

Aus dem Department für Biomedizinische Wissenschaften und Pathobiologie  
der Veterinärmedizinischen Universität Wien

Zentrum für Pathobiologie  
Institut für Morphologie  
(Leiter: Univ.-Prof. Dr. Michal Kyllar PhD)

Ultraschallausbildung beim Pferd: Fokusgruppendifkussionen zu den  
Anforderungen einer Simulator-basierten Lehre

# Diplomarbeit

vorgelegt von  
Hannah Antonia Thaller

Wien, im Februar 2024

Betreuer: Ass.-Prof. Dr. med. vet. Mag. Silvio Kau-Strebinger MSc.  
Zentrum für Pathobiologie, Institut für Morphologie  
Department für Pathobiologie  
Veterinärmedizinische Universität Wien  
Veterinärplatz 1, A-1210 Wien

Gutachterin: Dr. rer. nat. Mag. Evelyn Steinberg  
Vizerektorat für Lehre und klinische Veterinärmedizin  
Veterinärmedizinische Universität Wien  
Veterinärplatz 1, A-1210 Wien

## **Zusammenfassung**

Ultraschall als nicht invasive, schnelle und sichere Methode zur Diagnosestellung findet mit fortschreitender Entwicklung der Technik immer breitere Einsatzmöglichkeiten in der täglichen Praxis der Pferdemedizin. In der veterinärmedizinischen Ausbildung und Vermittlung von fundierten Ultraschallkenntnissen, die unter anderem komplexe psychomotorische Kompetenzen verlangen, werden viele Trainingseinheiten benötigt, die bestenfalls in Eins-zu-Eins Lehrsituationen abgehalten werden. In der Folge ergibt sich ein hoher Bedarf an Lehrenden und auch Übungstieren, wodurch neben den hohen Kosten auch ethische Faktoren eine Rolle spielen. Um eine Reduktion der benötigten Übungspferde sowie eine Möglichkeit für Studierende zum selbstgeleiteten und zeitlich unlimitierten Lernen zu erreichen, wird im Rahmen des Forschungsprojektes „Entwicklung einer durch künstliche Intelligenz gestützten Ultraschall-Lernumgebung für Studierende zur Reduktion des Einsatzes von Pferden in der tiermedizinischen Lehre (3R's – Reduce, Refine, Replace)“ eine innovative Ultraschall-Lernumgebung entwickelt. In der ersten Phase des Projektes werden unter anderem Fokusgruppendifkussionen durchgeführt, die einen Überblick geben sollen, welche Bereiche ein solches Modell abdecken soll, welche Vor- und Nachteile sich durch den Einsatz von Simulationsmodellen für die Ultraschalluntersuchung ergeben und wie die Rahmenbedingungen zur Implementierung eines Simulators in der veterinärmedizinischen Lehre gestaltet sein sollen. Durch die Ergebnisse der Fokusgruppendifkussion soll ein grundlegender Überblick über die Hauptanforderungen und Einsatzmöglichkeiten eines Simulationsmodelles erreicht werden, um diese in einem ersten Prototyp umsetzen zu können. In der Fokusgruppendifkussion zeigte sich, dass ein Simulationsmodell für die US-Untersuchung des Pferdes für die Teilnehmer:innen realistisch und einfach zu bedienen sein soll. Feedback durch den Simulator und die Möglichkeit auf selbstgeleitetes und zeitlich unbeschränktes Lernen sahen die Befragten besondere Vorteile. Durch die Implementierung eines Modells in der Lehre wünschen sich die Befragten, dass Studierende das grundlegende Handling des Schallkopfes beherrschen und sich ein dreidimensionales Denken einstellt. Es ist den Befragten wichtig, zu betonen, dass die Lehre am Simulationsmodell das Üben am lebenden Pferd nicht zur Gänze ersetzen kann und soll.

Grundlegend sollen am Simulationsmodell der transrektale gynäkologische US, der orthopädische US der distalen Gliedmaße und der Abdomen-US im Notfall geübt werden können, da diese drei Bereiche als besonders praxisrelevant erachtet werden. In weiterer Folge kann ein US-Simulator auch zur postgradualen Fort- und Weiterbildung verwendet werden, hier sind die Anwendungsmöglichkeiten zahlreich.

Ultrasound is a non-invasive, fast, and safe method for diagnosis finding. This technology continues to develop and is thus increasingly being used for numerous applications in daily equine medical practice. In the training of veterinary medical ultrasound skills, which include complex psychomotor skills, many training sessions are needed. These are at best conducted in one-to-one teaching situations. Consequently, there is a high demand for instructors and live animals for educational purposes, which means that ethical factors play a role in addition to high costs. In order to achieve a reduction of required horses and equipment, as well creating a possibility for students to repeatedly practice self-directed learning without time pressure, an innovative ultrasound learning environment for students to reduce the use of horses in veterinary teaching is being developed within the research project "Development of an Artificial Intelligence Supported Ultrasound Learning Environment for Students to Reduce the Use of Horses in Veterinary Teaching (3R's - Reduce, Refine, Replace)". The first phase of the project includes focus group discussions to provide an overview of which areas such a model should cover, which advantages and disadvantages may arise from the use of simulation models for ultrasound education, and how the framework conditions for implementing a simulator in veterinary teaching should be designed. Through the results of the focus group discussions, a basic overview of the main requirements and possible applications of a simulation model should be achieved. This information will be then implemented in a first prototype.

The focus group discussion showed that a simulation model for the US examination of the horse should be realistic and easy to use for the participants. Feedback from the simulator and the possibility of self-guided and time-unlimited learning were seen as particular advantages by the respondents. By implementing a model in teaching, the interviewees would like students to master the basic handling of the transducer and develop three-dimensional thinking. It is important for the interviewees to emphasize that teaching on a simulation model cannot and should not replace practicing on a live horse.

Basically, transrectal gynecological US, orthopedic US of the distal limb and abdominal US in an emergency should be practiced on the simulation model, as these three areas are considered to be particularly relevant for practice. Subsequently, an US simulator can also be used for postgraduate training and further education with numerous possible applications.

## **Abkürzungsverzeichnis**

|         |                          |
|---------|--------------------------|
| AR..... | <i>Augmented Reality</i> |
| US..... | <i>Ultraschall</i>       |
| VR..... | <i>Virtual Reality</i>   |

# Inhaltsverzeichnis

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. Literaturübersicht.....</b>  | <b>7</b>  |
| 1.1. <i>Einsatz von Simulatoren in der Lehre .....</i>   | 9         |
| 1.1.1. Ethische Aspekte .....  | 10        |
| 1.1.2. Verwendete Simulationsmodelle in der veterinärmedizinischen Ausbildung .....  | 11        |
| 1.1.3. Grundlegende Faktoren für einen effektiven Lernprozess .....  | 16        |
| 1.2. <i>Die Fokusgruppendifkussion als qualitative Forschungsmethode.....</i>  | 17        |
| 1.2.1. Zusammensetzung von Fokusgruppen .....  | 17        |
| 1.2.2. Erstellung eines Interviewleitfadens für die Fokusgruppendifkussion .....   | 18        |
| 1.2.3. Hintergrund zur Datenauswertung.....  | 20        |
| <b>2. Fragestellung.....</b>   | <b>21</b> |
| <b>3. Material und Methoden .....</b>  | <b>22</b> |
| 3.1. <i>Studiendesign Gesamtprojekt .....</i>  | 22        |
| 3.2. <i>Erstellung einer Interviewleitlinie .....</i>  | 22        |
| 3.3. <i>Recruiting von Teilnehmer:innen.....</i>   | 25        |
| 3.4. <i>Durchführung der Fokusgruppendifkussion .....</i>  | 26        |
| 3.5. <i>Datenaufbereitung und -analyse.....</i>  | 26        |
| <b>4. Ergebnisse .....</b>   | <b>31</b> |
| 4.1. <i>Konsensus über das Potenzial der US-Simulation trotz gemischter Erfahrungswerte .....</i>  | 31        |
| 4.2. <i>Vor- und Nachteile von Simulationsmodellen.....</i>  | 32        |
| 4.3. <i>Abdominaler, orthopädischer und gynäkologischer Ultraschall als wichtigste von einem Simulator abzudeckende Bereiche .....</i>       | 34        |
| 4.4. <i>Stressfreies Lernen und diverse Feedbackmodalitäten als Hauptvorteile von VR .....</i>   | 36        |
| 4.5. <i>Einschränkungen bei haptischem Feedback und weitere grundlegende Bedenken gegenüber dem Einsatz von VR in der US-Simulation.....</i> | 38        |
| 4.6. <i>Erlernen von grundlegenden Bewegungsabläufen durch zuverlässiges sowie spielerisches Feedback</i>                                    | 38        |

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| 4.7.      | <i>Trainingszentren und curriculare Verankerung als grundlegende Notwendigkeiten zur Implementierung eines (US-)Simulators in der Lehre .....</i> | <i>40</i> |
| 4.8.      | <i>Weitere Einsatzgebiete außerhalb der Lehre .....</i>   | <i>41</i> |
| 4.9.      | <i>Zusammenfassung der Ergebnisse .....</i>   | <i>43</i> |
| <b>5.</b> | <b>Diskussion .....</b>   | <b>44</b> |
| 5.1.      | <i>Effekte auf das Lernen durch den Einsatz von Simulationsmodellen.....</i>  | <i>44</i> |
| 5.2.      | <i>Am Simulator abgebildete Körperbereiche.....</i>   | <i>45</i> |
| 5.3.      | <i>Positive und negative Aspekte von VR.....</i>  | <i>47</i> |
| 5.4.      | <i>Hauptanforderungen und Feedbackmodalitäten .....</i>   | <i>49</i> |
| 5.5.      | <i>Maßnahmen zur sinnvollen Integration eines Simulators in die veterinärmedizinische Lehre .....</i>   | <i>50</i> |
| 5.6.      | <i>Einsatzmöglichkeiten außerhalb der universitären Grundausbildung.....</i>  | <i>51</i> |
| 5.7.      | <i>Limitationen .....</i>   | <i>53</i> |
| <b>6.</b> | <b>Literaturverzeichnis .....</b>   | <b>54</b> |
| <b>7.</b> | <b>Darstellungsverzeichnis .....</b>  | <b>58</b> |
| 7.1.      | <i>Abbildungsverzeichnis .....</i>  | <i>58</i> |
| 7.2.      | <i>Tabellenverzeichnis.....</i>   | <i>58</i> |
| <b>8.</b> | <b>Anhang.....</b>  | <b>59</b> |

## 1. Literaturübersicht

Ultraschall (US) als diagnostische Methode hat aufgrund der vielseitigen Einsatzmöglichkeiten und der schnellen und nicht-invasiven Anwendung zunehmend mehr Relevanz in der täglichen medizinischen sowie veterinärmedizinischen Praxis. Auch in den kommenden Jahren wird diese Entwicklung voranschreiten und die Wichtigkeit von guter Ausbildung in diesem Bereich immer mehr in den Fokus rücken (1). Die Anwendung von US als diagnostisches Mittel ist aufgrund vieler Faktoren attraktiv: Patient:innen sind keiner ionisierenden Strahlung ausgesetzt und es wird ein Echtzeitbild in verschiedenen Ebenen abgebildet (2). Aufgrund des geringen Aufwands an Platz sowie der niedrigen Energiekosten können US-Geräte überall dort hingebacht werden, wo Kliniker:innen praktizieren. Durch die Anwendung von US-Untersuchungen im Zuge der Diagnostik können viele wichtige klinische Fragen beantwortet werden, ohne Zeit und Kosten in andere diagnostische Mittel stecken zu müssen, sowie ohne eventuelle Risiken von anderen Mitteln zur Diagnosestellung oder invasiven Prozeduren einzugehen (3). US als diagnostisches Mittel kann als einzelne Untersuchung durchgeführt werden, aber auch wiederholt aufgrund von klinischen Indikationen eingesetzt und verwendet werden, um mögliche pathologische Veränderungen zu monitoren (3). Um eine gute und sichere Anwendung des US durchführen zu können bedarf es allerdings eines komplexen Sets an Kompetenzen, die unter anderem eine gute Hand-Augen-Koordination sowie die Fähigkeiten zur korrekten Bildinterpretation und -optimierung umfassen (4). Wenn es um das Erlernen von der korrekten Durchführung einer US-Untersuchung in der medizinischen Ausbildung geht, so ist einer der wichtigsten Faktoren in der Lehre das Vermitteln psychomotorischer Kompetenzen (5). Zur Ausbildung einer Muskelerinnerung bedarf es sogenannter Hands-on-Trainingseinheiten, die bestenfalls durch Expert:innen beaufsichtigt werden. Hier gibt es allerdings vielfach Einschränkungen. Eine der größten Herausforderungen in der humanmedizinischen US-Ausbildung liegt in der beschränkten Anzahl an zur Verfügung stehenden Ressourcen, im Speziellen von qualifizierten Lehrenden sowie des nötigen Equipments (5). Eine weitere Schwierigkeit in der Lehre liegt darin, dass zum Aneignen von Kompetenzen im Bereich der US-Untersuchungen Trainingseinheiten benötigt werden, die bestenfalls in einer Eins-zu-eins-Betreuung (Student:in – Lehrende:r) stattfinden (6). Daher gestaltet es sich schwierig bis unmöglich, diese Kompetenzen in einem ausreichenden Maße an eine große Anzahl von Studierenden zu vermitteln. Limitierende Faktoren sind hier besonders die zu geringe Anzahl an Lehrenden sowie die hohen Lehrkosten (6).

Der verstärkte Einsatz von US als diagnostisches Mittel macht es notwendig, die Lehre desselben bereits in der medizinischen Grundausbildung stärker in die Curricula zu integrieren. Dadurch kann das traditionelle Lernen aufgewertet werden, zukünftige Mediziner:innen können ihre diagnostischen sowie prozeduralen Fähigkeiten verbessern und eine koordinierte sowie effiziente Patient:innenversorgung kann gewährleistet werden (7). Zusätzlich zu den Einsatzgebieten im klinischen Bereich können US-Geräte auch in der Grundlagenlehre eingesetzt werden. Hier zeigen sich beispielsweise verbesserte anatomische Kenntnisse von Studierenden der Humanmedizin, wenn zusätzlich zur Standardlehre auch US eingesetzt wird (8). Hier an der Vetmeduni in Wien passiert das beispielsweise in der anatomischen Lehre zum Bewegungsapparat, wo die Sonoanatomie der Sehnen und Bänder gelehrt wird.

Im Rahmen des Forschungsprojektes „Entwicklung einer durch künstliche Intelligenz gestützten Ultraschall-Lernumgebung für Studierende zur Reduktion des Einsatzes von Pferden in der tiermedizinischen Lehre (3R's – Reduce, Refine, Replace)“ soll eine innovative US-Lernumgebung entwickelt werden, durch die sowohl in der veterinärmedizinischen Ausbildung als auch in der postgradualen Fort- und Weiterbildung eine erhebliche Reduktion der benötigten Übungstiere bis hin zu vollständigem Verzicht in frühklinischen Anwendungsbereichen erzielt werden kann. Zusätzlich wird erwartet, dass der Lernerfolg von Studierenden durch uneingeschränkten Zugang erheblich gesteigert und durch das Stärken methodischer Fähigkeiten die Effizienz von Untersuchungen am lebenden Pferd beziehungsweise Übungstier verbessert werden kann. Diese Diplomarbeit befasst sich hierzu insbesondere mit der Erfassung der grundlegenden Anforderungen eines Simulationsmodelles, den abgebildeten Körperregionen sowie den Rahmenbedingungen in der Lehre, um ein Modell sinnvoll in die Ausbildung integrieren zu können. Als Basis wird hierzu eine Fokusgruppendifkussion herangezogen.

### 1.1. Einsatz von Simulatoren in der Lehre

Eine schon gängige Methode in der humanmedizinischen US-Ausbildung liegt in der Verwendung von Simulatoren. Unter dem Begriff der SBME (simulation-based medical education) lassen sich alle Ausbildungsmethoden zusammenfassen, die Simulationen verwenden, um klinische Szenarien nachzustellen. Dieser Lehransatz orientiert sich an den Lernenden und kann zumeist in verschiedenen Umgebungen durchgeführt werden (9). Simulationsbasiertes Training kann erwiesenermaßen die Anzahl an medizinischen Fehlern reduzieren (10). Klinische Fertigkeiten können in einem kontrollierten Umfeld vermittelt werden und somit zu einer besseren Patient:innenversorgung beitragen. Durch wiederholtes Üben am Simulator werden nämlich klinisch-technische Kompetenzen verbessert, bevor der Schritt zur Anwendung an Patient:innen durch die Studierenden gemacht wird (10). Simulationsmodelle ermöglichen den Studierenden, sich klinische Fertigkeiten im eigenen Tempo und in einer Umgebung, in der Fehler erlaubt sind, anzueignen. Durch den Einsatz von Simulatoren kann zusätzlich ein standardisiertes Lernen gewährleistet und so die gleiche Voraussetzung für Studierende sichergestellt werden. Das Üben mit Simulatoren ermöglicht den Lernenden somit eine gewisse Selbstsicherheit zu entwickeln, um die erworbenen Fertigkeiten dann auch sicher und genau in klinischer Umgebung auszuführen (11).

Durch die Verwendung von Simulatoren kann das Lernen auf die Studierenden persönlich angepasst werden und schwierig zu erlernende Kompetenzen können so auch öfter geübt werden. Zusätzlich können die Fähigkeiten der Studierenden objektiv beurteilt werden. Diese Leistungsbeurteilungen geben motivierendes Feedback, unterstützen Lernen im für die Studierenden optimalen Tempo und können allgemein statistischen Aufschluss darüber geben, wie gut gewisse Kompetenzen bereits beherrscht werden und wo tiefergehendes Training benötigt wird (2). In einer Studie von Østergaard *et al.* (2019) konnte nachgewiesen werden, dass Residents der Radiologie im Vergleich zum standardmäßig durchgeführten Unterricht an Patient:innen bessere diagnostische US-Fähigkeiten erzielen konnten, wenn zusätzlich ein Simulator-basiertes Lernen durchgeführt wurde. Studierende, die mit Simulatoren lernen konnten erreichten im Durchschnitt doppelt so schnell die geforderten Kenntnisse verglichen mit ihren Kolleg:innen (12).

Allerdings sind auch der Simulator-basierten medizinischen Ausbildung Limitationen gesetzt, die insbesondere in der Art der verwendeten Modelle liegen. Physische Simulatoren sind in der Regel teuer und daher oft nicht für alle Kliniken und Universitäten verfügbar. Zusätzlich müssen sie regelmäßig gewartet sowie Teile ersetzt werden, um eine reibungslose

Funktionsweise zu garantieren. Aktuelle veterinärmedizinische Modelle zur US-Simulation weisen eine unrealistische Haptik auf und stellen nur sehr vereinfachte Szenarien dar. Es gestaltet sich grundlegend schwierig, mit einem Modell der Beschaffenheit von echtem Gewebe nahe zu kommen (9). Die Entwicklung von digitalen Simulatoren (on-screen, virtual reality (VR), augmented reality (AR) etc.) kann hier partiell Abhilfe schaffen. Eine gängige Form der VR ist die Verwendung von haptischem Feedback, um bei dem Einsatz von Instrumenten in einer simulierten Umgebung ein Gefühl von Widerstand zu erzeugen. Diese Technologie wird häufig bei endoskopischen und laparoskopischen Geschicklichkeitsübungen eingesetzt. VR-Simulationen können die Kluft zwischen Theorie und Praxis überbrücken, indem sie die Lernenden in eine realistische, dynamische und komplexe Umgebung eintauchen lassen (13). Das Nachahmen der Gewebebeschaffenheit bleibt dennoch schwierig.

#### 1.1.1. Ethische Aspekte

In der Veterinärmedizin findet vielerorts sowohl die grundlegende wie auch vertiefende klinische Lehre durch den Einsatz von lebenden Übungstieren oder Kadavern statt. Der Einsatz von lebenden Tieren für Lehrzwecke wird strikt von ethischen Richtlinien kontrolliert. Es besteht ein großer Bedarf an Alternativen zum Einsatz von lebenden Tieren, um den Studierenden die Ausbildung von klinischen Fertigkeiten zu ermöglichen. Gründe liegen einerseits in der Problematik hinsichtlich des Tierwohls und andererseits in möglichem externen Druck in Lernsituationen, der unter anderem von Tierbesitzer:innen kommen kann. Für Studierende sind durch die variable Verfügbarkeit von Tieren für Übungszwecke unterschiedliche Voraussetzungen in der Lehre gegeben. Die mögliche Übungszeit ist in der Folge nicht für alle Lernenden gleich und es kann zu Differenzen in der Ausbildung der klinischen Kompetenzen kommen (14). Durch den Einsatz von Simulatoren können sich Studierende Fertigkeiten in einem sicheren Umfeld ohne den Einfluss von Tierwohlproblematiken sowie externem Druck aneignen (14). Wiederholte Trainingseinheiten am Simulationsmodell sind dabei der wichtigste Faktor in der Aneignung klinischer Fähigkeiten (15). Zusätzlich zu den positiven Effekten auf das Lernen kann durch den Einsatz von Simulationsmodellen in der veterinärmedizinischen Lehre auch eine Reduktion der benötigten Übungstiere erreicht werden. Der Einsatz von Übungstieren in Forschung und Lehre ist ein

umstrittenes Thema und wird durch die OIE (World Organization for Animal Health) geregelt.<sup>1</sup> Zu den Aufgaben der OIE zählt unter anderem die Sicherstellung von Tierwohl, weshalb die Wichtigkeit des 3R-Konzepts (refinement, replacement, reduction) immer wieder betont wird. Nationale und internationale Organisationen nehmen das Konzept gut an und setzen dieses in vielen wissenschaftlichen Bereichen, auch multidisziplinär, um (16).

Obwohl das Zusehen und danach selbstständige Üben von klinischen Tätigkeiten an lebenden Tieren die natürlicherweise realitätstreueste Möglichkeit zum Lernen ist, finden Simulationsmodelle zunehmend mehr Anwendung in der veterinärmedizinischen Lehre. Durch den Einsatz von Simulatoren können klinische Fertigkeiten selbstständig und ohne Druck, wie bereits erwähnt, erlernt werden. Zusätzlich kann auch ein angemesseneres Level an Tierschutz erreicht werden, wenn Studierende ihre Fähigkeiten zuerst an Modellen erlernen und diese dann praktisch an lebenden Tieren anwenden (14,17).

#### 1.1.2. Verwendete Simulationsmodelle in der veterinärmedizinischen Ausbildung

Grundlegend kann zwischen Simulatoren unterschieden werden, mit denen allgemeine klinische Fertigkeiten simuliert werden und zwischen solchen, mit denen komplexe chirurgische Eingriffe nachgestellt werden. Spricht man von klinischen Fertigkeiten, die am Simulator erlernt werden können, so umfasst dies beispielsweise Untersuchungsgänge, rektale Untersuchungen, intramuskuläre sowie intravenöse Injektionen oder ophthalmologische Untersuchungen. Chirurgische Eingriffe, die sich gut durch Modelle nachstellen lassen, sind unter anderem Kastrationen oder Arthroskopien (14). Zusätzlich zu diesen beiden Großgruppen gibt es noch andere Simulatoren, die oft selbst hergestellt werden können und aus unterschiedlichsten Materialien wie beispielsweise Styrofoam, Ziploc Beuteln oder Plastikflaschen bestehen. Mit diesen Modellen können die grundlegenden Züge von invasiven Prozeduren, wie beispielsweise Lumbalpunktionen, das Setzen von zentralen Venenkathetern oder das Durchführen von Abszessdrainagen, simuliert werden (18).

---

<sup>1</sup> [https://www.woah.org/en/what-we-do/standards/codes-and-manuals/terrestrial-code-online-access/?id=169&L=1&htmlfile=chapitre\\_aw\\_research\\_education.htm](https://www.woah.org/en/what-we-do/standards/codes-and-manuals/terrestrial-code-online-access/?id=169&L=1&htmlfile=chapitre_aw_research_education.htm) (zuletzt aufgerufen am 25.07.2023)

Ein gängiges in der humanmedizinischen Ausbildung verwendetes Modell zur US-Simulation ist der UltraSim (MedSim, Fort Lauderdale, Florida, USA). Dieser Simulator (Abbildung 1) enthält einen inkludierten Mannequin, auf dem die US-Untersuchung simuliert und anschließend in Echtzeit auf einem Monitor abgebildet werden kann. Kommerziell erhältliche CDs für die Lehre enthalten dreidimensionale Scans von echten Patient:innen sowie Übungen für den US der Anatomie und von relevanten Anomalien. Die US-Trainings können sowohl transabdominal als auch transvaginal durchgeführt werden (19).



Abbildung 1: Das UltraSim Modell<sup>2</sup>

Ein weiteres verwendetes Modell ist der SonoTrainer (Sonofit GmbH, Stackeden-Elsheim, Deutschland). Dieses Modell enthält den Torso eines Mannequins und kann zur Simulation von transvaginalen Untersuchungen sowie zum Brust-US verwendet werden. Auch bei diesem Modell können die Bilder in Echtzeit auf einem zusätzlichen Monitor abgebildet werden. Auf dem SonoTrainier kann zusätzlich die fetale Echokardiographie geübt werden (11).

Der Einsatz von Simulatoren in der US-Lehre setzt sich in der Veterinärmedizin derzeit noch nicht vollständig durch. Viele Simulationsmodelle, die in der Humanmedizin verwendet werden, sind für den Einsatz in der veterinärmedizinischen Lehre zu teuer(20). Um diese hohen Kosten zu umgehen, wird in der Veterinärmedizin daher auf selbst hergestellte und

<sup>2</sup> <https://medsim.com/wp-content/uploads/2022/04/New-CompactSim-Brochure-1.pdf> (zuletzt aufgerufen am 30.07.2023)

billigere Simulatoren gesetzt. So konnten Maria Beraldo *et al.* (2015) ein Modell entwickeln, mit dem die ultraschallgestützte Identifikation von Fremdkörpern geübt werden kann. Das Modell basiert darauf, Fremdkörper in Gelatinekügelchen einzugießen und diese anschließend durch den Einsatz von US wieder aufzufinden. Um die direkte Sicht auf das Innere zu verhindern, werden die Gelatinekügelchen mit einem Silikongummiband umwickelt, welches auch gleichzeitig die Haut imitieren soll (21). In der Humanmedizin werden die Modelle Blue Phantom und Kyoto Kagauto verwendet, um ultraschallgestützte invasive Prozeduren wie beispielsweise die Perikardiozentese zu üben. Da diese aber mit sehr hohen Kosten verbunden sind, wurde von Hage *et al.* (2015) ein alternatives Modell entwickelt. Bei diesem Modell werden Ballons, die ein Hühnerherz und verdünnte rote Tinte enthalten, in Gelatine eingegossen und ebenfalls mit einem Silikongummiband umwickelt. Anschließend kann an diesem Modell geübt werden, wie man die Flüssigkeit ultraschallgestützt absaugen kann, um so eine Perikardiozentese zu simulieren (22). In beiden Fällen zeigte sich durch das Üben eine Verbesserung der psychomotorischen Fähigkeiten von Personen, welche die Modelle zu Lernzwecken verwendet hatten (21,22). Nachfolgend ist in Abbildung 2 das von Hage *et al.* (2015) entwickelte Modell dargestellt.

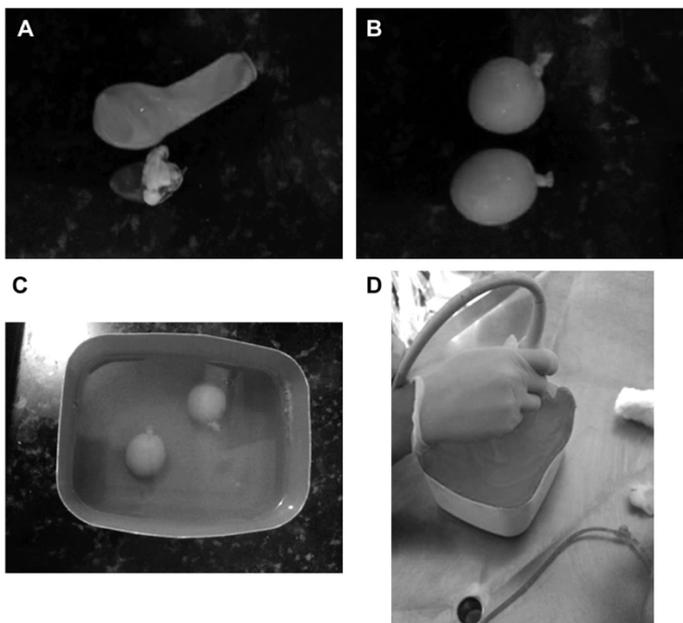


Abbildung 2: Modell zur Perikardiozentese von Hage *et al.* (22). Bild A zeigt den Ballon und das Hühnerherz, in Bild B werden die Ballons mit dem Hühnerherz und der verdünnten roten Tinte gefüllt. Bild C zeigt, wie die Ballons in Gelatine eingetaucht werden. In Bild D ist das fertige Gelatinemodell bereits mit dem Gummiband umwickelt, und der Schallkopf wird darauf gehalten.

In Anlehnung an das Simulationsmodell „Breed'n Betsy®“ (Brad Pickford, Australien), das zur palpatorischen transrektalen Untersuchung des Rindes verwendet wird (Abbildung 3), wurde von Brombacher-Steiert *et al.* (2021) ein Simulator namens „Ultrasonic Cow Simulator“ (UCS) entwickelt (Abbildung 4). Dieses Modell ermöglicht die transrektale gynäkologische sonografische Untersuchung des Rindes mit Fokus auf die Zyklusbestimmung. Der Simulator enthält einen realitätsnah aufgebauten Uterus mit Funktionskörpern. Auch Strukturen wie das *Lig. latum uteri*, die *Aa. uterinae* und andere Begleitstrukturen wurden in den Simulator integriert, da die Auffindung dieser Strukturen den Studierenden häufig schwer fällt (23). Bei letzterem Modell wird ein echtes Ultraschallgerät verwendet.



Abbildung 3: Breed'n Betsy®, ein Modell zur transrektalen Untersuchung des Rindes<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> <https://www.breednbetsy.com.au/photos?pgid=k9dnggij2-6a984576-85d5-4c93-a419-b62358853414>  
(zuletzt aufgerufen am 30.07.2023)



Abbildung 4: UCS; Plexiglaskasten mit integriertem äußeren Anteil des Rektums (1), inneren Anteil des Rektums (2), knöchernen Becken (3), Ovarien (4), Harnblase (5), Uterus (6), Lig. latum uteri (7) und Pansen (8) (23)

Spricht man von Simulationsmodellen, so ist es wichtig, zwischen verschiedenen Gruppen zu differenzieren. Simulatoren können grundlegend anhand ihrer Beschaffenheit in vier unterschiedliche Kategorien eingeteilt werden, i.e., i) Modelle, ii) multimediale Computersimulationen, iii) Virtual Reality (VR) und Augmented Reality (AR) und iv) Tierkadaver und Gewebe. Anhand dieser vier Kategorien zur Einteilung kann jedoch nicht festgemacht werden, wie gut Studierende mit einem Simulator lernen können. Allgemein wird anerkannt, dass nicht-praktische virtuelle Simulationen, multimediale Computersimulationen und kommunikations- beziehungsweise szenariobasierte Simulationen für die veterinärmedizinischen Lehrpläne von äußerst hohem Wert sind. Unter einer nicht-praktischen virtuellen Simulation versteht man dabei Computerprogramme oder VR-Programme, die Lernmaterialien oder beispielhafte klinische Szenarien zur Verfügung stellen und daher hauptsächlich theoretisch sind. Gerade die VR hat großes Potenzial, was sich in der aktuell regen Forschung und Entwicklung widerspiegelt. Die VR stellt auch eine gute Alternative zum Einsatz von Versuchstieren dar (14). Im Vergleich zu den oft deutlich teureren physischen Simulatoren sind die Anschaffungskosten für die notwendige Hardware für VR-Applikationen überschaubar. Die vorliegende Arbeit wird sich daher unter anderem damit beschäftigen,

welche Vor- und Nachteile ein US-Simulator auf VR-Basis haben kann, welche Kompetenzen damit erlernt werden können und wie die Rahmenbedingungen zur Implementierung eines solchen in ein veterinärmedizinisches Curriculum aussehen sollen. Zusätzlich soll herausgefunden werden, welche Bereiche ein Simulator unbedingt abdecken muss, um sinnvoll in der Lehre eingesetzt werden zu können. Als Basis wird hierzu eine Fokusgruppendifkussion verwendet.

### 1.1.3. Grundlegende Faktoren für einen effektiven Lernprozess

Es muss beachtet werden, dass Simulationen die Realität nur imitieren und nicht die Realität replizieren können. Durch den Einsatz von Simulationsmodellen kann bei den Übungen das unabhängige und selbstgeleitete Lernen unterstützt werden, es ist daher von großer Wichtigkeit, diese Modelle in die Curricula miteinzubeziehen. Um ein effektives Lernen garantieren zu können müssen gewisse Bedingungen erfüllt werden: Die Lernziele sollen vordefiniert sein und die Trainingseinheiten sollen mit oftmaligen Wiederholungen in einer kontrollierten Umgebung ausgeführt werden, um einen bestmöglichen Lernerfolg zu erzielen (13). Issenberg *et al* (2005) identifizieren zehn wesentliche Faktoren und Einsatzmöglichkeiten von Simulationsmodellen, die zu effektivem Lernen führen (24). Feedback wird als das wichtigste Merkmal identifiziert, da es den Lernenden ermöglicht, ihre eigenen Fortschritte zu bewerten und dazu beiträgt, den Prozess des Vergessens der erlernten Fähigkeiten zu verlangsamen. Als zweiter wichtiger Faktor wird das wiederholte Üben identifiziert: Es ermöglicht, Fehler zu korrigieren, die eigene Leistung zu verbessern und Fertigkeiten mühelos und automatisch auszuführen. Ein weiterer wesentlicher Faktor im effektiven Lernen ist die Integration von Simulationsmodellen in das Curriculum. Es ist von großer Wichtigkeit, dass Simulationsmodelle nicht als außergewöhnliche Aktivität im Curriculum gesehen werden, sondern in die normalen Trainingseinheiten integriert werden und auch verwendet werden, um die Fertigkeiten der Lernenden zu überprüfen. Verschiedene Schwierigkeitsstufen, die an das individuelle Lernen angepasst werden, sowie unterschiedliche Lernstrategien, um auf die Bedürfnisse der Studierenden einzugehen, sind weitere Schlüsselfaktoren, um effektives Lernen zu garantieren (24). Als sechsten wichtigen Punkt sehen Issenberg *et al.* (2005) das Einbringen von klinischen Variationen. Weitere Faktoren sind das Lernen in einer kontrollierten Umgebung, vorgegebene Ziele sowie die Möglichkeit auf individualisiertes Lernen. Der zehnte Punkt, der effektives Lernen garantieren soll, ist das Validieren von Simulationsmodellen (24).

## **1.2. Die Fokusgruppendifkussion als qualitative Forschungsmethode**

Unter einer Fokusgruppendifkussion versteht man eine Methode der qualitativen Sozialforschung, in der Teilnehmer:innen unterschiedlichen Alters, Geschlechts und Ausbildungsgrades, sowie aus verschiedenen Ausbildungsrichtungen, zusammenkommen und unter Moderation anhand eines Leitfadens miteinander über ein Thema diskutieren. Ihren Ursprung fand die Methode in der Marktforschung, wo sie in den späten 1960er Jahren in Amerika vermehrt zur Anwendung kam. Mittlerweile werden Fokusgruppendifkussionen vermehrt in der akademischen Sozialforschung eingesetzt und es kommen, im Gegensatz zu früher, vermehrt Audiotranskripte in der Analyse zum Einsatz (25).

Fokusgruppendifkussionen finden in der medizinischen Forschung aufgrund der Flexibilität der Methode und der vielseitigen Möglichkeiten ebenfalls breite Anwendung. Ursprünglich wurden Fokusgruppen vor allem in Mixed-Methods-Studien eingesetzt, mittlerweile findet hier allerdings eine Veränderung statt. In den letzten Jahren findet sich eine vermehrte Anzahl an qualitativen Studien, die Fokusgruppen als alleinige Methode zur Datenerhebung verwenden (26). Die Einsatzmöglichkeiten sind vielseitig und reichen von Hypothesenaufstellung über Test- und Implementierungsphasen in den Anfängen von Projekten bis hin zu Fragebogenerstellung und Interpretation von quantitativen Studien. In vielen klinischen Studien werden Fokusgruppen in den ersten Phasen eingesetzt, um herauszufinden, welche Fragestellungen beispielsweise in Fragebögen zur medizinischen Grundausbildung bei Studierenden inkludiert werden sollen. Durch den Einsatz von Fokusgruppen kann weiter sichergestellt werden, dass Fragestellungen angemessen und leicht verständlich sowie kontextuell relevant sind. In der medizinischen Ausbildungsforschung finden Fokusgruppen einen breiten Einsatz. So wird mittlerweile eine verstärkte Betonung auf die Bedürfnisse von Studierenden gelegt, anstatt wie bisher eher die Anliegen und Beurteilungskriterien von Ersteller:innen der Curricula in Betracht zu ziehen (26).

### **1.2.1. Zusammensetzung von Fokusgruppen**

In der Erstellung von Fokusgruppen liegt der wichtigste Faktor darin, auf eine optimale Gruppenzusammensetzung zu achten. Hierbei gilt es zu bedenken, dass eine ausreichende Diversität innerhalb der Teilnehmer:innen gegeben ist, um eine Diskussion zu fördern beziehungsweise überhaupt zu ermöglichen. Bei zu heterogenen Gruppen besteht allerdings das Risiko, dass Konflikte entstehen und Einzelpersonen zu dominant auftreten oder unterdrückt werden. Zusätzlich muss darauf geachtet werden, dass die

Gruppenzusammensetzung adäquat auf das Thema abgestimmt wird, und die Teilnehmer:innen über ausreichend Wissen verfügen, da sonst möglicherweise Informationen in einer unzureichenden Tiefe zum Thema generiert werden (25,27).

In der Gruppenzusammensetzung können auch bisherige Ergebnisse aus Studien in Betracht gezogen werden, um herauszufinden, welche Charakteristika von Teilnehmer:innen zu einer produktiven Diskussion beitragen. Typisch beachtete Charakteristika sind Geschlecht, Ethnie, Religion, Alter und Erfahrung beziehungsweise Ausbildung. Zusätzlich kann es einen Einfluss auf die Produktivität einer Gruppe haben, ob die Teilnehmer:innen einander bekannt sind oder nicht. Es zeigt sich, dass in Fokusgruppen, die einander fremde Personen inkludieren, die Teilnehmenden freier und offener sprechen als dies in einander vertrauten Gruppen der Fall ist. Als kritischer Faktor in der Zusammensetzung von Gruppen mit Fremden zeigt sich, dass die Personen oft dazu tendieren, bei der Diskussion einfach nicht zu erscheinen (25,28).

Die Größe einer Fokusgruppe wird typischerweise mit sechs bis acht Teilnehmer:innen festgesetzt. Variationen in der Gruppengröße reichen von drei bis hin zu fünfzehn teilnehmenden Personen. In der Festlegung der Teilnehmer:innenanzahl spielen verschiedene Faktoren eine Rolle, angefangen bei logistischen Problemen bis hin zu grundlegend begrenzter Verfügbarkeit. Es ist zu beachten, dass Gruppen mit einer geringeren Größe zwar grundsätzlich eine höhere Produktivität aufweisen, aber die Diskussion möglicherweise fachlich limitierter ist. Zusätzlich ergibt sich in kleineren Gruppen eher eine Frage-Antwort-Situation zwischen der moderierenden Person und Einzelpersonen als eine tatsächliche Diskussion zwischen den Teilnehmer:innen (25).

#### 1.2.2. Erstellung eines Interviewleitfadens für die Fokusgruppendifkussion

In der Erstellung des Interviewleitfadens wird empfohlen, für eine zweistündige Diskussion etwa zwölf Fragen einzuplanen. In einem Eins-zu-Eins-Interview könnten diese Fragen vermutlich von einer Person innerhalb weniger Minuten beantwortet werden, in einer Gruppensituation hingegen wird davon ausgegangen, dass Äußerungen und Meinungen bei den anderen Teilnehmer:innen zu Denkanstößen führen oder eventuell Erinnerungen hervorrufen und somit die Dauer des Interviews verlängern. Unter gewissen Umständen und in einigen Situationen kann es vorkommen, dass der Antwortprozess eingeschränkt ist. Daher muss sichergestellt werden, dass die Fragestellungen so gewählt werden, dass die Befragten diese verstehen, die Antworten darauf wissen und artikulieren können, das Umfeld eine

ehrliche Antwort zulässt und auch die leitende Person die Antwort verstehen kann. Sind diese Kriterien nicht alle erfüllt, so leidet die Qualität des Interviews darunter (27).

Im Laufe des Interviews ist es wichtig, dass eine Kommunikation und Diskussion zwischen den Teilnehmenden stattfindet. Es liegt in der Verantwortung der leitenden Person, dies zu ermöglichen und gegebenenfalls auch die Teilnehmer:innen dazu zu ermutigen. Durch eine Konversation zwischen den Teilnehmenden werden die wichtigsten Informationen herausgefiltert, weil das Interview dadurch in neue und tiefere Level geführt werden kann. Ein Punkt in der Ermöglichung von Diskussionen liegt in der Auswahl der richtigen Sprache: Es ist wichtig, Wörter und Phrasen zu verwenden, welche die Teilnehmenden von sich aus auch benutzen würden. Zudem ist es von großer Bedeutung, die Fragestellungen kurz zu halten, um die Mitwirkenden nicht zu verwirren. Gute Fragestellungen zeichnen sich in der Regel auch dadurch aus, dass sie offen gestaltet sind und nicht mit wenigen Wörtern oder Phrasen beantwortet werden können, sondern es einer längeren Erklärung bedarf (27).

Allgemein sollte ein Interviewleitfaden so gestaltet sein, dass zuerst mit einer Frage gestartet wird, die für alle Beteiligten leicht zu beantworten ist. Hier kann auch beispielsweise eine Frage zu persönlichem Hintergrund oder eine kurze Vorstellung eingebaut werden. Dadurch kommen alle Teilnehmenden gleich am Anfang dazu, sich zu äußern und nehmen somit von Beginn an aktiv an der Diskussion teil. Anschließend an diese sogenannte Eröffnungsfrage wird üblicherweise eine einleitende Frage angehängt. Diese umfasst oft Phrasen wie „Was ist das erste, das Ihnen einfällt, wenn...“ und dienen dazu, der moderierenden Person einen Überblick über die Ansichtsweisen der Teilnehmer:innen zu geben. Daran anschließend hängt man die Schlüsselfragen des Interviews, üblicherweise vier bis sechs an der Zahl, welche die meiste Zeit in Anspruch nehmen sollen und die wichtigsten Fragen des Interviews sind. Die Fragestellungen sollten im Verlauf des Interviews immer komplexer und spezifischer werden und mit der Zeit sollte sich die Diskussion dann zu den wichtigen Fragen bewegen. Eine gute Sequenzierung ist vorzunehmen, damit die Konversation flüssig von einer Frage zur nächsten ablaufen kann. Abschließend an die Schlüsselfragen und um die Diskussion zu einem Ende zu führen, werden Fragen gestellt, die den Mitwirkenden ermöglichen sollen, ihren Standpunkt nochmals klarzumachen und die wichtigsten Aspekte der vergangenen Diskussion zu reflektieren. (27)

### 1.2.3. Hintergrund zur Datenauswertung

Die Begriffe „Kategorie“ und „Code“ sind in der qualitativen Inhaltsanalyse eng miteinander verknüpft. Dabei ist das Kategoriensystem als Struktur- und Ordnungssystem zu verstehen. Dieses System ermöglicht das Zuordnen von Daten beziehungsweise von Teilen von Daten, die dann als „codierte Segmente“ bezeichnet werden. Bei verbalen Daten versteht man unter diesen codierten Segmenten eine Textstelle, die mit einer bestimmten Kategorie, also mit einem bestimmten Inhalt, in Verbindung steht (29).

Die Bildung von Kategorien kann grundsätzlich auf zwei verschiedene Weisen erfolgen. In der deduktiven Kategorienbildung, die auch als A-priori-Kategorienbildung bezeichnet wird, werden die Kategorien unabhängig vom erhobenen Datenmaterial gebildet. Bei dieser Art der Kategorienbildung werden die bei der Inhaltsanalyse zum Einsatz kommenden Kategorien auf Basis einer bereits vorhandenen inhaltlichen Systematisierung gebildet. Bei der induktiven Kategorienbildung hingegen werden die Kategorien direkt an den empirischen Daten gebildet. Diese Kategorienbildung am Material ist ein aktiver Konstruktionsprozess, der theoretische Sensibilität und Kreativität erfordert (29).

Für die vorliegende Arbeit wurde der Ansatz zur induktiven Kategorienbildung am Material herangezogen.

## **2. Fragestellung**

Die vorliegende Fokusgruppen-basierte Arbeit befasst sich damit, welche Hauptanforderungen an einen Simulator für die Ausbildung von Studierenden zur US-Untersuchung des Pferdes gestellt werden. Teilnehmer:innen wurden außerdem zur Diskussion darüber angeregt, welche Kompetenzen durch das Lernen mit einem Simulator eher gut beziehungsweise weniger gut erlernt werden können. Auch die Fragestellung, welche Körperregionen ein Simulator unbedingt abdecken soll, um ihn relevant für die pferdemedizinische Lehre zu machen, wurde behandelt. Abschließend wurden die Hauptanforderungen und Feedbackmodalitäten des Simulators diskutiert und die Rahmenbedingungen in der Lehre, um einen sinnvollen Einsatz eines Simulationsmodells gewährleisten zu können, erörtert. Weiters sprachen die Teilnehmenden darüber, ob und wie ein solcher Simulator möglicherweise auch außerhalb der universitären Lehre Anwendung finden kann.

Zusätzlich zu den bereits genannten Themen beschäftigten sich die Teilnehmer:innen mit der Fragestellung, welche Vor- und Nachteile sich durch die Implementierung eines solchen Simulators in Form eines VR-Modells ergeben können.

### **3. Material und Methoden**

#### **3.1. Studiendesign Gesamtprojekt**

Das umfangreiche Gesamtprojekt baut auf einem analytischen Mixed-Methods-Ansatz auf, der drei verschiedene Datenerhebungsformen kombiniert. Dabei werden sowohl quantitative als auch qualitative Forschungsstrategien angewendet. Diese umfassen einerseits die Versendung eines Fragebogens und andererseits die Durchführung von Fokusgruppen-diskussionen und semistrukturierten Expert:inneninterviews. Das übergeordnete Ziel der analytischen Studie ist es, die aktuelle Situation in der pferdemedizinischen US-Ausbildung sowie die gewünschten Aspekte, insbesondere im deutschsprachigen Raum, klarzustellen. Basierend auf den gewonnenen Erkenntnissen soll ein virtueller US-Simulator entwickelt werden, der optimal auf die Lehr- und Lernbedürfnisse abgestimmt ist.

Diese spezielle Arbeit konzentriert sich auf den Teil der Fokusgruppeninterviews, die den Einsatz von US in der pferdemedizinischen Ausbildung beleuchten sollen. Dabei werden die Meinungen und Erfahrungen der Expert:innen in einem Diskussionsformat erfasst, um wertvolle Einblicke in die Herausforderungen und Potenziale dieser Ausbildungsrichtung zu gewinnen. Im Gesamtprojekt wurden zwei Fokusgruppen eingeplant, wovon eine im Zuge dieser Arbeit durchgeführt wurde.

Die Daten wurden, nachdem die Studie am 02.09.2022 von der Ethikkommission der medizinischen Universität Wien bestätigt wurde, im Rahmen der Fokusgruppe am 24.03.2023 erhoben.

#### **3.2. Erstellung einer Interviewleitlinie**

Ein Fokusgruppeninterview wurde zur Erhebung unterschiedlicher Anforderungen an einen Simulator zur Ausbildung von Studierenden in US beim Pferd durchgeführt. Die diskutierten Anforderungen umfassten die erreichbaren und zu erreichenden Kompetenzen, technische Anforderungen, Feedbackmodalitäten und Rahmenbedingungen zur Implementierung in der veterinärmedizinischen Lehre.

In Anlehnung an die allgemeinen Forschungsfragen im Projekt „Entwicklung einer durch künstliche Intelligenz gestützten Ultraschall-Lernumgebung für Studierende zur Reduktion des Einsatzes von Pferden in der tiermedizinischen Lehre (3R's – Reduce, Refine, Replace)“ wurde unter Beachtung der empfohlenen Schritte gemäß Kuckartz und Rädiker (2022) ein Leitfaden für das Fokusgruppeninterview erstellt (29). Ein Hauptaugenmerk wurde dabei auf

die mit einem Simulator erreichbaren Kompetenzen, die Feedbackmodalitäten sowie die Frage der abzubildenden Körperregionen gelegt.

Unsere Herangehensweise in der Fokusgruppe zeichnet sich durch eine strukturierte Gestaltung aus, die es den Teilnehmenden ermöglichte, miteinander in einen offenen Dialog zu treten und den Einsatz Simulator-basierter Technologien zur Förderung der pferdemedizinischen Ausbildung zu beleuchten. Unser Hauptziel war es, die Ergebnisse von einer parallel im Großprojekt durchgeführten Umfrage und von semistrukturierten Einzelinterviews durch die Meinungen der Teilnehmenden zu vertiefen und kontextuelle sowie ergänzende Daten zu generieren. Diese Daten wurden anschließend in Verbindung mit den Informationen aus Umfragen, Einzelinterviews und Literaturrecherchen integriert. Ein Ziel unserer Fokusgruppe bestand darin, erfolgreiche Praxisbeispiele (Good Practices) zu sammeln und darüber zu sprechen, die von den Teilnehmenden entweder bereits verwendet werden oder ihnen bekannt sind.

Die ausgewählten Teilnehmenden wurden durch offene Fragen zu spezifischen Themen in eine diskussionsähnliche Atmosphäre geführt, aus der wir eine vergleichende Analyse ableiten können. Damit förderten wir den interaktiven Austausch, der es uns ermöglichte, wertvolle Erkenntnisse zu gewinnen.

In der vorliegenden Arbeit wurde der folgende Interviewleitfaden verwendet.

1. Stellen Sie sich kurz vor und beschreiben Sie Ihre aktuelle Tätigkeit im Bereich Veterinärmedizin bzw. US.
2. Haben Sie schon Erfahrungen mit US-Simulation gemacht? Wenn ja, mit welcher Art von Simulator?
3. Was ist Ihnen bei Ihrem Kontakt mit US-Simulation aufgefallen?
4. Welche Kompetenzen können Ihrer Meinung nach im Bereich US-Untersuchungen (beim Pferd) mit einem Simulator gut erlangt werden?

Nachfrage:

- Welche Kompetenzen können Ihrer Meinung nach im Bereich US-Untersuchungen (beim Pferd) mit einem Simulator nicht gut erlangt werden?
5. Welche Körperregionen muss ein Simulator auf jeden Fall abdecken können?

Nachfragen:

- Gibt es Körperregionen, die in der täglichen Praxis nicht routinemäßig geschallt werden und daher auch nicht zwingend in einem Simulator vertreten sein müssen?
  - Welche Körperregionen sind unter üblichen Übungsbedingungen nur eingeschränkt vermittelbar und sollten daher am Simulator abgebildet werden?
  - Gibt es Körperregionen, deren Darstellung in einem Simulator schwierig sein könnte?
6. Was sind die Hauptanforderungen an einen Simulator für die US-Ausbildung am Pferd?

Nachfrage:

- Welche Feedbackmodalitäten fänden Sie sinnvoll?
7. Wo liegen mögliche Vor- oder Nachteile eines VR-Simulators im Vergleich zu anderen Varianten von Modellen?
8. Welche Rahmenbedingungen in der Lehre sollten gegeben sein, damit ein Simulator sinnvoll eingesetzt werden kann?

Nachfrage:

- Woran könnte die Implementierung eines Simulators in der Lehre scheitern?
9. Welche Einsatzgebiete - möglicherweise auch außerhalb der Lehre - sehen Sie für einen Ultraschallsimulator?
10. Wenn Sie Entwickler:innen von einem US-Simulator einen Ratschlag geben könnten, welcher wäre das?
11. Haben wir etwas ausgelassen, das Ihnen zu diesem Thema wichtig ist? Falls ja, was?

### 3.3. Recruiting von Teilnehmer:innen

Nach der Erstellung des Interviewleitfadens wurden mögliche Teilnehmer:innen per E-Mail eingeladen, sich an der Fokusgruppendifkussion zu beteiligen. Um auf eine möglichst große Heterogenität der Gruppe zu kommen und somit verschiedenste Meinungen einholen zu können, wurden Studierende, Lehrende sowie in der Praxis tätige Tierärzt:innen eingeladen. Es wurde zwischen verschiedenen Fachbereichen unterschieden, nach denen die Teilnehmer:innen ausgewählt wurden (Tabelle 1).

*Tabelle 1: Definition der Fachbereiche*

| <b>Fachbereiche</b>                |
|------------------------------------|
| Gynäkologie und Andrologie         |
| Orthopädie                         |
| Student:in oder kürzlich graduiert |
| Bildgebende Diagnostik             |
| Interne Medizin                    |

Innerhalb der Zusammensetzung der Gruppe wurde darauf geachtet, dass mindestens eine Person von jedem der genannten Fachbereiche dabei ist. Im Zuge der Fokusgruppendifkussion war es von großer Wichtigkeit, nicht nur das Experti:innenwissen der Teilnehmenden, sondern auch deren persönliche Meinungen einzuholen. Durch die Auswahl von Teilnehmer:innen aus verschiedenen europäischen Ländern wurde zusätzlich versucht, breit gefächerte Meinungen in die Diskussion zu integrieren.

Die Terminkoordination erfolgte über das Mitsenden eines Links zu einer Umfrage mit Termino<sup>4</sup> (Bundesministerium für Finanzen, Wien, Österreich), unter dem alle Personen ihre möglichen Termine angeben konnten. Die endgültigen Teilnehmer:innen wurden ferner gebeten, eine Einverständniserklärung (siehe Anhang 1) zur Aufzeichnung der Diskussionsrunde und zur Verarbeitung der von den Teilnehmer:innen akquirierten Daten zu unterschreiben. Ebenso wurde gebeten, dass die Teilnehmer:innen schon vor der Fokusgruppe das hierzu verwendete Webkonferenztool Cisco Webex (Cisco Systems, Kalifornien, USA) installieren.

<sup>4</sup> <https://www.termino.gv.at/meet/de> (zuletzt aufgerufen am 30.07.2023)

### **3.4. Durchführung der Fokusgruppendifkussion**

Nach Festsetzen eines Termins und Einverständnis zur Datenverarbeitung erfolgte die Durchführung der Fokusgruppendifkussion über Cisco Webex, das auch für Videoaufzeichnungen genutzt werden kann. Die Teilnehmenden wurden im Voraus nochmals darüber informiert, dass die Sitzung aufgezeichnet und später in der Studie verwendet wird.

### **3.5. Datenaufbereitung und -analyse**

Die Auswertung und Analyse der in der Fokusgruppendifkussion erhobenen Daten erfolgte in mehreren Schritten. Nach der Durchführung und Aufzeichnung der Diskussion über das Webkonferenztool Cisco Webex (Cisco Systems, Kalifornien, Vereinigte Staaten) wurde die Videodatei in die Software Audiotranskription<sup>5</sup>, Paket fx4 (dr. Dresing & Pehl GmbH, Marburg, Deutschland) eingespeist. Dieses ist ein DSGVO konformes Programm zur Audiotranskription. Es wurde eine inhaltlich-semantische Transkription nach Dresing und Pehl durchgeführt. Die dazu befolgten Transkriptionsregeln sind in Tabelle 2 ersichtlich. Die Grundregel dieser Transkriptionsweise ist, dass wörtlich und nicht zusammenfassend transkribiert wird (30). Im Transkript wurde die interviewende Person mit „I“ bezeichnet, alle anderen Teilnehmer:innen in der Reihenfolge des ersten Auftretens mit „P1“ bis „P6“. Nach der Transkription wurde das Dokument kontrolliert und Passagen gegebenenfalls überarbeitet, wenn die transkribierten Abschnitte nicht genau stimmten.

---

<sup>5</sup> <https://www.audiotranskription.de/> (zuletzt aufgerufen am 30.08.2023)

Tabelle 2: Transkriptionsregeln nach Kuckartz und Rädiker (28)

| Transkriptionsregeln  | autom. Transkription                                  |
|---|---|
| 1. Jeder Sprechbeitrag wird als eigener Absatz transkribiert, auch kurze Einwüfe anderer Personen wie „Ja“, „Nein“, „Genau“. Zwischen den Sprechbeiträgen wird eine Leerzeile eingefügt, um die Lesbarkeit zu erhöhen.  | +/- (kurze Einwüfe werden meist nicht erkannt)        |
| 2. Absätze der interviewenden oder moderierenden Person(en) werden durch „I:“ oder „M:“, die der befragten Person(en) durch eindeutige Kürzel (z. B. „B:“) eingeleitet. Zur Unterscheidung mehrerer Personen in einer Aufnahme werden die Kürzel um Nummern ergänzt („M1:“, „M2:“, „B1:“, „B2:“ etc.). Alternativ zu Kürzeln können Namen oder Pseudonyme verwendet werden. Die Kennzeichnungen der Sprechenden werden zur besseren Erkennbarkeit fett gesetzt. | +   |
| 3. Es wird wörtlich transkribiert, also nicht lautsprachlich oder zusammenfassend. Vorhandene Dialekte werden nicht mit transkribiert, sondern möglichst genau in Hochdeutsch übersetzt, damit die Texte gut durchsucht werden können.  | +/- (keine automatische Übersetzung ins Hochdeutsche) |
| 4. Die Sprache wird leicht geglättet, das heißt an das Schriftdeutsch angenähert. Zum Beispiel wird aus „Er hatte noch so'n Buch genannt“ → „Er hatte noch so ein Buch genannt“. Die Wortstellung, bestimmte und unbestimmte Artikel etc. werden auch dann beibehalten, wenn sie Fehler enthalten.  | +/- (keine Annäherung an das Schriftdeutsch)          |
| 5. Deutliche, längere Pausen werden durch in Klammern gesetzte Auslassungspunkte „(..)“ markiert.   | - (ggf. erkennbar an Zeitmarken)                      |
| 6. Besonders betonte Begriffe werden durch Unterstreichungen gekennzeichnet.  | -   |
| 7. Sehr lautes Sprechen wird durch Schreiben in Großschrift kenntlich gemacht.  | -   |
| 8. Zustimmungde bzw. bestätigende Lautäußerungen („mhm“, „aha“ etc.) werden nicht mit transkribiert, sofern sie den Redefluss der sprechenden Person nicht unterbrechen oder als direkte Antwort auf eine Frage zu verstehen sind.  | -   |
| 9. Fülllaute wie „ähm“ werden nur transkribiert, wenn ihnen eine inhaltliche Bedeutung zugemessen wird.   | -   |
| 10. Störungen von außen werden unter Angabe der Ursache in Doppelklammern notiert, z. B. „((Handy klingelt))“.  | -   |

|   |   |
|---|---|
| 11. Lautäußerungen werden in einfachen Klammern notiert, z. B. „(lacht)“, „(stöhnt)“ und Ähnliches.   | – |
| 12. Bei Videoaufzeichnungen von Interviews und Fokusgruppen: Nonverbale Aktivitäten werden wie Lautäußerungen in einfache Klammern gesetzt, z. B. „(öffnet das Fenster)“, „(wendet sich ab)“ und Ähnliches. | – |

Das fertige Transkript wurde in der Software MAXQDA Analytics Pro 2022 Students (VERBI – Software. Consult. Sozialforschung. GmbH, Berlin, Deutschland) in der Version 2022 zur qualitativen Inhaltsanalyse weiterverwendet.

In der qualitativen Inhaltsanalyse ist die Entwicklung eines Kategoriensystems von großer Wichtigkeit. Aussagen aus der Fokusgruppendifkussion werden in der Analyse verschiedenen Kategorien zugeordnet. Für die Definition von Kategorien gibt es ein allgemeines Schema (siehe Tabelle 3) an dem wir uns orientiert haben (29).

Tabelle 3: Allgemeines Schema für Kategorienbildung (28)

|  |  |
|--|--|
| Name der Kategorie:                          | Möglichst prägnante Bezeichnung  |
| Inhaltliche Beschreibung:                    | Beschreibung der Kategorie, ggf. mit theoretischer Anbindung   |
| Anwendung der Kategorie:                     | „Kategorie xy“ wird codiert, wenn folgende Aspekte genannt werden ...  |
| Beispiele für Anwendungen:                   | Zitate mit Quellenangabe (Dokument; Absatz bzw. Seite)   |
| Weitere Anwendungen (optional):              | Die Kategorie wird auch codiert, wenn ...<br>Zitate mit Quellenangabe (Dokument; Absatz bzw. Seite)  |
| Abgrenzung zu anderen Kategorien (optional): | Die Kategorie wird nicht codiert, wenn ...:<br>... sondern in diesem Fall wird Kategorie z verwendet<br>Zitate mit Quellenangabe (Dokument; Absatz bzw. Seite) |

Für die vorliegende Arbeit wurde der Ansatz zur induktiven Kategorienbildung am Material herangezogen. Der Text des Transkripts wurde Zeile für Zeile durchgegangen, Textstellen wurden markiert und diesen wurde ein neuer oder bereits definierter Code zugeordnet. Durch das Arbeiten mit einer QDA-Software können die Codes systematisiert und zusammengefasst werden und bleiben automatisch mit den jeweiligen Textstellen verbunden. So kann bei Bedarf

mit einem Klick zwischen der Textstelle und der analytischen Ebene der Codes und Daten hin und her gesprungen werden (29). Zum allgemeinen Verständnis folgt nun ein Beispiel (Abbildung 5).

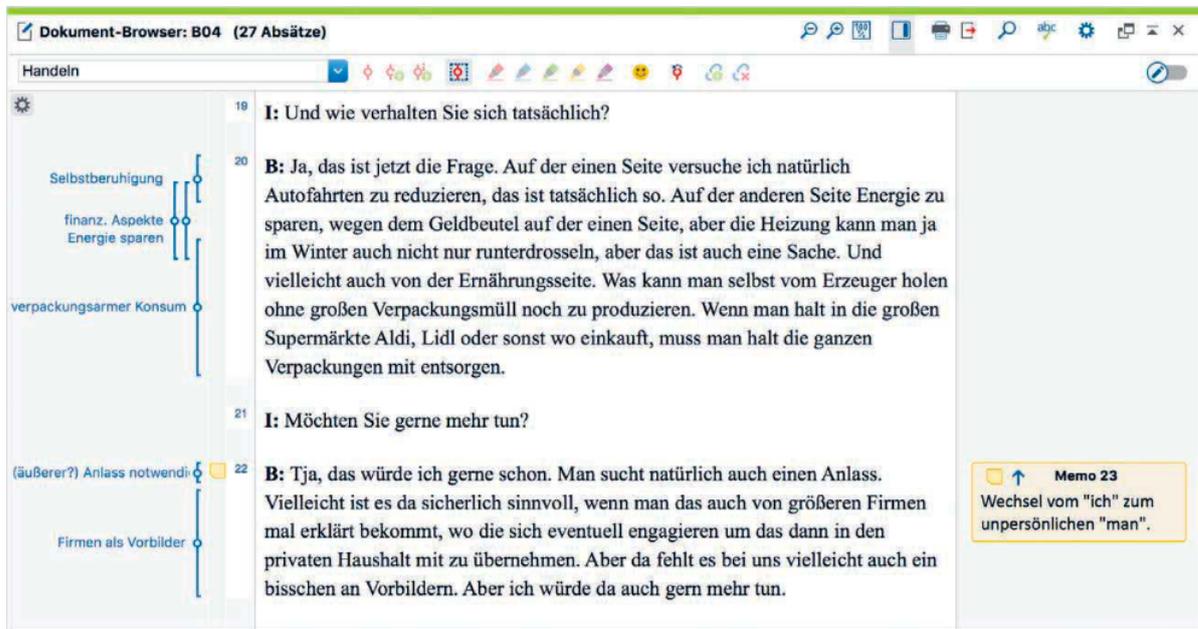


Abbildung 5: Grundlegendes Prinzip der induktiven Kategorienbildung anhand des Studienmaterials, Methode nach Kuckartz und Rädiker (2022) (29)

Im ersten Schritt der Datenanalyse wurde eine Paraphrasierung des Transkripts durchgeführt. Im Zuge dieser Paraphrasierung wurde eine induktive Kategorienbildung nach Mayring durchgeführt (29). Den Kategorien wurden die einzelnen Codes zugeordnet (Abbildung 6).

| Liste der Codes   |  |     |
|---|--|-----|
| Codesystem  |  | 108 |
| Virtual Reality Vor- und Nachteile                          |  | 0   |
| Nachteile   |  | 6   |
| Vorteile  |  | 9   |
| Kompetenzen   |  | 0   |
| schwierig erreichbare Kompetenzen                           |  | 8   |
| gut erreichbare Kompetenzen                                 |  | 9   |
| Einsatzgebiete außerhalb der Lehre                          |  | 11  |
| Rahmenbedingungen in der Lehre                              |  | 9   |
| Hauptanforderungen und Feedbackmodalitäten                  |  | 0   |
| Feedbackmodalitäten   |  | 11  |
| Anforderungen   |  | 17  |
| vertretende Körperregionen am Simulator                     |  | 0   |
| nicht zwingend notwendige Körperregionen                    |  | 2   |
| Körperregionen die vorhanden sein sollen                    |  | 13  |
| bisherige Erfahrungen mit Simulation im Bereich Ultraschall |  | 0   |
| noch keine Erfahrungen                                      |  | 3   |
| bereits Erfahrungen gemacht                                 |  | 4   |
| persönliche Informationen                                   |  | 6   |
| Sets  |  | 0   |
| Paraphrasierte Segmente                                     |  | 91  |

Abbildung 6: verwendetes Codesystem

Das abgebildete Codesystem wurde nachfolgend zur besseren Übersicht in der Auswertung in das Programm Microsoft Excel (Microsoft Corporation, Washington, USA) in der Version 16.75.2 exportiert.

Anschließend an die induktive Kategorienbildung wurde eine deskriptive Datenanalyse durchgeführt. Es wurde innerhalb der einzelnen Kategorien darauf geachtet, wie oft sich Aussagen von den Teilnehmer:innen wiederholten und welche Übereinstimmungen sowie Differenzen in deren Meinungen ersichtlich waren.

## 4. Ergebnisse

Unter den sechs Teilnehmer:innen der Fokusgruppendifkussion befand sich eine Studentin im zehnten Semester, die zum Zeitpunkt der Abhaltung gerade an der Schwerpunktlinik für Pferde beschäftigt war, zwei Lehrende unterschiedlicher Universitäten, die sich mit den Fachbereichen Gynäkologie und Orthopädie beschäftigen sowie drei Praktiker:innen, die ihre Schwerpunkte in den Bereichen der Orthopädie, der Inneren Medizin und der bildgebenden Diagnostik haben.

### 4.1. Konsensus über das Potenzial der US-Simulation trotz gemischter Erfahrungswerte

Von den sechs teilnehmenden Personen geben drei an, bisher keine Erfahrungen im Bereich der US-Simulation gemacht zu haben. Abbildung 7 und Abbildung 8 stellen dar, wie viele Teilnehmer:innen bereits Erfahrungen mit Simulatoren gemacht haben und ob die Befragten dem Einsatz von Simulatoren in der Lehre grundlegend positiv oder negativ gegenüberstehen. Einer der Interviewten gibt an, bereits mit verschiedenen Simulationsmodellen Erfahrung gemacht zu haben, hier werden ein selbstständig von einer Doktorandin entwickelter Simulator zur gynäkologischen Untersuchung des Rindes sowie ein von einer Firma entwickelter Simulator namens Breed'n Betsy<sup>6</sup> zur gynäkologischen Untersuchung des Rindes und Pferdes erwähnt. Der Teilnehmer erwähnt Studien, die erwiesen haben, dass diese Simulationsmodelle einen positiven Effekt auf das Lernen der Studierenden haben, gibt aber auch zu bedenken, dass einerseits die Qualität zu wünschen übriglässt und andererseits die Wartung und Instandhaltung dieser Systeme mit großem Aufwand verbunden ist. Zusätzlich kritisiert der Teilnehmer, dass die vorliegenden Modelle selektiv auf ein Organsystem konzentriert sind. Ein Teilnehmer, der als praktischer Tierarzt tätig ist, gibt an, im Rahmen einer Fortbildung mit Weintrauben in Götterspeise als Simulationsmodell gearbeitet zu haben. Diese Methode wurde verwendet, um zu üben, den Schallkopf ruhig zu halten, während nur die Kanüle bewegt und eine Flüssigkeit in die Weintrauben gespritzt wurde. Hier gibt der Teilnehmer an, dass abgesehen vom Spaßfaktor auch die Auge-Hand-Koordination verbessert wurde und betrachtet die Simulation generell als sinnvoll.

---

<sup>6</sup> <https://www.breednbetsy.com.au/> (zuletzt aufgerufen am 30.08.2023)

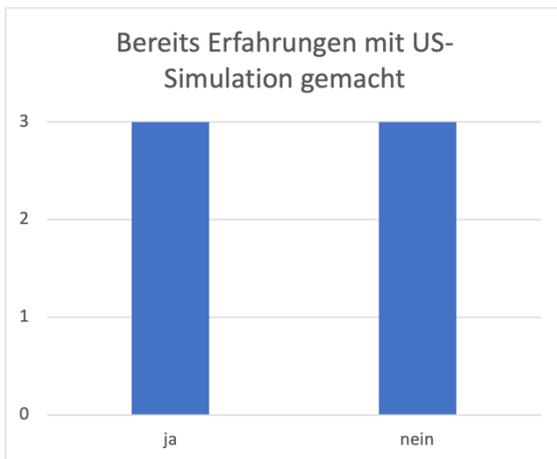


Abbildung 7

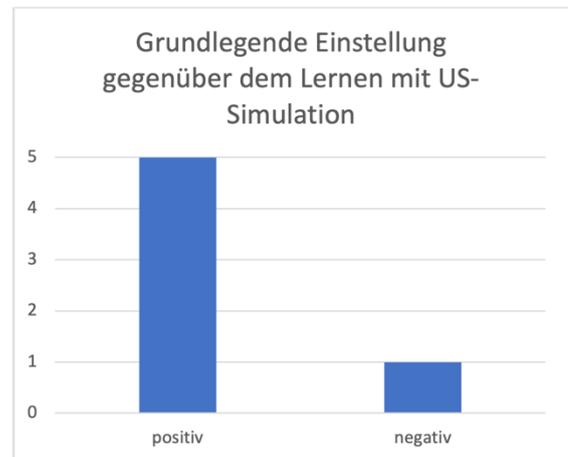


Abbildung 8

#### 4.2. Vor- und Nachteile von Simulationsmodellen

Als allgemein gut mit einem Simulator erreichbare Kompetenzen nennen die Teilnehmer:innen das Erstellen von Standardschnitten, die räumliche Orientierung des Schallkopfes und das Erkennen anatomischer Strukturen. Als weiterer Vorteil wird genannt, dass durch das Lernen am Simulator die Augen-Hand-Koordination verbessert werden kann. Zusätzlich wird genannt, dass das Handling des Schallkopfes und dessen richtige Positionierung sehr gut am Simulationsmodell geübt werden kann. Als weiterer positiver Aspekt des Lernens am Modell wird die Ausbildung eines dreidimensionalen Vorstellungsvermögens genannt. Eine Teilnehmerin wirft ein, dass Studierende zwar anatomische Grundkenntnisse besitzen, diese aber oft unzureichend umsetzen können. Es scheitert meist an der inhaltlichen und räumlichen Zusammensetzung der anatomischen Kenntnisse. Sie stellt sich vor, dass Studierende durch Modelle einen besseren Bezug der anatomischen Kenntnisse und ein verbessertes Lageverständnis von Strukturen zueinander erhalten können. Außerdem wird erwähnt, dass es das Lernen um einiges erleichtert, wenn man US-Bilder selbst herstellen kann und diese nicht nur als Bild in der Literatur verfügbar hat. Als weiterer positiver Aspekt des Einsatzes von Simulationsmodellen in der Lehre wird erwähnt, dass keine zeitlichen Limitationen bestehen, die Studierenden mehr Ruhe in der Ausbildung haben und der Faktor der Kooperation der Tiere wegfällt. Zusätzlich wird auch keine Sedation mehr benötigt und die Studierenden können zeitlich ungebunden und immer üben. Aus dem Fachbereich der Gynäkologie kommt zusätzlich der Aspekt, dass beispielsweise die rektale US-Untersuchung gut simuliert werden kann, und es hilfreich sein kann, diese mehrmals zu üben, da sich hier besonders die räumliche Orientierung aufgrund der nicht vorhandenen Sicht schwierig gestalten kann.

Insgesamt kann festgestellt werden, dass Teilnehmer:innen öfters erwähnen, dass die Verbesserung der Auge-Hand-Koordination, die Erstellung von Standardschnitten, das Handling des Schallkopfes und die Kontextualisierung sowie die dreidimensionale Umsetzung von anatomischen Kenntnissen zu den Kompetenzen gehören, die durch die Lehre am Simulationsmodell gut vermittelt werden können. Abbildung 9 zeigt die von den Teilnehmer:innen erwähnten Vorteile eines Simulators. Die prozentuellen Darstellungen ergeben sich in allen nachfolgenden Abbildungen aus der Häufigkeit, mit der die Teilnehmer:innen bestimmte Aussagen während der Fokusgruppendifkussion tätigten.

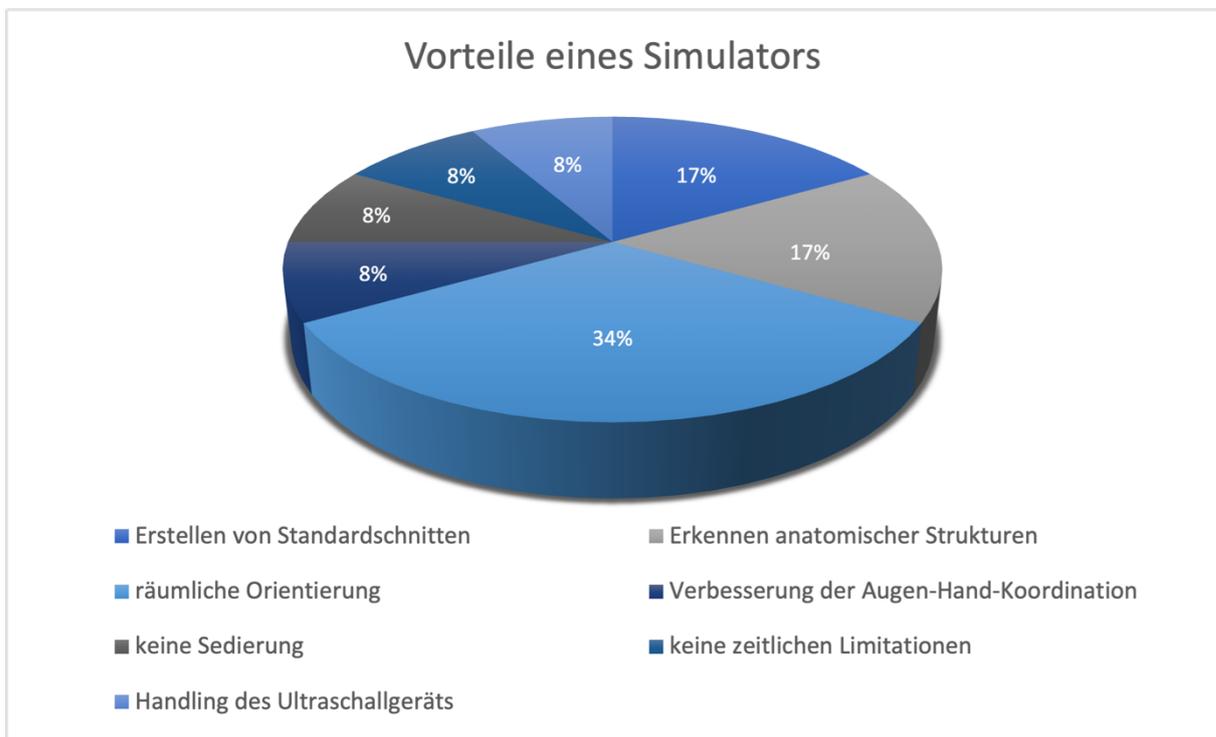


Abbildung 9: Pie-Chart zu den während der Diskussion genannten Vorteilen eines US-Simulators

Die Befragten finden allerdings auch, dass sich ein Simulator nur selten realitätsnahe anfühlt und es schwierig ist, die echte Haptik damit abzubilden. Als Faktor, der schwierig mit einem Modell darzustellen ist, werden Eigentierbewegungen sowie Darmtätigkeiten und rektales Gegenpressen während rektaler US-Untersuchungen genannt. Im Bereich der Gynäkologie wird auch erwähnt, dass es schwer vorstellbar ist, anatomische und physiologische Variationen gut darzustellen. Hier wird vor allem auf die unterschiedlichen Zyklus- und Trächtigkeitsstadien verwiesen und es werden Bedenken geäußert, dass ein Simulator dementsprechend eine große Variabilität an hinterlegten Informationen mit sich bringen muss. Eine weitere schwierig zu erlernende Kompetenz ist für die Befragten das haptische Feedback. Es wird als schwer vorstellbar empfunden, ein Modell so zu gestalten, dass man anhand

dessen Erlernen kann, wie viel Druck bestimmte Gewebe benötigen und welche motorischen Fähigkeiten aufgebracht werden müssen, um den Kontakt in der Bilderstellung aufrecht zu erhalten. Zusammenfassend empfinden es die Befragten als besonders schwierig, Eigentier- sowie Abwehrbewegungen mit einem Simulationsmodell abzubilden und äußern Bedenken, dass Modelle selten der Realität nahekommen. Die erwähnten Nachteile von Simulationsmodellen sind nachfolgend in Abbildung 10 dargestellt.

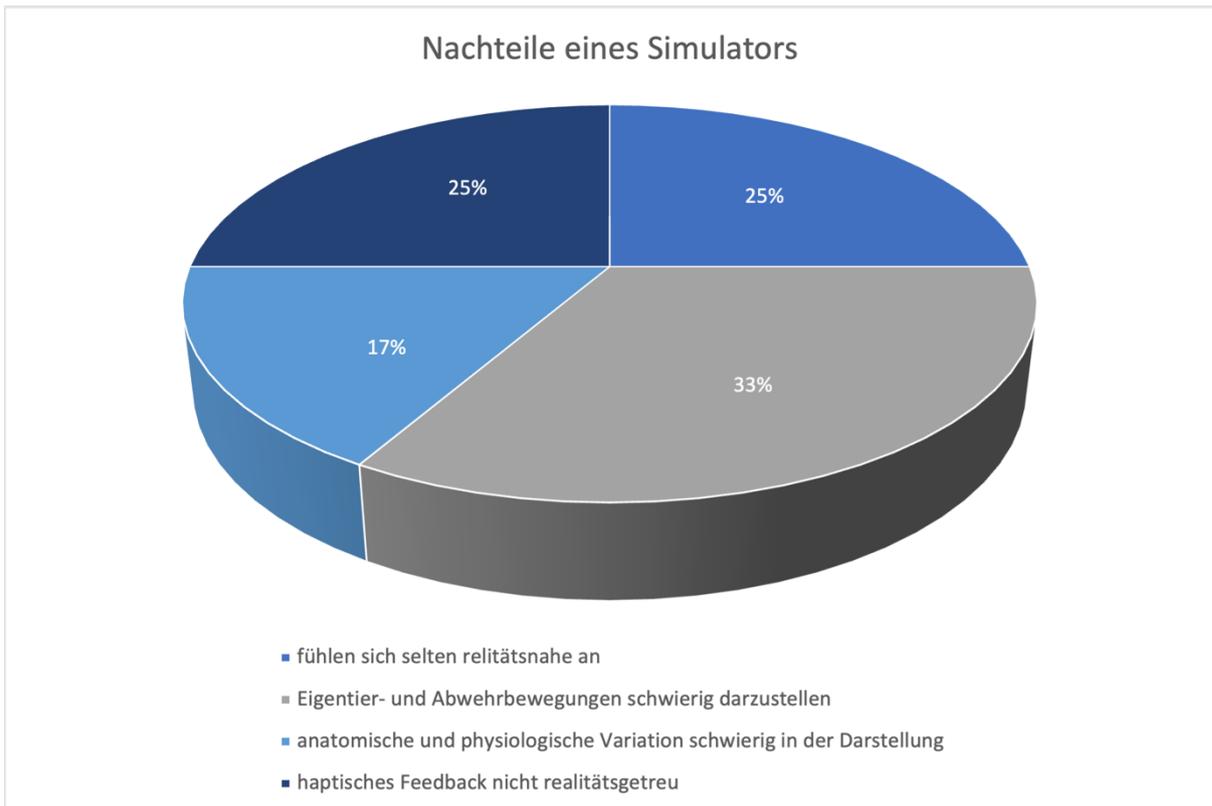


Abbildung 10: Pie-Chart zur Darstellung der in der Diskussion genannten Nachteile eines Simulators

#### **4.3. Abdominaler, orthopädischer und gynäkologischer Ultraschall als wichtigste von einem Simulator abzudeckende Bereiche**

In der Frage, welche Körperregionen am Simulator vertreten sein sollen, kommt der Vorschlag, sich in erster Linie auf die physiologischen Daten zu fokussieren und erst danach die Pathologien ebenfalls zu inkludieren. Als konkreter Bereich, der vorhanden sein soll, wird das Abdomen, also der US der Baueingeweide erwähnt. Hier erachtete es eine Teilnehmerin als sinnvoll, die zunächst klassischen Areale zur US-Abklärung bei Vorliegen einer Kolik in das Modell zu inkludieren, da aufgrund dieser Bilder oft schnell entschieden werden muss, ob ein Pferd operiert werden muss oder ob erst eine konservative Behandlung erfolgen kann. Sie

erachtet dies als sehr praxisrelevant. Auch aus studentischer Perspektive findet dieser Vorschlag Zuspruch. Die Teilnehmerin empfindet es als wichtig, dass man sich in diesem Bereich, der auch oft notfallmedizinisch relevant ist, sicher fühlt.

Aus dem Bereich der Orthopädie kommt der Vorschlag, sich in erster Linie auf die Darstellung der Hauptpathologiezonen zu konzentrieren. Hier erwähnt die Teilnehmerin an der Hintergliedmaße den Fesselträgerursprung und das Knie sowie allgemein das Fesselgelenk und die Fesselbeugesehnscheide. In der Orthopädie wird zusätzlich noch erwähnt, dass es wichtig ist, dass sich die Studierenden erst an der distalen Gliedmaße orientieren können, bevor in komplexere Gebiete wie den Ultraschall von Gelenken eingestiegen wird. Als wichtige Strukturen an der distalen Gliedmaße werden die Oberflächliche Beugesehne (*M. flexor digitorum superficialis*), die Tiefe Beugesehne (*Musculus flexor digitorum profundus*), die Unterstützungsbänder (*Ligamenta accessoria*) und der Fesselträger (*M. interosseus medius*) genannt, an der Hintergliedmaße zusätzlich der Fesselträgerursprung aufgrund des unterschiedlichen Anschallwinkels.

Aus dem Fachbereich der Gynäkologie kommt der Einwurf, dass der transrektale US aus verschiedensten Gründen ebenfalls am Simulator vertreten sein soll. Begründungen sind, dass Trächtigkeitsuntersuchungen als Massentätigkeiten zu verstehen sind und dass die Ausbildung von Studierenden in diesem Bereich vermutlich den höchsten Einfluss auf das Tierwohl hat und die größte Belastung für Übungstiere darstellt. Auch aus studentischer Sicht findet dieser Ansatz Zuspruch, hier kommt die Aussage, dass transrektale Untersuchungen, im Gegensatz zu US-Untersuchungen im orthopädischen Bereich, aufgrund von ethischen Aspekten nicht mehrmals am Tag wiederholt werden können und so nicht alle Studierenden die Chance zur Übung bekommen können.

Auch wird erwähnt, dass es von Vorteil wäre, wenn die sogenannten „Lumps and Bumps“, ein Trivialbegriff für alle möglichen kutanen Raumforderungen, im Simulationsmodell vertreten sind. Begründet wird dies damit, dass diese Fragestellungen in der Praxis oft vorkommen und meistens eine schnelle Diagnosestellung gefordert ist und man sich nicht zu lange damit aufhalten möchte. Die Teilnehmer:innen können sich darauf einigen, dass als wichtigste Bereiche der akute Abdomenschall im Kolikfall, der transrektale Schall der Stute sowie der orthopädische Schall der distalen Gliedmaße vorhanden sein sollen. Eine prozentuelle Darstellung der Bereiche, die für die Teilnehmenden besonders wichtig sind, findet sich nachfolgend in Abbildung 11.

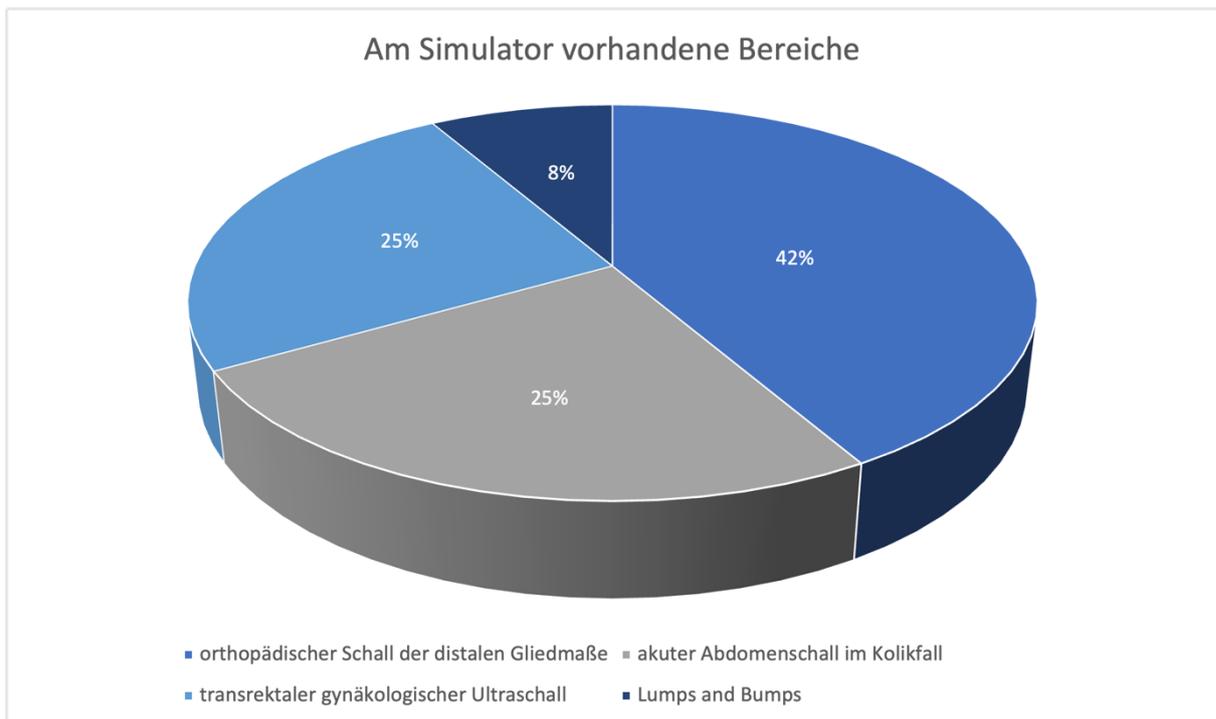


Abbildung 11: Pie-Chart zur Darstellung der wichtigsten Bereiche, die am Simulator vorhanden sein sollen

Als Bereiche, die in einem ersten Modell des Simulators nicht zwingend vorhanden sein müssen, werden besonders Schwerpunkte genannt, die über das Basiswissen im studentischen Bereich hinausgehen. Aus dem Fachbereich der Orthopädie wird hier beispielsweise der Gelenkschall genannt. Aus der Gynäkologie kommen Skrotum und akzessorische Geschlechtsdrüsen in der täglichen Praxis nicht besonders häufig vor, es ist daher ausreichend, den Graduent:innen dies auf Resident Niveau beizubringen. Ein zusätzlicher Bereich, der zwar interessant als Simulationsmodell wäre, aber nicht routinemäßig in der Klinik vertreten ist, ist der Augen-US. Hier kommt der Einwand, es wäre praktisch, diesen am Modell vertreten zu haben, da ein US am Auge von den Pferden oft schlecht toleriert wird und es häufig zu Abwehrbewegungen kommt.

#### 4.4. Stressfreies Lernen und diverse Feedbackmodalitäten als Hauptvorteile von VR

Denken die Befragten an ein US-Simulationsmodell auf VR-Basis, mit welchem eine Simulation der Untersuchungen möglichst realitätsnahe ist, so wird als wesentlicher Vorteil genannt, dass stundenlange Übungen am Versuchstier hiermit reduziert werden können. Direkt damit in Zusammenhang gebracht wird einerseits eine Reduktion des Zeitfaktors und andererseits der Kosten, die mit einem Versuchstierantrag verbunden sind. Die Befragten

können sich vorstellen, dass mit einem Simulationsmodell auf VR-Basis die Grundzüge der US-Untersuchungen erlernt werden, bevor die Studierenden ihre Kenntnisse an Tieren umsetzen. Direkt damit in Zusammenhang steht für die Teilnehmer:innen eine stressfreiere Lernumgebung sowie ein Wegfallen des Zeitdrucks. Dies ist bei Übungstieren nicht gegeben, wenn die Pferde nach einer gewissen Zeit unruhig werden und die Untersuchungen nicht mehr tolerieren. Eine Teilnehmerin wirft ein, dass sie öfter Fortbildungen zum Thema der US-Untersuchung abhält und am Anfang meist noch eine kurze Einheit mit Kadavern macht, um die anatomischen Grundkenntnisse zu wiederholen und zu festigen. Sie kann sich vorstellen, dass anatomische Grundstrukturen an einem Simulationsmodell auf VR-Basis gut dargestellt werden können und man sich so die Verwendung von Präparaten in Fortbildungen und auch in der Lehre ersparen kann. Als weiterer Vorteil der VR wird genannt, dass ein solches Simulationsmodell möglicherweise korrigierendes Feedback geben könnte. Als mögliche Korrekturbeispiele schlägt die Beteiligte Phrasen wie „Eindringtiefe stimmt nicht“ oder „Fokus verstellen“ vor. Die Teilnehmerin gibt an, dass dies das Lernen gut unterstützen kann, da einzig und allein die Information, dass eine Struktur nicht korrekt dargestellt wurde ihr nicht zum Lernerfolg verhilft und durch Feedback, was falsch gemacht wurde und verbessert werden kann, ein nachhaltiger Erfolg gegeben sein könnte. Abbildung 12 zeigt die genannten Vorteile.

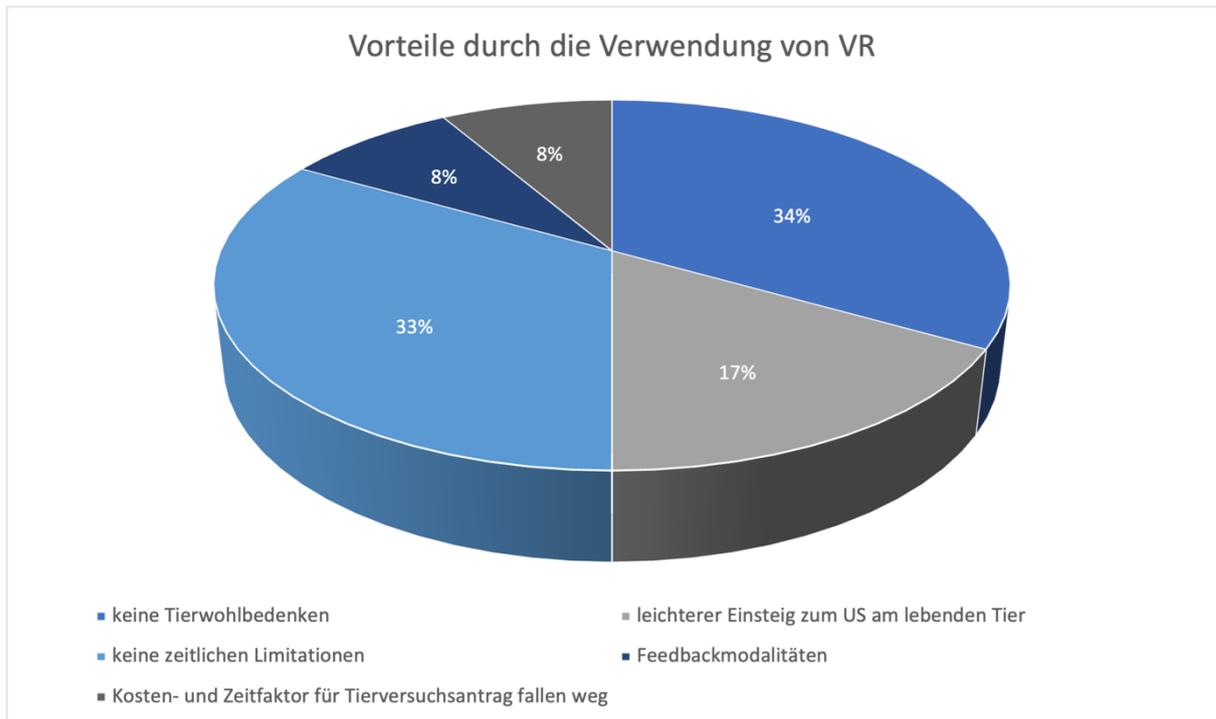


Abbildung 12: Pie-Chart zur Illustration der Vorteile der Verwendung von VR am Simulator

#### **4.5. Einschränkungen bei haptischem Feedback und weitere grundlegende Bedenken gegenüber dem Einsatz von VR in der US-Simulation**

Die Teilnehmer:innen stehen der VR-Technologie trotz der bereits genannten Vorteile eher skeptisch gegenüber. So kommen beispielsweise auf den Vorschlag mit dem korrigierenden Feedback der VR gleich Bedenken auf, dass somit Lehrende an Universitäten völlig ersetzt werden könnten. Als möglicher Nachteil wird beispielsweise genannt, dass es schwer vorstellbar ist und sehr komplex scheint, wie man Feedback bezüglich verschiedener Druckqualitäten zur Darstellung unterschiedlicher Strukturen oder auch des Andrucks zur richtigen Ankopplung der Sonde erhalten kann. Es wird eingeworfen, dass hierzu eine große Menge an Daten benötigt wird, um dem Simulator zu ermöglichen, diese Druckverhältnisse zur Darstellung der einzelnen Strukturen realitätsnahe abzubilden. In Zusammenhang damit wird angemerkt, dass aufgrund der verschiedenen Druckverhältnisse möglicherweise keine Muskelerinnerung bei den Studierenden ausgebildet werden kann. Für einzelne Teilnehmer:innen scheint grundsätzlich das Gesamtkonstrukt der VR sehr abstrakt und schwer vorstellbar zu sein. Zusätzlich wird befürchtet, dass durch den verstärkten Einsatz von VR-Simulationsmodellen die Tendenz entstehen könnte, den Bestand an Übungstieren an Universitäten auf Null zu reduzieren und somit die Lehre am lebenden Tier völlig verloren gehen könnte. Die Teilnehmenden äußern Bedenken, dass zukünftig fertige Tierärzt:innen in der Praxis stehen und Untersuchungen durchführen, die sie nie zuvor außerhalb von Simulationen an lebenden Tieren geübt haben. Dadurch könnte völlig verloren gehen, dass im Bereich der US-Untersuchungen auch Abwehrbewegungen vorkommen und sich Tiere bewegen. Zusätzlich wird befürchtet, dass im Rahmen einer solchen Entwicklung des Verschwindens von Übungspferden das Bewusstsein für anatomische und physiologische Variationen von Studierenden völlig verloren gehen könnte.

#### **4.6. Erlernen von grundlegenden Bewegungsabläufen durch zuverlässiges sowie spielerisches Feedback**

Als wichtige Hauptanforderung eines Simulationsgerätes wird genannt, dass Auszubildende durch die Arbeit mit einem solchen lernen können, den Schallkopf richtig in die Hand zu nehmen und ein ruhiges Bild zu produzieren, das auch ausgewertet werden kann. Ebenso als wichtig erachtet wird es, dass Studierende lernen können, die Winkelstellung des Schallkopfes

in Bezug auf die abzubildende Körperregion korrekt zu treffen. Auch das korrekte Umsetzen von anatomischen Grundkenntnissen und eine Ausbildung eines dreidimensionalen Denkvermögens werden als Hauptanforderungen in der Lehre mit Simulationsmodellen genannt. Es wird erwähnt, dass Studierende zwar oft wissen, wie gewisse Standardschnitte erstellt werden und auch das Wissen haben, wie die Bilder aussehen sollten, es aber an der Umsetzung scheitert. Dies wird ebenfalls als Anforderung im Lernprozess mit einem Simulationsmodell genannt. Die Teilnehmer:innen empfinden auch die Entwicklung von Ruhe und das Ablegen von Hektik während US-Untersuchungen als Anforderung. Durch das Lernen am Modell sollen die Grundlagen klar vermittelt und eine gewisse Sicherheit im Ablauf eines Untersuchungsschemas entwickelt werden, um den Lernenden somit den Einstieg in die Praxis am lebenden Tier zu vereinfachen.

Auf den Simulator selbst bezogen wünschen sich die Teilnehmer:innen, dass dieser möglichst realitätsnahe ist und bestmöglich den Bedingungen am lebenden Tier entspricht. Hier bestehen Bedenken, dass durch den Einsatz von VR ein zu hohes Level an Abstraktion entstehen könnte. Zusätzlich empfinden es die Befragten als wichtig, dass das Modell einfach zu bedienen und stabil in der Funktionalität ist. Mehrere Teilnehmer:innen einigen sich darauf, dass ein Simulator nicht zum Lernen verwendet wird, wenn er nicht zuverlässig funktioniert und man sich zu viel damit auseinandersetzen muss, um überhaupt eine Lernsituation zu ermöglichen. Als sinnvoll erachtet wird ein modularer Aufbau, durch den sich die Studierenden ein Thema von der Basis erarbeiten und dann schrittweise weiter in die Tiefe gehen können. Hier kommt die Empfehlung, sich in einem ersten Modell vielleicht nur auf die physiologischen Daten zu konzentrieren und erst danach die Pathologien nachzurüsten, um eine bessere Qualität vor einer zu hohen Quantität bieten zu können. Auch der Kostenfaktor findet Erwähnung, es ist den Beteiligten wichtig, dass ein Simulationsmodell nicht zu teuer und für die Universitäten leistbar ist.

Im Rahmen der Feedbackmodalitäten wird es als wichtig empfunden, dass der Simulator gutes Feedback geben kann und den Lernenden auch erklären kann, warum eine Struktur gerade nicht korrekt dargestellt wurde und wo der Fehler liegt. Ein Vorschlag der Beteiligten ist, dass der Simulator auch Feedback geben kann, wie viel Prozent von einer Struktur gerade richtig dargestellt wurden und ob das dargestellte Bild auswertbar ist oder nicht. Ein konkreter Vorschlag ist, das Feedback des Simulators ein bisschen auf das Level der Gamification zu bringen. So können Studierende spielerisch beispielsweise von einem Eierstock über die komplette Gebärmutter und dann zum anderen Eierstock schallen und je nachdem wie gut sie dies schaffen, eine gewisse Punktezahl erreichen. In den orthopädischen Bereich kann das

Prinzip zum Beispiel auf den US der oberflächlichen Beugesehne umgesetzt werden: Studierende sollen hier versuchen, die komplette Sehne einmal zu schallen, ohne die Struktur dabei zu verlieren und dafür eine gewisse Punkteanzahl erhalten. Durch das Einbringen einer drucklosen Wettbewerbssituation und einer gewissen Leichtigkeit soll so das Lernen spielerisch gestaltet werden und den Student:innen mehr Spaß machen. Durch Feedback in Form dieser Gamification kann die Lehre zudem unabhängig von Lehrenden passieren und die Studierenden können sich selbst ein wenig kontrollieren, wie gut sie gewisse Kompetenzen bereits beherrschen und wo noch Lernbedarf besteht. Durch eine hohe erreichte Punktezahl erhalten die Student:innen so das Gefühl, etwas schon gut gemacht zu haben und werden positiv im Lernprozess bestärkt. Im orthopädischen US im Allgemeinen und im US von Sehnen im Speziellen wird es als besonders wichtig empfunden, dass der Simulator Feedback geben kann, ob die dargestellte Struktur gerade in der richtigen Achse geschallt wird und ob beispielsweise die Ausrichtung der Fasern (Sehnen) stimmt. Auch das korrekte Anschallen von Randbereichen sowie die vollständige Darstellung von Strukturen wie dem Fesselträgerschenkel sollen in Form von Rückmeldungen vom Simulationsmodell bewertet werden.

Eine weitere sinnvolle Feedbackmodalität wäre für die Teilnehmer:innen, wenn der Simulator ein Bild oder im besten Fall ein Video auf einem Parallelbildschirm abbilden könnte, auf dem zu sehen ist, wie die dargestellte Struktur im Optimalfall aussehen soll. So soll für die Studierenden der Sollwert klar sein. Durch korrigierende Aussagen soll man sich mit Hilfe des Simulationsgerätes so zur optimalen Darstellung heranarbeiten können.

#### **4.7. Trainingszentren und curriculare Verankerung als grundlegende Notwendigkeiten zur Implementierung eines (US-)Simulators in der Lehre**

Als wichtigster Faktor zur Implementierung eines Simulators in der veterinärmedizinischen Lehre wird der uneingeschränkte Zugang empfunden, um den Studierenden in erster Linie ein Lernen zu ermöglichen. Dazu bedarf es speziellen Räumlichkeiten, wie beispielsweise Trainingszentren, in denen die Student:innen selbstgeleitet lernen können und diese jederzeit betreten können. Um ein sinnvolles Lernen am Modell gewährleisten zu können muss daher eine technische Einführung stattfinden, um die Benutzung zu erklären, auf mögliche verschiedene Einstellungen des Gerätes aufmerksam zu machen und die Vorgangsweise zu erklären. Diese Einführung könnte im Rahmen einer klassischen Lehrübungsstunde stattfinden, um so im Rahmen eines Stufenprozesses den Einstieg zum Modell zu

ermöglichen. Es wird als wichtig empfunden, dass der Zugang zum Modell einfach gestaltet wird und nicht mit zu hohem Aufwand verbunden ist, da das Angebot sonst von Studierenden möglicherweise schlecht, bis gar nicht genutzt werden könnte.

Durch die Implementierung eines Simulationsmodelles können nach Ansicht der Teilnehmer:innen Teile der Lehre ins Selbststudium abgegeben werden. Es wird als positiv empfunden, dass Studierende in einem geschützten Raum und ohne direktes Feedback von Lehr- und Respektspersonen an ihren Kompetenzen arbeiten können. Klar ist für die Befragten, dass dieses Selbststudium nur als Extra und bereicherndes Angebot zusätzlich zur Standardlehre zu verstehen ist und diese nicht ersetzen kann. Sollte sich das Simulationsmodell bewähren, kommt der Vorschlag, dass möglicherweise mit einem verpflichtend zu absolvierenden Kurs der Einstieg zum lebenden Tier schonender gestaltet werden kann. Die Teilnehmer:innen stellen sich einen Kurs vor, in dem Studierende lernen, die Grundlagen des US sowie das Handling zu beherrschen und mit Vorbereitung in die Übungen am lebenden Tier einsteigen können. Wichtig ist für die Beteiligten aber, dass der Transfer der Kompetenzen vom Modell zum lebenden Tier noch während des Studiums stattfindet, damit nicht Student:innen eine abgeschlossene Ausbildung haben und ihre Fertigkeiten nie an echten Tieren erproben konnten. Als kritischer Faktor, der durch Simulationsmodelle nur eingeschränkt darstellbar ist, wird hier die Eigentierbewegung als Beispiel genannt.

Die Befragten sehen mögliche Schwierigkeiten der Implementierung eines Simulators in die Lehre in hohen Kosten. Hier werden Energie- und Ressourcenkosten genannt. Auch ist es für die Teilnehmenden unklar, wie viele Studierenden zeitgleich am Simulationsmodell üben können und ob es dann tatsächlich auch rentabel ist, ein solches Modell anzuschaffen. Als weitere Schwierigkeit wird genannt, dass für viele Lehrende die Arbeit und das Üben am Simulationsmodell sowieso nicht in Frage kommt, da diese strikt die Übungen am lebenden Tier bevorzugen. In der Folge könnte möglicherweise die Implementierung eines Simulators in der Lehre daran scheitern, dass Lehrende zu skeptisch und konservativ eingestellt sind und sich nicht an neue Technologien heranwagen möchten.

#### **4.8. Weitere Einsatzgebiete außerhalb der Lehre**

Als wichtige Einsatzmöglichkeiten außerhalb der Lehre werden die Fort- und Weiterbildung von bereits ausgebildeten Tierärzt:innen genannt. Als möglicher Anwendungsbereich wird hier der Herz-US genannt. Die Teilnehmer:innen empfinden den Herz-US aufgrund des relativ komplexen dreidimensionalen Aufbaus des Organs und der Tatsache, dass sich die zu

schallende Struktur während der gesamten Untersuchung bewegt, als schwierig. Hier wird vorgeschlagen, das Herz sowohl als bewegtes als auch als unbewegtes Modell darzustellen, um zuerst die Standardschnitte zu üben und diese dann auch am bewegten Organ umsetzen zu können. Auch das Üben von Doppleruntersuchungen und die damit verbundenen komplexen Einstellungen und das Auswählen der richtigen Scanfenster soll durch das Vorhandensein einer Simulation des Herzens geübt werden können. Zudem könnte der Gefäßschall, gerade von den Jugularvenen, von Vorteil sein, da dieser Bereich ebenfalls als komplex zu erlernen beschrieben wird.

Als weitere Einsatzmöglichkeit außerhalb der Lehre wird die Verwendung in postgraduellen Fort- und Weiterbildungen genannt. Eine Teilnehmerin hält regelmäßig selbst Kurse ab und verwendet zur praktischen Übung vor den eigentlichen Gelenk-US-Untersuchungen Präparate vom Schlachthof, um die anatomischen Grundkenntnisse nochmals zu festigen. Sie kann sich vorstellen, dass dieser Teil durch die Verwendung eines Simulationsmodelles ersetzt und somit der logistische Aufwand verringert werden kann.

Die Befragten empfinden es als sinnvoll, ultraschallgestützte Interventionen, die eher selten in der Praxis durchgeführt werden vor dem Eingriff nochmals am Simulationsmodell üben zu können. So soll eine gewisse Routine entwickelt und das vorhandene Wissen nochmals aufgefrischt werden. Hier kommt allerdings der Einwand, dass diese Entwicklung unter Umständen gefährlich sein kann, da es dazu kommen könnte, dass sich Tierärzt:innen Eingriffe am Simulationsmodell selbst beibringen und diese ohne Supervision am lebenden Tier durchführen. Hier wird nochmals darauf verwiesen, dass es deshalb besonders wichtig ist, dass der Simulator gutes und zuverlässiges Feedback geben kann.

Als besonders zukunftsorientierte Einsatzmöglichkeit kommt der Vorschlag, dass man Pathologien in ein digitales System einspeisen könnte und diese in einem Archiv abspeichert. International sollen Tierärzt:innen dann auf dieses Archiv zugreifen können und somit virtuell Patienten untersuchen können, die sie in der Realität noch nie gesehen haben. Wenn man dann in der Praxis ein Pferd untersucht und Pathologien feststellt, die man vorher noch nie selbst gesehen hat, soll man in diesem Archiv nachsehen können, ob etwas in dieser Art in anderen Fällen schon vorgekommen ist und sich so auf internationaler Ebene über US-Bilder vernetzen können.

#### **4.9. Zusammenfassung der Ergebnisse**

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass ein Simulationsmodell für die US-Untersuchung des Pferdes für die Teilnehmer:innen der Fokusgruppendifkussion realistisch und einfach zu bedienen sein soll. Trotz aller Skepsis gegenüber dem Einsatz von VR empfinden es die Befragten als positiv, dass die Anwendung dieser Technologie es ermöglicht, Feedback an die Studierenden zu geben und so ein selbstgeleitetes Lernen möglich ist. Durch die Implementierung eines Modells in der Lehre wünschen sich die Befragten, dass Studierende das grundlegende Handling des Schallkopfes beherrschen und sich ein dreidimensionales Denken einstellt. Es ist den Befragten wichtig, zu betonen, dass die Lehre am Simulationsmodell das Üben am lebenden Pferd nicht ersetzen kann und dass eine Reduktion der in der veterinärmedizinischen Lehre eingesetzten Übungstiere auf Null eine gefährliche und zu vermeidende Entwicklung darstellt.

Grundlegend sollen am Simulationsmodell der Abdomen-US im Notfall, der transrektale gynäkologische US und der orthopädische US der distalen Gliedmaße geübt werden können, da diese drei Bereiche als besonders relevant erachtet werden. In weiterer Folge kann ein US-Simulator auch zur postgradualen Fort- und Weiterbildung verwendet werden, hier sind die Anwendungsmöglichkeiten zahlreich und reichen vom Herz-US über invasive ultraschallgestützte Prozeduren bis hin zu virtuellen internationalen Vernetzungen bei der Diagnosestellung.

## 5. Diskussion

### 5.1. Effekte auf das Lernen durch den Einsatz von Simulationsmodellen

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass von sechs Teilnehmer:innen bisher drei Erfahrungen mit Simulationen im Bereich der US-Untersuchung gemacht haben. Als Vorteile in der Arbeit mit Simulationsmodellen stellen die Beteiligten fest, dass die Hand-Augen-Koordination verbessert werden kann und ein positiver Effekt auf das Learning der Studierenden erzielt werden kann. Die Interviewtenehmer:innen stellen sich vor, dass durch den Einsatz von US-Simulatoren eine Verbesserung des dreidimensionalen Vorstellungsvermögens sowie ein gutes Handling des Schallkopfes erzielt werden kann und die Erstellung von Standardschnitten dadurch besser funktionieren soll. Diese Annahme deckt sich mit einer Studie von Bosse *et al.* (2015), in der eine Verbesserung der prozeduralen Fähigkeiten der Studienteilnehmer:innen durch wiederholtes Training nachgewiesen werden konnte (15). Auch eine bessere Kontextualisierung der dreidimensionalen anatomischen Kenntnisse konnte in einer Studie von Haidal *et al.* (2022) nachgewiesen werden (8). Die Befragten sehen als Vorteil, dass Studierende an Simulatoren ohne zeitliche Limitationen in einer beliebigen Anzahl an Wiederholungen üben können. Dass durch wiederholtes Üben die Fertigkeiten von Lernenden gefestigt werden, sich Prozesse automatisieren und selbstsicherer ausgeführt werden können, zeigt sich in diversen Studien (5,10,15,17). Die Teilnehmer:innen der Fokusgruppendifkussion empfinden es zusätzlich als positiv, dass Studierende mit einem Simulator in einem geschützten Umfeld und ohne externen Druck von Lehrenden selbstgeleitet üben können. Diese Aussage deckt sich mit der Literatur (22). Es zeigt sich, dass durch simulationsbasierte Lehre bessere Kompetenzen, sowie eine bessere Wissensaneignung und eine höhere Zufriedenheit der Studierenden während der Trainingseinheiten erreicht werden können (15,31).

Die Befragten empfinden es als positiv, dass durch den Einsatz von Simulationsmodellen in der Lehre eine Reduktion der benötigten Versuchstiere und somit eine Verminderung der damit verbundenen Zeit und Kosten erreicht werden kann. Allgemein steht nur eine geringe Zahl an Pferden für Lehrzwecke zur Verfügung, wodurch viele Studierende an wenigen Tieren lernen müssen. Diese Tatsache führt zu einer problematischen Situation hinsichtlich des Tierwohls und es ist angezeigt, den Einsatz von Übungstieren wenn möglich durch Simulationsmodelle zu ersetzen (32).

Als negative Aspekte nennen die Befragten, die sich bereits mit Simulationen auseinandergesetzt haben, dass sich diese selten echt anfühlen und die Qualität meistens zu wünschen übriglässt. Dieses Bedenken findet auch in der Literatur Bestätigung. So zeigt sich beispielsweise in einer Studie von Inglez de Souza *et al.* (2015), dass Studierende, die chirurgische Prozeduren nur an Modellen oder Leichen üben konnten, ihren Fertigkeiten aufgrund der fehlenden realistischen Haptik nicht vollständig vertrauen konnten (33). Die Teilnehmer:innen können sich darauf einigen, dass besonders Eigentier- und Abwehrbewegungen und anatomische sowie physiologische Variationen schwierig durch ein Modell darzustellen sind. Zusätzlich stellen es sich die Teilnehmer:innen schwierig vor, motorische Fertigkeiten an einem Simulator zu erlernen und weisen nochmals auf die Diskrepanz zwischen dem haptischen Feedback eines Modells und der Realität hin.

## **5.2. Am Simulator abgebildete Körperbereiche**

Die Fokusgruppendifkussion ergab, dass in einer ersten Phase der Entwicklung des US-Simulationsmodelles darauf geachtet werden soll, zuerst die physiologischen Daten einzuspielen und im Nachhinein auf die Pathologien nachzurüsten. Als die drei wichtigsten und praxisrelevantesten Bereiche werden der orthopädische US der distalen Gliedmaße, der Abdomen-US im Koliknotfall und der transrektale gynäkologische US herausgefiltert. Letzteres wird dadurch begründet, dass gynäkologische Untersuchungen eine Massentätigkeit zur Zykluszeit- und Trächtigkeitsbestimmung sind (34) und sich hier theoretisch die höchste Tierwohlproblematik ergeben kann, wenn Studierende zu lange den rektalen US an der Stute üben. Auch ist hier eine gewisse Kooperation der Tiere erforderlich. In einer Studie von Nagel *et al.* (2015) wird beschrieben, dass die Problematik des Einsatzes von Übungstieren durch den generellen Einsatz von Simulationsmodellen in der veterinärmedizinischen Lehre teilweise umgangen werden kann und es somit zu einer Reduktion der benötigten Versuchstiere kommt (32). Zusätzlich können dadurch eine bessere Nutzung der benötigten Ressourcen und besser ausnutzbare Zeitfenster in der Lehre erreicht werden (32).

Im Bereich des orthopädischen US der distalen Gliedmaße wünschen sich die Beteiligten vom Simulationsmodell, dass die Hauptpathologiezonen abgebildet werden. Hierzu zählen die Befragten die Oberflächliche Beugesehne (*M. flexor digitorum superficialis*) und die Tiefe Beugesehne (*Musculus flexor digitorum profundus*) das Fesselgelenk (*Articulatio metacarpophalangea*) und die Fesselbeugesehnenscheide, an der Hintergliedmaße zusätzlich aufgrund seiner anderen Anschallposition den Fesselträgerursprung. Die Teilnehmer:innen

empfinden es als wichtig, dass Studierende in erster Linie die grundlegende anatomische Orientierung in diesem Bereich lernen und empfinden andere Bereiche der Orthopädie, wie beispielsweise den Gelenk-US, als nicht zwingend notwendig. Es reicht aus, diese Fertigkeiten auf Resident Niveau zu vermitteln und die Beteiligten können sich vorstellen, dass das Simulationsmodell im Nachhinein dahingehend aufgerüstet werden kann. Da orthopädische Probleme beziehungsweise Lahmheit die häufigsten Gründe sind, wieso Pferde in einer Klinik vorstellig werden, ist es wesentlich, dass sich fertig ausgebildete Tierärzt:innen sicher in der Durchführung dieser Diagnostik fühlen (35).

Die Abbildung des Abdomen-US soll es Lernenden ermöglichen, im Notfall eine ultraschallgestützte Kolikuntersuchung durchführen zu können. Dies stellt eine häufige und sehr relevante Krankheit beim Pferd dar und ist für die Teilnehmer:innen daher wichtig. Die Datenlage zur Inzidenz von Kolikfällen in der täglichen klinischen Praxis ist leider nicht besonders ausgeprägt. Fasst man jedoch zahlreiche Studien zusammen, so ergibt sich, dass in etwa 7 von 100 Pferden aus Gründen einer Kolik in der Klinik vorstellig werden (36). Unter dem sogenannten Kolik-US verstehen die Teilnehmer:innen die systematische US-Untersuchung der Bauchhöhle, beginnend an der Zwerchfellspiegelung, von dort folgend auf beide Seiten nach ventral einschließlich beider Flanken und der ventralen Bauchwand. Durch den Einsatz von US als diagnostisches Mittel bei akuten Abdomenschmerzen des Pferdes kann im Notfall schnell das kraniale Abdomen untersucht werden, dies ist bei der rektalen Palpation nicht möglich. Als nicht invasives und zeiteffizientes Diagnosemittel kann der Abdomen-US somit ausschlaggebend darüber sein, ob ein Pferd sofort operiert werden muss oder nicht (37). Als Beispiel ist hier der sogenannte FLASH-US (fast localised abdominal sonography of horses) zu erwähnen. Durch die Anwendung des FLASH-Protokolls können freie Flüssigkeit sowie abnormale abdominale Organe im Notfall in einer mittleren Zeit von zehn Minuten erkannt und daher schnelle klinische Entscheidungen getroffen werden (38).

Für die Beteiligten ist es nicht zwingend notwendig, dass die akzessorischen Geschlechtsdrüsen des Hengstes sowie das Skrotum am Simulationsmodell vorhanden sind. Auch der Augen-US wird zwar als relevant erachtet, allerdings einigen sich die Teilnehmer:innen dass mit dem Kolik-US, dem US der distalen Gliedmaße und dem transrektalen gynäkologischen US die wichtigsten Bereiche abgedeckt sind.

Die Abgrenzung der als First-Day-Skills bezeichneten Fertigkeiten für die pferdemedizinische Praxis gestaltet sich als schwierig (39). Von einem Komitee des Royal College of Veterinary Surgeons wurde bereits eine Liste beruflicher Fähigkeiten und Eigenschaften entwickelt, die von neuen Absolvent:innen tierärztlicher Studiengänge erwartet werden und die als Rahmen

für künftige Ausbildungsprogramme dienen soll. Über die Tätigkeiten und Verfahren, die in der Kleintierpraxis und in der Lebensmitteltierpraxis durchgeführt werden, und über das von Absolvent:innen in diesen Bereichen erwartete Leistungsniveau existiert bereits viel Literatur. Im Gegensatz dazu sind die Tätigkeiten und Verfahren, die in der Pferdepraxis durchgeführt werden, und das von neuen Absolvent:innen in diesem Zusammenhang erwartete Leistungsniveau weniger gut beschrieben (39).

Um ein besseres Verständnis der Pferdepraxis zu erlangen, wurde beispielsweise von Hubbel *et al.* (2008) eine Umfrage entworfen, um die Tätigkeiten und Verfahren zu ermitteln, die von Tierärzt:innen in der privaten Pferdepraxis üblicherweise durchgeführt werden. Anhand der Häufigkeit, mit der diese Tätigkeiten und Verfahren durchgeführt werden, und dem Niveau der Kenntnisse, die Pferdepraktik:innen von Tierärzt:innen kurz nach Abschluss der Ausbildung erwarten, wurde ein Katalog entworfen, der diese bereits genannten First-Day-Skills beschreiben soll (39). Die Abgrenzung dieser Fertigkeiten bleibt aber trotz zahlreicher Studien in diese Richtung ungenau.

### **5.3. Positive und negative Aspekte von VR**

Die Befragten finden, dass durch den Einsatz von VR die anatomischen Grundkenntnisse gut vermittelt werden können. Als Einsatzmöglichkeit wird beispielsweise das Wiederholen der grundlegenden Anatomie im Zuge von Fortbildungen genannt, bevor man sich tiefergehend mit dem eigentlichen Thema beschäftigen kann. Durch den Einsatz von US in der Ausbildung können nicht nur anatomische Grundkenntnisse gestärkt, sondern zusätzlich auch die Verwendung von Kadavern in der Lehre reduziert werden. Somit kann die traditionelle anatomische Lehre unterstützt werden (1,7,8,40).

Durch den Einsatz von VR-Simulationsmodellen fällt für die Beteiligten der Zeitdruck beim Lernen weg und der Prozess des Übens ist in einer stressfreien Umgebung ohne Druck möglich. Stressfreies Lernen in einer kontrollierten, vordefinierten Umgebung und das Erlauben von Fehlern kann die Fertigkeiten von Lernenden bei der US-Untersuchung nachhaltig verbessern (13,41). Als weiteren Vorteil von einem Simulator auf VR-Basis empfinden die Beteiligten, dass dieser Feedback geben kann. Durch das bewusste Vorhandensein von Möglichkeiten für Feedback am Simulationsmodell kann die Wirksamkeit der Trainingseinheiten immens verstärkt werden (17). In einer Studie von Park *et al.* (2006) wurde gezeigt, dass durch das Üben an einem Simulationsmodell, welches Feedback auf zwei verschiedenen Ebenen geben kann, die Fertigkeiten der Übenden nach bereits einer

Trainingseinheit wesentlich verbessert werden konnten. Die Feedbackmodalitäten waren einerseits haptisch und bezogen sich andererseits auf Vitalparameter sowie Unwohlsein der simulierten Patient:innen (41). Eine Studie von Issenberg *et al* (2004) zeigt, dass Feedback und damit einhergehend Wissen um die eigene erbrachte Leistung die wichtigste Funktion von simulationsbasierter Lehre ist (24). Durch Rückmeldungen wird zudem das erarbeitete Wissen nachhaltiger behalten und Lernende können ihre eigenen Fortschritte besser bewerten. Feedback kann entweder durch den Simulator selbst erfolgen, von Lehrenden während der Trainingssessions oder im Anschluss an Übungseinheiten durch Videos der Übungen gegeben werden. Die Art des Feedbacks ist dabei weniger wichtig als das grundlegende Vorhandensein (24). Durch den Einsatz von VR am Simulationsmodell kann Feedback bezüglich der Lernerfolge vom Simulator selbst gegeben werden und es kann der Faktor der Lehrenden, der wie bereits erwähnt, oft limitierend ist, eingespart werden.

Insgesamt stehen die Beteiligten der Fokusgruppendifkussion dem Einsatz der VR eher skeptisch gegenüber. Bedenken sind unter anderem, dass das Gesamtkonzept schwer vorstellbar ist und dass es für die Befragten schwierig scheint, eine Muskelerinnerung auszubilden, wenn die Untersuchung nicht am echten Patienten ausgeführt wird. Allgemein ist das Erlernen motorischer Fertigkeiten ein Prozess, für den ein dreistufiges Lernmodell angewendet werden kann. Unter der ersten kognitiven Stufe versteht man die schrittweise Annäherung an die Aufgaben, diese Stufe ist oft mit vielen bedeutenden Fehlern verbunden. In der zweiten, assoziativen Stufe werden die Fertigkeiten verfeinert und es entsteht eine gewisse Konsistenz in den Fähigkeiten, die mit weniger und kleineren Fehlern verbunden ist. In der dritten Stufe, der autonomen, werden Entscheidungen bereits unbewusst getroffen und die Leistung ist sehr konsistent (12). Die Lerngeschwindigkeit in diesen drei Phasen ist nicht einheitlich, es kann eine negativ beschleunigte Lernkurve festgestellt werden, bei der sich die Leistung zu Beginn schneller verbessert. Durch ein simulationsbasiertes Training kann der anfänglich steil verlaufende Teil der Lernkurve, der durch minderwertige Leistungen gekennzeichnet ist, aus dem klinischen Umfeld verlagert werden und so kann sichergestellt werden, dass die Auszubildenden bereits vor der Durchführung der US-Scans an Patient:innen in die Phase des assoziativen Lernens mit immer weniger signifikanten Fehlern übergehen (12).

Die Befragten befürchten durch den verstärkten Einsatz von Simulationsmodellen in der Lehre eine Reduktion der Übungstiere bis hin zu dem Szenario, dass fertige Tierärzt:innen Untersuchungen nie am lebenden Tier ausgeführt, sondern immer nur am Simulator geübt haben. Diese Tendenz wird als gefährlich betrachtet, da sowohl Eigentierbewegungen als auch

anatomische und physiologische Variationen in den Augen der Teilnehmer:innen am Modell nicht gut abgebildet werden können und somit das Bewusstsein dafür völlig verloren gehen könnte. Im Rahmen der veterinärmedizinischen Lehre kann durch den Einsatz von Simulationsmodellen in einer kontrollierten und stressfreien Umgebung eine gewisse Sicherheit geschaffen werden, um bestimmte Vorgänge ausführen zu können. Um jedoch Kompetenzen, besonders im Bereich der invasiven ultraschallgestützten Methoden nachhaltig erlangen zu können, ist es wichtig, dass eine Reihe von wiederholten Trainingseinheiten durchgeführt wird und auch der Schritt zum lebenden Tier gemacht wird (22). Es wird vielfach zitiert, dass das Lernen mit Simulationsmodellen immer als Zusatz und nicht als Ersatz zum Lernen an echten Patient:innen gesehen werden sollte (13).

#### **5.4. Hauptanforderungen und Feedbackmodalitäten**

Unter den Hauptanforderungen des Simulators verstehen die Teilnehmer:innen, dass Studierende lernen, anatomische Grundkenntnisse zu einander in Bezug zu setzen und ein dreidimensionales Vorstellungsvermögen ausbilden. Durch das Lernen am Modell soll es den Lernenden möglich sein, Standardschnitte sicher zu produzieren und auswertbare Bilder zu generieren. Durch das wiederholte Üben am Modell soll sich eine gewisse Sicherheit einstellen und die Student:innen sollen lernen, Hektik während US-Untersuchungen abzulegen. In der Literatur zeigt sich, dass klinische Fertigkeiten und Kompetenzen durch wiederholte Übungseinheiten gefestigt werden (10,32,33,42). Die Befragten wünschen sich vom US-Simulationsmodell, dass dieses möglichst realistisch zum echten Pferd ist und dass kein zu hohes Level an Abstraktion vorhanden ist. Der Simulator soll einfach zu bedienen und stabil in der Funktionalität sein, da ein schlecht funktionierendes Modell von den Studierenden nicht zu Übungszwecken verwendet wird. Wenn sich Lernende zu viel mit der Bedienung eines Simulators beschäftigen müssen und dies zu kompliziert ist, wird das Angebot nach Meinung der Befragten dann nicht genutzt.

Im Rahmen der Feedbackmodalitäten ist es den Interviewteilnehmer:innen wichtig, dass der Simulator Feedback geben kann, warum eine Struktur gerade nicht richtig dargestellt wird und wie Verbesserungsvorschläge aussehen können. Eine mögliche konkrete Variante für Feedback ist für die Befragten, dass auf einem Parallelbildschirm die korrekt dargestellte Struktur abgebildet wird und das Simulationsmodell Tipps gibt, wie dieser Sollwert erreicht werden kann. Ein weiterer Vorschlag ist, dass mit dem Simulationsmodell eine Art Wettbewerbssituation generiert werden kann, in der dann für einen konkreten Grad an richtig

dargestellten Strukturen eine gewisse Punktezahl vergeben wird. So soll das Lernen spielerisch gestaltet werden und den Studierenden auch gleichzeitig mehr Spaß machen. In einer Studie von Bosse *et al.* (2015) wird nachgewiesen, dass im Prozess des Lernens häufiges Feedback auch nicht immer einen positiven Einfluss auf den Lerneffekt haben muss und diesen sogar beeinträchtigen kann. Es zeigt sich, dass intermittierendes Feedback, sowohl bei hoher als auch bei niedriger Frequenz die Leistung der Studienteilnehmer:innen beim Erlernen einer komplexen motorischen Fähigkeit unterstützt (15).

### **5.5. Maßnahmen zur sinnvollen Integration eines Simulators in die veterinärmedizinische Lehre**

In der humanmedizinischen Forschung zeigt sich, dass durch eine Integration von US-Simulation in das Curriculum die Fertigkeiten der Studierenden wesentlich verbessert werden (5,8,10,17). Um einen Simulator sinnvoll in die veterinärmedizinische Lehre integrieren zu können bedarf es für die Befragten spezieller Räumlichkeiten in denen Studierende selbstständig und zeitlich unlimitiert Üben können. Solche Trainingszentren bieten ein sicheres und effektives Lernumfeld für Studierende, um klinische Fertigkeiten zu erwerben. Die Ausbildung in diesen sogenannten Skills Labs kann zu einer Verbesserung der Kenntnisse, Fähigkeiten und Verhaltensweisen im Vergleich zur klinischen Standardausbildung beitragen. Das Training ermöglicht es den Studierenden, ihre Fertigkeiten schneller, genauer und professioneller im klinischen Umfeld auszuführen. Zudem können bessere Ergebnisse bei objektiven strukturierten klinischen Untersuchungen (OSCE) erzielt werden (15). Mit dem Einsatz eines Simulationsmodelles können für die Befragten Teile der Lehre ins Selbststudium abgegeben werden und auf Eigenverantwortung der Studierenden diesbezüglich gesetzt werden. Dies ist nur als Zusatz zur Standardlehre zu verstehen und kann diese nicht ersetzen. Durch das Üben am Modell soll lediglich der Einstieg zum Durchführen von US-Untersuchungen am lebenden Tier schonender gestaltet werden.

Es zeigt sich, dass die Integration von US in die Curricula in den vorklinischen Teilen der Ausbildung zu wesentlich besseren Fertigkeiten der Studierenden während der klinischen Jahre führen kann (6,8). Dabei wird empfohlen, auf die individuellen Lernbedürfnisse der Studierenden einzugehen und großen Wert auf selbstgeleitetes Lernen zu legen. Ständiger freier Zugang zu den benötigten Ressourcen ermöglicht es den Studierenden, im eigenen Tempo zu Lernen und führt zu einem hohen Level an klinischen Fertigkeiten (43). Um sicherzustellen, dass ein Simulationsmodell für die US-Untersuchung des Pferdes sinnvoll in

die Lehre eingebracht wird, liegt es in der Verantwortung der zuständigen Curriculumskommissionen der Universitäten, für Evaluierungen und Programme zu sorgen. Studien, in denen US-Lehre bereits in der vorklinischen Phase in das Curriculum integriert wurde, zeigen, dass die Fertigkeiten der Studierenden rasch verbessert werden können und diese Art der Ausbildung gut angenommen wird. Die Gestaltungsmöglichkeiten für derartige Curricula sind vielfältig und es gibt zahlreiche Vorschläge in der Literatur, wie diese aussehen könnten (8,44). Es würde den Bereich dieser Arbeit übersteigen, auf diese Punkte genauer einzugehen. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass durch den Einsatz von Simulationsmodellen bei den Übungen das unabhängige und selbstgeleitete Lernen unterstützt werden kann. Daher ist es von großer Wichtigkeit, diese Modelle in die Curricula miteinzubeziehen. Unter Beachtung der von Issenberg *et al.* (2005) genannten Punkte für effektives und zielgerichtetes Lernen lassen sich Simulationsmodelle in die Curricula integrieren und können hier als sinnbringender Zusatz gesehen werden (24).

Die Befragten stellen sich vor, dass die Implementierung eines Simulationsmodelles eventuell an zu hohen Energie- und Ressourcenkosten sowie an zu hohem Aufwand scheitern könnte. Hohe Kosten sind oft ein limitierender Faktor für die Implementierung von Simulationsmodellen (22). Es ist für die Teilnehmer:innen nicht klar, wie viele Studierende gleichzeitig an einem solchen Modell üben können und ob die Anschaffung in der Folge rentabel ist. Ein weiterer Grund, wieso die Implementierung scheitern könnte, ist die möglicherweise zu konservative Einstellung von Lehrenden, die sich nicht vorstellen können, die Übungen am lebenden Tier durch ein Simulationsmodell zu ersetzen. Diese Befürchtung findet auch in einer Studie von Lane *et al.* (2015) Erwähnung (1).

## **5.6. Einsatzmöglichkeiten außerhalb der universitären Grundausbildung**

Simulatoren können nicht nur in der medizinischen Grundausbildung, sondern auch in der postgradualen Fort- und Weiterbildung Einsatzmöglichkeiten finden (13). Beispiele hierfür finden sich etwa in Modellen zum ultraschallgestützten Setzen eines zentralen Venenkatheters (9) oder zur Simulation von endoskopischen chirurgischen Eingriffen (15). Die Befragten der Fokusgruppendifkussion stellen sich vor, dass das Simulationsmodell beispielsweise zum Üben des Herz-US verwendet werden kann. Dieser wird als besonders komplex empfunden, da sich das darzustellende Organ während der Untersuchung bewegt. Die Teilnehmer:innen finden, dass die Struktur daher am Modell sowohl unbewegt, um die Standardschnitte üben zu

können, sowie bewegt dargestellt sein kann und in weiterer Folge möglicherweise auch Doppleruntersuchungen möglich sein können. Auch zum Wiederholen der anatomischen Grundkenntnisse im Rahmen von Fortbildungen, beispielsweise für den Gelenk-US soll das Modell eingesetzt werden können. In zahlreichen Studien zeigt sich, dass dadurch eine Reduktion der benötigten Kadaver erreicht werden und der damit verbundene Kosten- und Zeitaufwand beschränkt werden kann (7,14,33,40).

Die Befragten empfinden es zusätzlich als sinnvoll, wenn ultraschallgestützte invasive Eingriffe, die eher selten in der täglichen Praxis vorkommen am Simulationsmodell wiederholt werden können, bevor sie am lebenden Pferd durchgeführt werden. Modelle zum Erlernen und Üben von Eingriffen finden sich sowohl in der veterinärmedizinischen als auch in der humanmedizinischen Literatur. So gibt es beispielsweise Übungsmodelle zur Feinnadelaspiration (16,22) oder zum Setzen von Endotrachealtuben (10). Die Teilnehmer:innen empfinden es aber als wichtig, dass sich graduierte Tierärzt:innen nicht selbst Eingriffe am Simulationsmodell beibringen und diese ohne Supervision in der Praxis am Pferd durchführen. Hier liegt es in der Eigenverantwortung der Praktiker:innen, das eigene Können kritisch zu hinterfragen und sich gegebenenfalls bei erfahreneren Kolleg:innen Hilfestellungen zu suchen. Unserer Einschätzung nach kann auch festgehalten werden, dass ein Simulationsmodell alleine nicht die klinische Ausbildung ersetzen kann und dass sich Kliniker:innen dennoch auch die Grenzen der eigenen Fertigkeiten täglich bewusst machen müssen.

Für die Zukunft stellen sich die Interviewteilnehmer:innen vor, dass US-Bilder von verschiedensten Pathologien international in das Simulationsmodell hochgeladen werden können und dann von Praktiker:innen auf der ganzen Welt eingesehen werden können. So soll das Bewusstsein für verschiedene Krankheitsbilder erweitert werden und Veterinärmediziner:innen sollen sich durch bereits gestellte Diagnosen von anderen in der täglichen Praxis helfen lassen können.

## 5.7. Limitationen

Eine mögliche Limitation dieser Arbeit liegt in der grundlegenden Problematik der Fokusgruppendifkussion. Es kann trotz wiederholtem Nachfragen und bestmöglicher Moderation nicht sichergestellt werden, dass alle Beteiligten im gleichen Ausmaß zu Wort kommen. Durch Dominanz einzelner Teilnehmer:innen kann es passieren, dass andere Personen nicht ausreichend zu Wort kommen und sich nicht so einbringen können, wie sie dies möglicherweise gerne würden. In der Folge können möglicherweise wichtige Informationen verloren gehen.

Eine weitere Limitation liegt in der Tatsache, dass für diese Arbeit nur eine Fokusgruppendifkussion herangezogen wurde. Es zeigt sich, dass im Mittel vier Diskussionen abgehalten werden müssen, um eine ausreichende Saturation zu erreichen (45). Eine Abhaltung von vier Fokusgruppen würde allerdings den Rahmen dieser Arbeit sprengen, daher wird die weitere Abhaltung im Rahmen des Forschungsprojektes „Entwicklung einer durch künstliche Intelligenz gestützten Ultraschall-Lernumgebung für Studierende zur Reduktion des Einsatzes von Pferden in der tiermedizinischen Lehre (3R's – Reduce, Refine, Replace)“ abgegeben und von weiteren Personen durchgeführt. Somit kann auch eine größere Heterogenität hinsichtlich der in die Diskussionen integrierten Personen bezüglich der Fachrichtungen erzielt werden. Es kann nicht sichergestellt werden, dass durch die Auswahl der Beteiligten an der Diskussion alle Fachrichtungen der Pferdemedizin abgedeckt wurden. Die Auswahl von Kliniker:innen aus den Bereichen der Gynäkologie und Orthopädie und die betonte Wichtigkeit des Vorhandenseins dieser Fachbereiche am Simulationsmodell könnte dafür sprechen, dass andere Fachrichtungen möglicherweise außer Acht gelassen wurden. Um dies herauszufinden, wird es notwendig sein, noch eine weitere Fokusgruppe mit Beteiligten aus anderen Fachrichtungen abzuhalten, damit eine Repräsentation der verschiedenen Bereiche gegeben ist. Im Gesamtprojekt wurden zwei Fokusgruppen eingeplant, wovon eine im Zuge dieser Arbeit durchgeführt wurde.

## 6. Literaturverzeichnis

1. Lane N, Lahham S, Joseph L, Bahner DP, Fox JC. Ultrasound in medical education: listening to the echoes of the past to shape a vision for the future. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*. 2015 Oct 1;41(5):461–7.
2. Sidhu HS, Olubaniyi BO, Bhatnagar G, Shuen V, Dubbins P. Role of simulation-based education in ultrasound practice training. Vol. 31, *Journal of Ultrasound in Medicine*. John Wiley and Sons Ltd; 2012. p. 785–91.
3. *Ultrasound Guidelines: Emergency, Point-of-Care and Clinical Ultrasound Guidelines in Medicine*. Vol. 69, *Annals of Emergency Medicine*. Mosby Inc.; 2017. p. e27–54.
4. Nicholls D, Sweet L, Hyett J. Psychomotor skills in medical ultrasound imaging: An analysis of the core skill set. Vol. 33, *Journal of Ultrasound in Medicine*. John Wiley and Sons Ltd; 2014. p. 1349–52.
5. Situ-LaCasse E, Acuña J, Huynh D, Amini R, Irving S, Samsel K, et al. Can ultrasound novices develop image acquisition skills after reviewing online ultrasound modules? *BMC Med Educ*. 2021 Dec 1;21(1).
6. Kobal SL, Lior Y, Ben-Sasson A, Liel-Cohen N, Galante O, Fuchs L. The feasibility and efficacy of implementing a focused cardiac ultrasound course into a medical school curriculum. *BMC Med Educ*. 2017 May 30;17(1).
7. Feilchenfeld Z, Dornan T, Whitehead C, Kuper A. Ultrasound in undergraduate medical education: a systematic and critical review. Vol. 51, *Medical Education*. Blackwell Publishing Ltd; 2017. p. 366–78.
8. Haidar DA, Kessler R, Khanna NK, Cover MT, Burkhardt JC, Theyyanni N, et al. Association of a longitudinal, preclinical ultrasound curriculum with medical student performance. *BMC Med Educ*. 2022 Dec 1;22(1).
9. Liu Y, Li J, Chang J, Xiao S, Pei W, Wang L. A new inexpensive ultrasound-guided central venous catheterization simulation model. *BMC Med Educ*. 2023 Dec 1;23(1).
10. Ali KQ, Soofi SB, Hussain AS, Ansari U, Morris S, Tessaro MO, et al. Simulator-based ultrasound training for identification of endotracheal tube placement in a neonatal intensive care unit using point of care ultrasound. *BMC Med Educ*. 2020 Dec 1;20(1).
11. Maul H, Scharf A, Baier P, Wüstemann M, Günter HH, Gebauer G, et al. Ultrasound simulators: Experience with the SonoTrainer and comparative review of other training systems. Vol. 24, *Ultrasound in Obstetrics and Gynecology*. 2004. p. 581–5.

12. Østergaard ML, Rue Nielsen K, Albrecht-Beste E, Kjær Ersbøll A, Konge L, Bachmann Nielsen M. Simulator training improves ultrasound scanning performance on patients: a randomized controlled trial. *Eur Radiol*. 2019 Jun 1;29(6):3210–8.
13. Al-Elq AH. Simulation-based medical teaching and learning. *J Family Community Med*. 2010 Apr 1;17(1):35–40.
14. Braid HR. The Use of Simulators for Teaching Practical Clinical Skills to Veterinary Students — A Review. *ATLA Alternatives to Laboratory Animals*. 2022 May 1;50(3):184–94.
15. Bosse HM, Mohr J, Buss B, Krautter M, Weyrich P, Herzog W, et al. The benefit of repetitive skills training and frequency of expert feedback in the early acquisition of procedural skills. *BMC Med Educ*. 2015 Dec 12;15(1).
16. Alencar JL, Prado MR, Ercolin ACM, Pires ST, Disselli T, Stanquini CS, et al. Artisanal model replaces animal use for ultrasound-guided fine needle puncture practice in medical sciences teaching. *Adv Physiol Educ*. 2023 Jun 1;47(2):366–71.
17. Noyes JA, Carbonneau KJ, Matthew SM. Comparative Effectiveness of Training with Simulators Versus Traditional Instruction in Veterinary Education: Meta-Analysis and Systematic Review. Vol. 49, *Journal of Veterinary Medical Education*. University of Toronto Press; 2022. p. 25–38.
18. Sagalowsky ST, Wynter SA, Auerbach M, Pusic M V, Kessler DO. Simulation-Based Procedural Skills Training in Pediatric Emergency Medicine [Internet]. 2016. Available from: <https://daneshyari.com/article/3235706>
19. Wayne L. Monsky, Deborah Levine, Tejas S. Metha, Robert A. Kane, Amitai Ziv, Bernadette Kennedy, et al. Using a Sonographic Simulator to Assess Residents Before Overnight Call [Internet]. 2002. Available from: [www.ajronline.org](http://www.ajronline.org)
20. Davy RB, Hamel PE, Su Y, Berry CR, Conner BJ. Evaluation of two training methods for teaching the abdominal focused assessment with sonography for trauma technique (A-FAST) to first- And second-year veterinary students. *J Vet Med Educ*. 2019;46(2):258–63.
21. Mariano Beraldo C, Rondon Lopes É, Hage R, Cristina N S Hage MF, Beraldo MC, Lopes É R. The value of homemade phantoms for training veterinary students in the ultrasonographic detection of radiolucent foreign bodies. 2017; Available from: <http://advan.physiology.org>
22. Cristina M, Hage FNS, Massaferrero AB, Lopes ÉR, Beraldo CM, Daniel J. Value of artisanal simulators to train veterinary students in performing invasive ultrasound-

- guided procedures. *Adv Physiol Educ* [Internet]. 2016;40:98–103. Available from: <http://advan.physiology.org>
23. Brombacher-Steiert S, Gundelach Y, Heppelmann M, Debertolis L, Tipold A, Wissing S. Development and evaluation of a simulator for training of ultrasound-assisted transrectal gynecological examination of cattle. *Berl Munch Tierarztl Wochenschr.* 2021;134.
  24. Issenberg SBarry, Association for Medical Education in Europe. Features and uses of high-fidelity medical simulations that lead to effective learning : a BEME systematic review. Association for Medical Education in Europe; 2004. 39 p.
  25. Bloor M, Frankland J, Thomas M, Robson K. Focus Groups in Social Research.
  26. Barbour RS. Making sense of focus groups. Vol. 39, *Medical Education.* 2005. p. 742–50.
  27. Krueger RA, Anne Casey M. *Focus Groups 5th Edition 2.*
  28. Greenwood N, Ellmers T, Holley J. The influence of ethnic group composition on focus group discussions [Internet]. 2014. Available from: <http://www.biomedcentral.com/1471-2288/14/107>
  29. Kuckartz U, Rädiker S. *Grundlagentexte Methoden.*
  30. Dresing T 1974, Pehl T. *Praxisbuch Interview, Transkription & Analyse Anleitungen und Regelsysteme für qualitativ Forschende.*
  31. Zhao Y, Yuan ZY, Zhang HY, Yang X, Qian D, Lin JY, et al. Simulation-based training following a theoretical lecture enhances the performance of medical students in the interpretation and short-term retention of 20 cross-sectional transesophageal echocardiographic views: a prospective, randomized, controlled trial. *BMC Med Educ.* 2021 Dec 1;21(1).
  32. Nagel C, Ille N, Aurich J, Aurich C. Teaching of diagnostic skills in equine gynecology: Simulator-based training versus schooling on live horses. *Theriogenology.* 2015 Oct 15;84(7):1088–95.
  33. Inglez De Souza MCCM, Matera JM. Bleeding simulation in embalmed cadavers: Bridging the gap between simulation and live surgery. *ALTEX.* 2015;32(1):59–63.
  34. Ginther OJ. How ultrasound technologies have expanded and revolutionized research in reproduction in large animals. Vol. 81, *Theriogenology.* 2014. p. 112–25.
  35. Kaneene JB, Ross WA, Miller R. The Michigan equine monitoring system. II. Frequencies and impact of selected health problems. Vol. 29, *Preventive Veterinary Medicine.* 1997.

36. Tinker MK, White NA, Lessard P, Thatcher CD, Pelzer KD, Davis B, et al. Prospective study of equine colic incidence and mortality. *Equine Vet J*. 1997;29(6):448–53.
37. *Ultrasonography of the Abdomen in the Horse with Colic*. 2002.
38. Busoni V, Busscher V De, Lopez D, Verwilghen D, Cassart D. Evaluation of a protocol for fast localised abdominal sonography of horses (FLASH) admitted for colic. *Veterinary Journal*. 2011 Apr;188(1):77–82.
39. Hubbell JAE, Saville WJA, Moore RM. Frequency of activities and procedures performed in private equine practice and proficiency expected of new veterinary school graduates. *J Am Vet Med Assoc*. 2008 Jan 1;232(1):42–6.
40. Knobe M, Carow JB, Ruessler M, Leu BM, Simon M, Beckers SK, et al. Arthroscopy or ultrasound in undergraduate anatomy education: A randomized cross-over controlled trial. *BMC Med Educ*. 2012;12(1).
41. Park J, MacRae H, Musselman LJ, Rossos P, Hamstra SJ, Wolman S, et al. Randomized controlled trial of virtual reality simulator training: transfer to live patients. *Am J Surg*. 2007 Aug;194(2):205–11.
42. Abellsson A, Lindwall L, Suserud BO, Rystedt I. Effect of Repeated Simulation on the Quality of Trauma Care. *Clin Simul Nurs*. 2017 Dec 1;13(12):601–8.
43. Wong I, Jayatilleke T, Kendall R, Atkinson P. Feasibility of a focused ultrasound training programme for medical undergraduate students. *Clinical Teacher*. 2011 Mar;8(1):3–7.
44. Rempell JS, Saldana F, DiSalvo D, Kumar N, Stone MB, Chan W, et al. Pilot point-of-care ultrasound curriculum at Harvard Medical School: Early experience. *Western Journal of Emergency Medicine*. 2016;17(6):734–40.
45. Hennink MM, Kaiser BN, Weber MB. What Influences Saturation? Estimating Sample Sizes in Focus Group Research. *Qual Health Res*. 2019 Aug 1;29(10):1483–96.

## 7. Darstellungsverzeichnis

### 7.1. Abbildungsverzeichnis

|  |    |
|--|----|
| Abbildung 1: Das UltraSim Modell.....  | 12 |
| Abbildung 2: Modell zur Perikardiozentese von Hage et al. (22). Bild A zeigt den Ballon und das Hühnerherz, in Bild B werden die Ballons mit dem Hühnerherz und der verdünnten roten Tinte gefüllt. Bild C zeigt, wie die Ballons in Gelatine eingetaucht werden. In Bild D ist das fertige Gelatinemodell bereits mit dem Gummiband umwickelt, und der Schallkopf wird darauf gehalten..... | 13 |
| Abbildung 3: Breed'n Betsy ®, ein Modell zur transrektalen Untersuchung des Rindes.....  | 14 |
| Abbildung 4: UCS; Plexiglaskasten mit integriertem äußeren Anteil des Rektums (1), inneren Anteil des Rektums (2), knöchernen Becken (3), Ovarien (4), Harnblase (5), Uterus (6), Lig. latum uteri (7) und Pansen (8) (23) .....   | 15 |
| Abbildung 5: Grundlegendes Prinzip der induktiven Kategorienbildung anhand des Studienmaterials, Methode nach Kuckartz und Rädiker (2022) (29).....  | 29 |
| Abbildung 6: verwendetes Codesystem .....  | 30 |
| Abbildung 7.....   | 32 |
| Abbildung 8.....   | 32 |
| Abbildung 9: Pie-Chart zu den während der Diskussion genannten Vorteilen eines US-Simulators.....  | 33 |
| Abbildung 10: Pie-Chart zur Darstellung der in der Diskussion genannten Nachteile eines Simulators.....  | 34 |
| Abbildung 11: Pie-Chart zur Darstellung der wichtigsten Bereiche, die am Simulator vorhanden sein sollen.....  | 36 |
| Abbildung 12: Pie-Chart zur Illustration der Vorteile der Verwendung von VR am Simulator.....  | 37 |

### 7.2. Tabellenverzeichnis

|  |    |
|--|----|
| Tabelle 1: Definition der Fachbereiche .....                         | 25 |
| Tabelle 2: Transkriptionsregeln nach Kuckartz und Rädiker (28) ..... | 27 |
| Tabelle 3: Allgemeines Schema für Kategorienbildung (28).....        | 28 |

## 8. Anhang

### Anhang 1

University of Veterinary Medicine Vienna  
Institute of Morphology

**vetmeduni**

#### **Interview/Focus Group** “Development of an artificial intelligence-supported ultrasound learning environment for students to reduce the use of horses in veterinary teaching (3R’s – Reduce, Refine, Replace)”

##### **Information for participants**

Thank you for your willingness to participate in our study!

This type of study is necessary to obtain reliable and new research results that are based on your expertise. However, an indispensable prerequisite for conducting such studies is that you give your written consent to participate in the study and that you approve use of obtained data for research purpose. Please read the following text carefully and do not hesitate to contact us in any case of ambiguity.

Your participation in this study is voluntary. You may refuse to participate or withdraw your willingness to participate at any time, without giving a reason, during the course of the study. If you refuse to participate in this study or withdraw from it, you will not be adversely affected.

You will be a part of:                     interview  
     focus group

##### **What is the purpose of this study?**

This study aims to identify student’s, teacher’s and practitioner’s needs regarding ultrasound teaching in horses. This study is part of the ongoing research project „*Development of an artificial intelligence-supported ultrasound learning environment for students to reduce the use of horses in veterinary teaching (3R’s – Reduce, Refine, Replace)*“ led by Mag. Dr. Silvio Kau, Vetmeduni Vienna, Austria, and Prof. Dr. Anna May DECEIM, LMU Munich, Germany. The study you will be participating in is supervised by Mag. Dr. Silvio Kau (E: [silvio.kau@vetmeduni.ac.at](mailto:silvio.kau@vetmeduni.ac.at); T: +43 660-2962323).

##### **How is the study realised?**

To explore the stated purpose, we will conduct interviews and focus group discussions. Based on experience either process will last approximately one hour. During the interview you will be asked about various aspects of ultrasound training needs and what in your opinion the optimal situation to aim for is and what you assume is needed to reach this. You will be further asked how a simulator could contribute to better ultrasound education in (equine) veterinary medicine and what your expectations are to such a technology. If you are taking part in a focus group, you will be able to discuss those aspects with other participants. Subsequently you will have the opportunity to provide feedback.

##### **How will the data collected in this study be used?**

Personal data will be collected and processed as part of this study. For your overview a basic distinction must be made between:

- (1) Personal data by which a person is directly identifiable (e.g., name, date of birth, address, picture recordings, ...).
- (2) Pseudonymized personal data, which is data in which all information that allows direct conclusions to be drawn about the specific person is either removed, replaced by a code (e.g., a number) or (e.g., in the case of image recordings) made unrecognizable. However, despite compliance with these measures, it cannot be completely ruled out that inadmissible re-identification may occur.
- (3) Anonymized data, for which it is impossible to trace the data back to the specific person.

**University of Veterinary Medicine Vienna**

Institute of Morphology

**vetmeduni**

The interviews and focus group discussions will be conducted and recorded online via video conferencing service Cisco Webex. The Vetmeduni Vienna has concluded corresponding EU standard contractual clauses with Cisco International Limited. The raw data in the form of video and corresponding audio recording of the interviews and discussions are stored in encrypted form for documentation purposes and converted into a text document using the transcription service "Audiotranskription". A contract processing agreement according to Art 28 DSGVO has been concluded with the transcription service. More detailed information on the data protection of "Audiotranskription" is available online at: <https://www.audiotranskription.de/datenschutzerklaerung/>. "Audiotranskription" deletes the raw data after transcription has been completed.

Access to the personal raw data is restricted to the above-mentioned project managers and authorized staff members at Vetmeduni Vienna and LMU Munich who are sworn to secrecy. Three undergraduate students at Vetmeduni Vienna, who are also sworn to secrecy, will conduct data collection and analysis in order to use acquired results for their diploma theses.

The text documents resulting from the raw data are pseudonymized and encrypted. The data will only be passed on in pseudonymized or anonymized form and will be exclusively used for scientific purposes. All persons who have access to these data are bound to secrecy and are subject to the applicable national protection regulations and/or the EU General Data Protection Regulation (GDPR) when handling the data. A transfer to countries outside the EU or the EEA is not intended.

Any publications will be made in aggregated form, i.e., only anonymized data will be used.

Your consent forms the legal basis for the processing of your personal data.

After participation, you have the option of having your study data deleted until complete anonymization has been carried out. You do not have to justify any revocation of your consent or withdrawal from the study. In the event of a revocation, the data collected as part of the study will be deleted. In this case, please contact the responsible project responsible Mag. Dr. Silvio Kau (Vetmeduni Vienna, Veterinärplatz 1, 1210 Vienna, Austria; E: [silvio.kau@vetmeduni.ac.at](mailto:silvio.kau@vetmeduni.ac.at); T: +43 (1) 25077-2502 or +43 660-2962323) or Prof. Dr. Anna May DECEIM (LMU Munich, Klinik für Pferde, Sonnenstr. 14, 85764 Oberschleißheim, Germany, E: [anna.may@pferd.vetmed.uni-muenchen.de](mailto:anna.may@pferd.vetmed.uni-muenchen.de); T: +49 175-4912749)

In addition, until the data is completely anonymized, you are generally entitled to the rights of access (Art 15 GDPR), rectification (Art 16 GDPR), restriction of processing (Art 18 GDPR) and data portability (Art 20 GDPR), insofar as this does not render the objectives of the study impossible or seriously impair them and insofar as this is not contradicted by other statutory provisions.

You also have the right to contact a supervisory authority - in Austria the data protection authority ([dsb@dsb.gv.at](mailto:dsb@dsb.gv.at)) - in the event of complaints about data protection violations.

If you have any questions about processing of your data, please feel free to contact our data protection officer at Vetmeduni Vienna, Austria: [datenschutz@vetmeduni.ac.at](mailto:datenschutz@vetmeduni.ac.at)

The responsible party within the meaning of the DSGVO and other national data protection laws of the member states as well as other data protection regulations is:

**University of Veterinary Medicine Vienna (Vetmeduni Vienna)**

Veterinärplatz 1, 1210 Vienna, Austria

T: +43 1 25077-1039

<http://www.vetmeduni.ac.at/>

#### **Possibility to discuss further questions**

If you have any further questions regarding this study, please do not hesitate to contact the principal investigator! Questions concerning your rights as a participant will also gladly be answered.

Contact person: Mag. Dr. Silvio Kau (Vetmeduni Vienna, Veterinärplatz 1, 1210 Vienna, Austria, E: [silvio.kau@vetmeduni.ac.at](mailto:silvio.kau@vetmeduni.ac.at); T: +43 (1) 25077-2502 or +43 660 2962323)