlen	16
Abb. 14: Überblick über die zuweisende Stelle in Prozent	16
Abb. 15: Überblick über die Körperregionen mit Diagnose in absoluten Zahlen	17
Abb. 16: Überblick über die Körperregionen mit Diagnose in Prozent	17
Abb. 17: Diagnosebereiche im Bereich der Extremitäten	22
Tab. 1: Anzahl untersuchter Pferde der Spezialrassen	11

## 8. Bilderverzeichnis

Bild 1: Erhöhte Aktivität in gelb und rot im Bereich des Hufgelenks und im Bereich des Strahlbeins.

<http://www.hufrollensyndrom.de/html/szintigrafie.html> 22

Bild 2: Pferd steht mit Huf auf der Gammakamera. Bild zeigt einen eindeutigen „Hot Spot“ in rot über dem Strahlbein.

<http://www.hufrollensyndrom.de/html/szintigrafie.html> 22

Bild 3: Seitliche Szintigraphie eines Pferdekopfes mit verstärkter Anreicherung in weiß im Bereich der Alveolen.

[http://www.hundkatzeferd.com/archive/587723/Ultraschall,-Magnetresonanztomografie-\(MRT\)-und-Szintigrafie.html](http://www.hundkatzeferd.com/archive/587723/Ultraschall,-Magnetresonanztomografie-(MRT)-und-Szintigrafie.html) 22

Bild 4: Zusammengefügte Szintigraphieaufnahmen eines Pferdes mit erhöhter Anreicherung im Hüftgelenk in rot.

<http://www.intmed.eu/de/nuklearmedizin/veterinaere-systeme/vetcam-f-stapler-html> 22