

## Open Access

Berl Münch Tierärztl Wochenschr (134)  
1–17 (2021)  
DOI 10.2376/1439-0299-2021-6

© 2021 Schlütersche Fachmedien GmbH  
Ein Unternehmen der Schlüterschen  
Mediengruppe  
ISSN 1439-0299

Korrespondenzadresse:  
silja.brombacher-steiert@tiho-hannover.de

Eingegangen: 05.03.2021  
Angenommen: 28.06.2021  
Veröffentlicht: 22.07.2021

<https://www.vetline.de/berliner-und-muenchener-tieraerztliche-wochenschrift-open-access>

### Zusammenfassung

### Summary



CC BY-NC-ND 4.0

Zentrum für E-Learning, Didaktik und Ausbildungsforschung (ZELDA), Clinical Skills Lab, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover<sup>1</sup>  
Klinik für Rinder, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover<sup>2</sup>  
Klinik für Kleintiere, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover<sup>3</sup>

## Entwicklung und Evaluierung eines Simulators für das Training der ultraschallgestützten transrektalen gynäkologischen Untersuchung des Rindes

### *Development and evaluation of a simulator for training of ultrasound-assisted transrectal gynecological examination of cattle*

Silja Brombacher-Steiert<sup>1</sup>, Yasmin Gundelach<sup>2</sup>, Maïke Heppelmann<sup>2</sup>,  
Letizia Debortolis<sup>2</sup>, Andrea Tipold<sup>3</sup>, Sandra Wissing<sup>1</sup>

Ziel der Studie war die Erstellung eines Simulators für die transrektale gynäkologische sonografische Untersuchung (TSU) des Rindes zur Zyklusbestimmung und seine Evaluation.

Basierend auf dem kommerziell erhältlichen Simulator „Breed´n Betsy“ („BnB“) wurde aus ultraschallleitenden Materialien der Ultrasonic Cow Simulator (UCS) mit Organen der Bauch- und Beckenhöhle erstellt und fragebogenbasiert durch drei Versuchsgruppen (Gruppe 1: Studierende 2./3. Semester; Gruppe 2: Studierende 9./10. Semester; Gruppe 3: Tierärztinnen/Tierärzte) evaluiert. Die palpatorischen Eigenschaften des UCS wurden durch alle Versuchsgruppen beurteilt und durch Gruppe 1 und 3 mit denen der „BnB“ verglichen. Gruppe 2 und 3 evaluierten die sonografischen Eigenschaften des UCS. Von Gruppe 2 wurden zusätzlich Daten zur Selbstwirksamkeit und objektiven Leistung am lebenden Tier erhoben. Insgesamt nahmen 266 Probanden teil (Gruppe 1 n = 190; Gruppe 2 n = 58; Gruppe 3 n = 18). Die palpatorischen Eigenschaften des UCS wurde als gut (Gruppe 1: 94,74 %; Gruppe 2: 73,33 %; Gruppe 3: 77,78 %) bewertet. Vergleichend zur „BnB“ wurde der UCS von 94,21 % der Gruppe 1 sowie 100 % der Gruppe 3 als realitätsnäher empfunden. 96,67 % der Gruppe 2 und 77,78 % der Gruppe 3 beurteilten die Sonografie als gut. Erfahrene Studierende schnitten bei der objektiven Leistungsüberprüfung am lebenden Tier besser ab. Die Selbstwirksamkeitseinschätzung der Trainingsgruppe war höher (p = 0,0530).

Die TSU ist für viele Studierende eine Herausforderung, auch weil die Übungsmöglichkeiten am lebenden Tier häufig begrenzt sind. Der neu entwickelte Simulator für die TSU ermöglicht das Training dieser Fertigkeit und kann unmittelbar in das Tiermedizinstudium integriert werden.

**Schlüsselwörter:** Veterinärmedizin, Reproduktion, Lehre, Ersttagskompetenz, Ultraschalluntersuchung

Aim of this study was to create a simulator for bovine transrectal gynecologic sonographic examination (TSE) regarding cycle determination and its evaluation. Based on the commercially available simulator “Breed´n Betsy” (“BnB”), the Ultrasonic Cow Simulator (UCS) with organs of the abdominal and pelvic cavity was created of ultrasound-conductive materials. UCS was questionnaires-based evaluated by three experimental groups (group 1: students 2nd/3rd semester; group 2: students 9th/10th semester; group 3: veterinarians). Palpatory properties of the UCS were evaluated by all experimental groups and compared with “BnB” by groups 1 and 3. Group 2 and 3 evaluated sonographic properties of UCS. Additional data on self-efficacy and objective performance on live animals were collected by group 2.

In total 266 probands participated (group 1 n = 190; group 2 n = 58; group 3 n = 18). The UCS palpatory properties were rated as good (group 1: 94.74%; group 2: 73.33%; group 3: 77.78%). Compared to “BnB” the UCS was perceived as

more realistic by 94.21% of group 1 and 100% of group 3. 96.67% of group 2 and 77.78% of group 3 rated the sonography as good. In objective performance testing on living animals, experienced students performed better. Self-efficacy ratings of the training group were higher ( $p = 0.0530$ ).

TSU is challenging for many students, in part because live animal practice opportunities are often limited. The newly developed simulator for TSE allows training of this skill and can be directly integrated into veterinary medicine studies.

**Keywords:** veterinary medicine, Reproduction, Education, First-Day-Competence, Ultrasound Examination

## Einleitung

Die Ultraschallbildgebung stellt ein wichtiges diagnostisches Mittel in der Reproduktionsmedizin von Großtieren, insbesondere von Rindern dar (Fricke 2002b, Ginther 2014). Der Einsatzbereich von Ultraschalldiagnostik in der Großtierpraxis umfasst unter anderem die Zyklusstimmung (Fricke 2002a, b), Trächtigkeitsdiagnostik (Kahn 1990, Stevenson und Britt 2017) sowie die Geschlechtsbestimmung des Fetus (Curran et al. 1989) und den Embryotransfer (Moore und Hasler 2017).

Um Studierende auf die vielseitige Nutzung von Ultraschall in der Reproduktionsmedizin für Rinder vorzubereiten, wird von den veterinärmedizinischen Universitäten erwartet, entsprechende Lehrformate anzubieten. Die European Association of Establishments for Veterinary Education (EAEVE) veröffentlichte 2019 einen Katalog mit sogenannten Ersttagskompetenzen (EAEVE 2019). Dieser beschreibt, welche praktischen Fertigkeiten Studierende mit Abschluss ihres tiermedizinischen Studiums aufweisen müssen. Eine dieser Ersttagskompetenzen ist die Durchführung einer einfachen bildgebenden Untersuchung. Die Umsetzung dieser Forderung fällt tiermedizinischen Lehrstätten aufgrund tierschutzrechtlicher Reglementierungen, ethischer Bedenken (Gericke et al. 2000) sowie der hohen Studierendenanzahl im Vergleich zur geringen Anzahl, zu Trainingszwecken gehaltener Tiere (Lopes und Rocha 2006), schwer. Die Ausbildung kann nicht in extramurale Praktika verschoben werden, da viele Landwirtinnen/Landwirte und Tierärztinnen/Tierärzte häufig unter zeitlichem sowie finanziellem Druck stehen und nicht genügend Zeit in die Ausbildung von Studierenden investieren können (Baillie et al. 2005). Um Studierenden der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover eine gute Möglichkeit zu geben, relevante tierärztliche Fertigkeiten erlernen und trainieren zu können, wurde 2013 das Clinical Skills Lab (CSL) in Hannover gegründet (Engelskirchen et al. 2017). Ziel dieser Einrichtung ist die Vermittlung klinisch-praktischer sowie kommunikativer Fertigkeiten an Studierende der Tiermedizin anhand von Simulatoren (Heimes 2019). Je nach Realitäts- und Komplexitätsgrad kann man zwischen „Low-fidelity“- , „Mid-fidelity“- oder „High-fidelity“- Simulatoren unterscheiden (Maran und Glavin 2003). Dabei entspricht der Begriff „Fidelity“ (Wiedergabetreue) der Realitätsnähe (Issenberg et al. 2005).

Seit 2003 gibt es den „Mid-fidelity“-Simulator „Breed’n Betsy®“ (Pickford 2020) sowie seit 2005 den „High-fidelity“-Simulator „Haptic Cow“ (Baillie 2020) zur transrektalen, palpatorischen Untersuchung des Rindes. Derzeit ist zur ultraschallgestützten transrek-

talen gynäkologischen Untersuchung des Rindes im europäischen und amerikanischen Sprachraum nach Wissen der Autorinnen kein Simulator auf dem Markt.

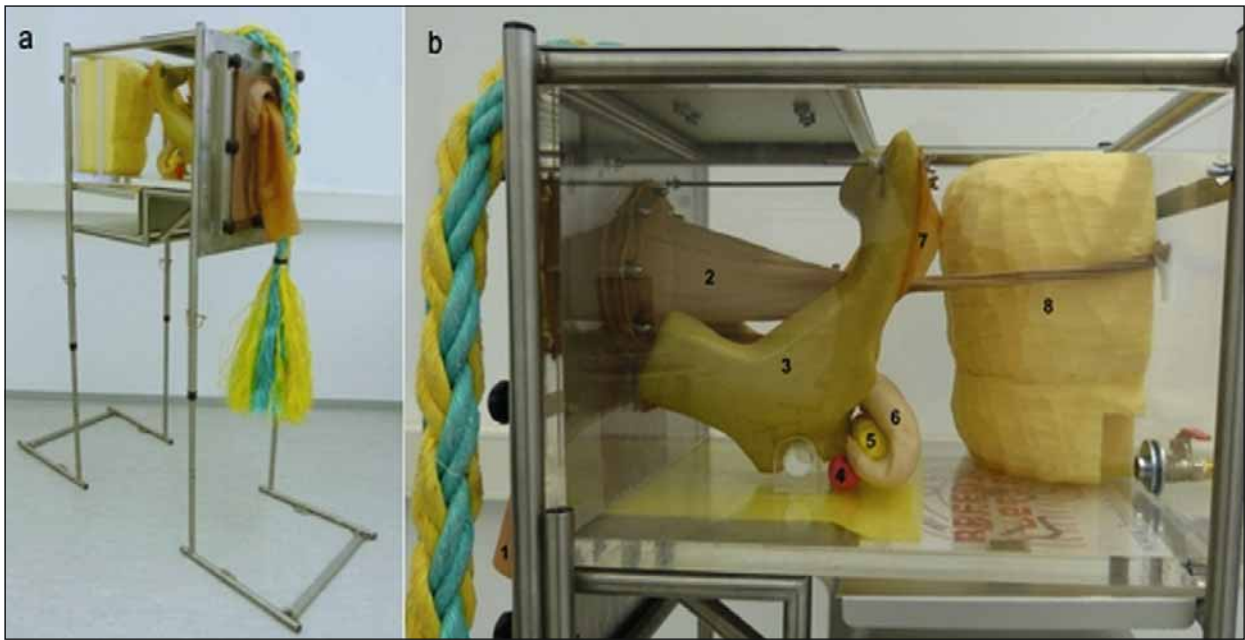
Im Rahmen dieser Studie wurde ein Simulator mit dem Arbeitstitel „Ultrasonic Cow Simulator“ (UCS) zur transrektalen gynäkologischen sonografischen Untersuchung (TSU) des Rindes mit Fokus auf die Zyklusbestimmung entwickelt, im Rahmen zweier Trainings für Studierende implementiert und durch verschiedene Gruppen von Teilnehmenden evaluiert. Die besondere Herausforderung hierbei bestand darin, einen möglichst realitätsnahen Simulator in den Bereichen Optik, Haptik und der sonografischen Darstellung mit einfachen Mitteln zu erstellen. Um eine zukünftige Nutzung des Simulators in der Lehre zu gewährleisten, sollte er außerdem eine einfache Bedienung und Wartung ermöglichen und über eine lange Haltbarkeit verfügen. Der Simulator enthält einen realitätsnah aufgebauten Uterus sowie Ovarien mit Funktionskörpern für die transrektale palpatorische und sonografische gynäkologische Untersuchung des Rindes. Da es Studierenden häufig Probleme bereitet, Organe im Ultraschallbild korrekt zu identifizieren und von anderen Organen zu differenzieren, wurde das Lig. latum uteri mit den Aa. uterinae, die Vesica urinaria sowie das Rumen ebenfalls in den Simulator integriert.

## Material und Methoden

### Aufbau des Simulators

Basierend auf dem kommerziell erhältlichen Simulator „Breed’n Betsy®“ (Brad Pickford, Australien) wurde der Ultrasonic Cow Simulator erstellt. Der Simulator „Breed’n Betsy®“ wird unter anderem in der Lehre von veterinärmedizinischen Studierenden sowie der Ausbildung von Besamungstechnikern/-innen und Landwirten/-innen für Trainingseinheiten zur transrektalen Palpation und Besamung von Großtieren verwendet (Pickford 2020). Im zusätzlich erhältlichen „Water Rektum“, einem wassergefüllten Plexiglasbecken mit aufgesetztem Rektum, ist es möglich, Kadaver von Schlachttieren einzutauchen und sonografisch zu untersuchen.

Das metallene Gestell sowie das knöcherne Becken des Simulators „Breed’n Betsy®“ wurden aufgrund ihres technischen Aufbaus in die Konstruktion des Ultraschallsimulators mit einbezogen (Abb. 1a). Die Idee des „Water Rektums“ wurde im Ultraschallsimulator aufgegriffen und in optimierter Form mit vereinfachter Installation und verbesserter Abdichtung realisiert.



Fotos: Dr. Silja Brombacher-Stelert

**ABB. 1:** a) Simulator „Breed´n Betsy“ mit eingebrachtem Plexiglastkasten des Ultrasonic Cow Simulators. b) Plexiglastkasten des Ultrasonic Cow Simulators mit integriertem äußeren Anteil des Rektums (1), inneren Anteil des Rektums (2), knöchernen Becken (3), Ovarien (4), Harnblase (5), Uterus (6), Lig. atum uteri (7) und Pansen (8).

Das Kernstück des Ultrasonic Cow Simulators bildet ein Plexiglasbecken, in das die verschiedenen, transrektal zu untersuchenden Organe eingelassen sind (Abb. 1b). Das Plexiglasbecken ist quaderförmig (385 mm x 620 mm x 490 mm, Wandstärke 20 mm) aufgebaut und nach oben hin geöffnet. An der kurzen Vorderseite besitzt es eine eingelassene runde Öffnung, durch die die untersuchende Person ihren Arm einführen kann. In das Plexiglasbecken wurden das knöcherne Becken des Simulators „Breed´n Betsy“, ein Uterus mit Ovarien sowie ein Lig. latum uteri mit den Aa. uterinae, ein Rumen und eine Vesica urinaria eingelassen. Das rechte Ovar ist mit einem Corpus luteum und das linke Ovar mit zwei Follikeln ausgestattet. Das Plexiglasbecken wird vor der Untersuchung in das Gestell des Simulators „Breed´n Betsy“ eingebracht und mit handwarmem, destilliertem Wasser gefüllt. Das Wasser gewährleistet eine störungsfreie Weiterleitung des Ultraschalls durch die nachgebildete Bauch- und Beckenhöhle sowie die sich darin befindlichen Organe. Durch die Erwärmung des Wassers wird die Körperinnentemperatur des zu untersuchenden Tieres widerspiegelt, was zu einer möglichst realitätsnahen Gestaltung des Simulators beiträgt. An der gegenüberliegenden Seite des Simulators ist ein Wasserhahn angebracht, wodurch das zur sonografischen Untersuchung notwendige Wasser abfließen kann.

#### Verwendete Materialien zur Nachbildung der Organe

Materialien, welche zur Nachbildung von Organen für einen Simulator für die TSU genutzt werden sollen, müssen verschiedene Anforderungen hinsichtlich ihrer palpatorischen und sonografischen Eigenschaften sowie Form, Verarbeitungsmöglichkeiten und Haltbarkeit erfüllen. Aus diesem Grund wurden Materialien getestet, welche eine glatte Oberfläche besitzen, von elastischer Konsistenz sind und gleichzeitig auch eine den Organen

des Rindes entsprechende Dichte und Schallgeschwindigkeit aufweisen. In Fällen, bei denen nicht alle diese Anforderungen erfüllt werden konnten, musste eine sinnvolle Abwägung der Vor- und Nachteile stattfinden.

In den Versuchen zur Auswahl der nutzbaren Materialien wurden ca. 30 verschiedene Materialien oder Materialkombinationen getestet.

Für den Bau des Simulators wurden folgende Stoffe ausgewählt:

- Naturlatex mit 0,6 % Ammoniak- Anteil (Latex-24, Germaringen, DE)
- Spielschleim (Noisy- Slime, Out of the blue KG, Lilienthal, DE)
- Spielschleim (Galaxy- Schleim, Toi-Toys, Kamp-Lindfort, DE)
- Luftballons aus vulkanisiertem Latex (City Balloon, Hannover, DE)
- Gummiband (Prym, Stolberg, DE)
- Schaumstoff (Kretschmar GmbH, Hannover, DE)
- Destilliertes Wasser (Institut für Mikrobiologie, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, DE)
- Elastisches Netzgewebe aus Polyester (KauPo Planenhorn e.K., Spaichingen, DE)
- Netzstrumpfhose, 20 DEN (dm-drogerie markt GmbH & Co.KG, Karlsruhe, DE)
- Vaseline®-Creme (Schmees GmbH & Co.KG, Twistringen, DE)

#### Palpatorische und sonografische Eigenschaften der nachgebildeten Organe

##### Uterus

Der Uterus bicornis des UCS stellt den Uterus eines adulten Rindes außerhalb des Östrus dar (Abb. 2a). Er ist unter der Hand versammelbar. Die Hörner weisen eine Stärke von jeweils zwei bis drei Fingern auf und sind symmetrisch (Rosenberger et al. 2012).



Foto: Dr. Sijja Brombacher-Steiert

Foto: Dr. Sijja Brombacher-Steiert

Foto: Dr. Yasmin Gundelach

Foto: Dr. Sijja Brombacher-Steiert

Foto: Dr. Sijja Brombacher-Steiert

**ABB. 2:** a) Uterus und Ovarien des Ultrasonic Cow Simulators mit angebrachtem Lig. latum uteri und Aa. uterinae.

b) Ultraschallbild des nachgebildeten Uterus im Längsschnitt.

c) Ultraschallbild des Uterus eines lebenden Tieres im Längsschnitt.

d) Ultraschallbild des nachgebildeten Lig. latum uteri mit A. uterina.

e) Ultraschallbild des Lig. latum uteri mit A. uterina eines lebenden Tieres.

Die Hülle des Uterus besteht aus Naturlatex mit 0,6 %igem Anteil an Ammoniak. Weiterhin ist in die Hülle ein elastischer Gewebestoff integriert, welcher für eine höhere mechanische Stabilität des nachgebildeten Uterus sorgt. Die Hülle ist von innen und außen dünn mit Vaseline<sup>®</sup>-Creme überzogen. Sowohl der Ammoniakanteil als auch die Vaseline<sup>®</sup>-Creme dienen als Konservierungsmittel.

Die Hülle ist gefüllt mit Spielschleim sowie einem zentral in den Uterushörnern, dem Uteruskörper sowie dem Uterushals liegenden Gummiband. Das Gummiband verlässt die Uterushörner an ihrer Spitze und stellt somit das Lig. ovarii proprium dar. Durch einen an das Gummiband angebrachten Druckknopf können die Ovarien an den Uterushörnern befestigt und bei Bedarf ausgetauscht werden.

Palpatorisch entsprechen die glatte Oberfläche und die elastische Konsistenz des entwickelten Uterus der Beschaffenheit der Gebärmutter eines lebenden Tieres.

Sonografisch stellt sich der Uterus des lebenden Tieres als homogen isoechogene Struktur dar. Eine schmale, hypoechogene Linie grenzt das Uterusgewebe vom vermehrt echogenen umliegenden Gewebe ab (Braun 1997). Das Endometrium ist je nach Untersuchungssituation und Zyklusstand (DesCôteaux et al. 2009) als echogen-hyperechogene Linie zu erkennen. Im Uteruslumen können bei nicht-graviden Tieren Flüssigkeiten enthalten sein, welche als anechogene Ansammlung im Ultraschallbild zu sehen sind (Braun 1997). Wird im Rahmen der transrektalen sonografischen Untersuchung das Uteruslumen so verengt, dass die beiden Schichten des Endometriums aufeinanderliegen, ist eine dünne, echogene bis hyperechogene Linie zentral im Uterus sichtbar.

Den Gegebenheiten im lebenden Tier nachempfunden (Abb. 2c), wird der Uterus des Simulators im Ultraschallbild schematisch rekonstruiert (Abb. 2b). Der Spielschleim ist im Ultraschallbild von homogener Echogenität und kann als Myometrium interpretiert werden. Das eingebettete Gummiband bildet die aufeinanderliegenden Wände des Endometriums. Die Umhüllung aus ammoniakhaltigem Latex stellt sich echogen-hyperechogen dar.

#### *Lig. latum uteri mit Aa. uterinae*

Die Aufhängung des Uterus erfolgt im lebenden Tier durch das Lig. latum uteri. Dieses wird im UCS durch eine zugeschnittene und ca. 2 mm dünne Fläche aus ammoniakhaltigem Latex nachgebildet (Abb. 2a). Das Lig. latum uteri ist durch einen Klettverschluss mit dem Uterushals verbunden und an den Dorsalflächen der Tuber coxae verschraubt, sodass es an den Corpora ossis ilei anliegt. Zwei mit destilliertem Wasser gefüllte



Schlauchballons simulieren die Aa. uterinae und wurden auf die medial liegende Seite des nachgebildeten Lig. latum uteri angebracht.

Das Lig. latum uteri des UCS ist bei der Suche nach den Ovarien zu ertasten. Es ist von derb-elastischer Konsistenz. Die nachgebildeten Aa. uterinae sind elastisch-fluktuierend und entsprechen der Haptik der Blutgefäße lebender Tiere.

Sonografisch ist das nachgebildete Lig. latum uteri (Abb. 2d) an einer homogenen, echogenen bis hyperechogenen Linie bzw. je nach Haltung des Schallkopfes als Fläche erkennbar. Die Arterien stellen sich, entsprechend den Gegebenheiten des lebenden Tieres (Abb. 2e), als anechogene Strukturen mit echogen-hyperechogenem Rand dar (Braun 1997).

### Ovarien

Die Ovarien werden jeweils aus einem mit Spielschleim gefüllten Luftballon erstellt. Sie haben nach Einbettung der Funktionskörper (Follikel oder Gelbkörper) einen Durchmesser von ca. 30 mm (Abb. 2a). Diese Größe entspricht ungefähr einer Walnuss (Rosenberger et al. 2012). An das Ende des zugeknöteten Luftballons ist ein Gummiband angebracht, auf welchem sich ein Druckknopf befindet. Das Gummiband simuliert das Lig. ovarii proprium und wird mit dem Druckknopf am Gummiband der Uterushörner verbunden.

Die entstandenen Ovarien zeichnen sich durch eine glatte Oberfläche und eine elastische Konsistenz aus.

Die Latexhülle des Luftballons erscheint sich im Ultraschallbild als dünne, homogen-hyperechogene Linie. Der Spielschleim zeigt sich im Ultraschallbild inhomogen hypoechogen-echogen mit hyperechogenen Anteilen. Das Ovargewebe lebender Tiere ist im Ultraschallbild ebenfalls inhomogen (Braun 1997).

### Follikel

Die Follikel bestehen aus Luftballons, die mit destilliertem Wasser gefüllt werden. Durch unterschiedliche Füllmengen ergeben sich zwei unterschiedlich große Follikel (Durchmesser 10 mm und 15 mm), die in das Ovar eingebracht werden. Diese sollen die Gegebenheiten im lebenden Tier im Sinne der Follikelwellen nachstellen (Pierson und Ginther 1984). Follikel können hierbei Größen bis zu 16 mm Durchmesser annehmen (Ginther 1998).

Palpatorisch zeichnen sich die in das Ovargewebe eingebrachten, nachgebildeten Follikel durch eine glatte Oberfläche und elastisch-fluktuierende Konsistenz aus. Anhand dieser kann man sie von der elastischen Konsistenz des Ovargewebes, ähnlich wie beim lebenden Tier, unterscheiden.

Sonografisch stellen sich die nachgebildeten Follikel als runde, echogen-hyperechogene Strukturen mit anechogenem Inhalt dar (Abb. 3a) und entsprechen damit dem Ultraschallbild von Follikeln lebender Tiere (Abb. 3b) (Fricke 2002a).

### Corpus luteum (CL)

Nach Pierson und Ginther (1984) nehmen Gelbkörper am Tag neun nach der Ovulation mittlere Längen von ca. 27 mm und mittlere Breiten von ca. 22 mm an. Der im UCS nachgebildete Gelbkörper wird von einem mit Spielschleim gefüllten Luftballon mit einem Durchmesser von 25 mm simuliert. Das Ende des Luftballons wird mehrmals verknotet, sodass die Kappe des Gelbkörpers

imitiert wird. Der Gelbkörper wird in das Ovargewebe aus Spielschleim eingebettet.

Der Gelbkörper besitzt eine glatte Oberfläche und eine elastische Konsistenz. Durch die häufige Knotung des Luftballons kann ein Unterschied zwischen dem eigentlichen Gelbkörper und seiner Kappe ertastet werden.

Sonografisch ist der nachgebildete Gelbkörper als homogen-echogene Struktur erkennbar (Abb. 3c). Die Echogenität des Gelbkörpergewebes im lebenden Tier (Abb. 3d) verändert sich im Verlaufe des Zyklus. Frühe CL stellen sich eher dunkelgrau dar, während Gelbkörper zwischen dem siebten und 21. Tag des Zyklus eine graue Fläche mit guter Abgrenzung zum restlichen Ovargewebe aufweisen (Battocchio et al. 1999, Fricke 2002a).

### Vesica urinaria

Die Harnblase besteht aus einem mit destilliertem Wasser gefüllten Luftballon und ist mit Klettverschluss mit dem Pecten ossis pubis des knöchernen Beckens verbunden.

Die nachgestellte Harnblase ist von elastisch-fluktuierender Konsistenz und besitzt eine glatte Oberfläche. Sonografisch ist sie als anechogenes, rundes Gebilde mit echogen-hyperechogenem Rand erkennbar (Abb. 3e). Dies entspricht dem Ultraschallbild der Harnblase eines lebenden Tieres (Abb. 3f) (Braun 1997).

### Rumen

Das Rumen wird durch einen zugeschnittenen Quader aus Schwammmaterial simuliert. Dieses wird mithilfe von Klettverschluss an die Wände des Plexiglasbeckens angebracht.

Der Pansen ist von derb-elastischer Konsistenz und besitzt eine raue Oberfläche. Das Ultraschallbild ist geprägt von einer relativ homogen-echogenen Schicht, die im Bereich der dorsalen Gasblase von Wiederholungsechos geprägt ist. Die darunter liegende Ingesta zeigt sich echogen, während die ventralen flüssigen Anteile anechogen erscheinen (Braun 2009) (Abb. 3g und h).

### Rektum

Das Rektum des Simulators besteht aus zwei Teilen. Der im Simulator liegende Teil wird durch eine Netzstrumpfhose simuliert (Abb. 1b). Diese verläuft horizontal der Länge nach im Simulator und ist an den jeweils kurzen Seiten des Plexiglas Kastens angebracht. Die Öffnung der Netzstrumpfhose ist an der runden Öffnung der kurzen Seite des Plexiglas Kastens befestigt. Der außerhalb des Simulators liegende Teil des Enddarms besteht aus einem Latexrohr (Abb. 1b). Er ist von außen an der runden Öffnung des Plexiglasbeckens mit Hilfe eines Flanschs befestigt.

Der außenliegende Teil des Rektums ist von derb-elastischer Konsistenz. Das sonografische Bild spielt hierbei keine Rolle, da das Rektum im Rahmen dieser Studie nicht in die Ultraschalluntersuchung eingebunden ist. Der innen liegende Teil ist von elastischer Konsistenz und schmiegt sich an die untersuchende Hand an. Des Weiteren ist er so dünn, dass die darunterliegenden Organe ertastet werden können. Sonografisch ist der innen liegende Teil des Rektums als dünne inhomogene, echogene Linie zu erkennen. Wird der Ultraschallkopf jedoch auf das zu untersuchende Organ gedrückt, ver-

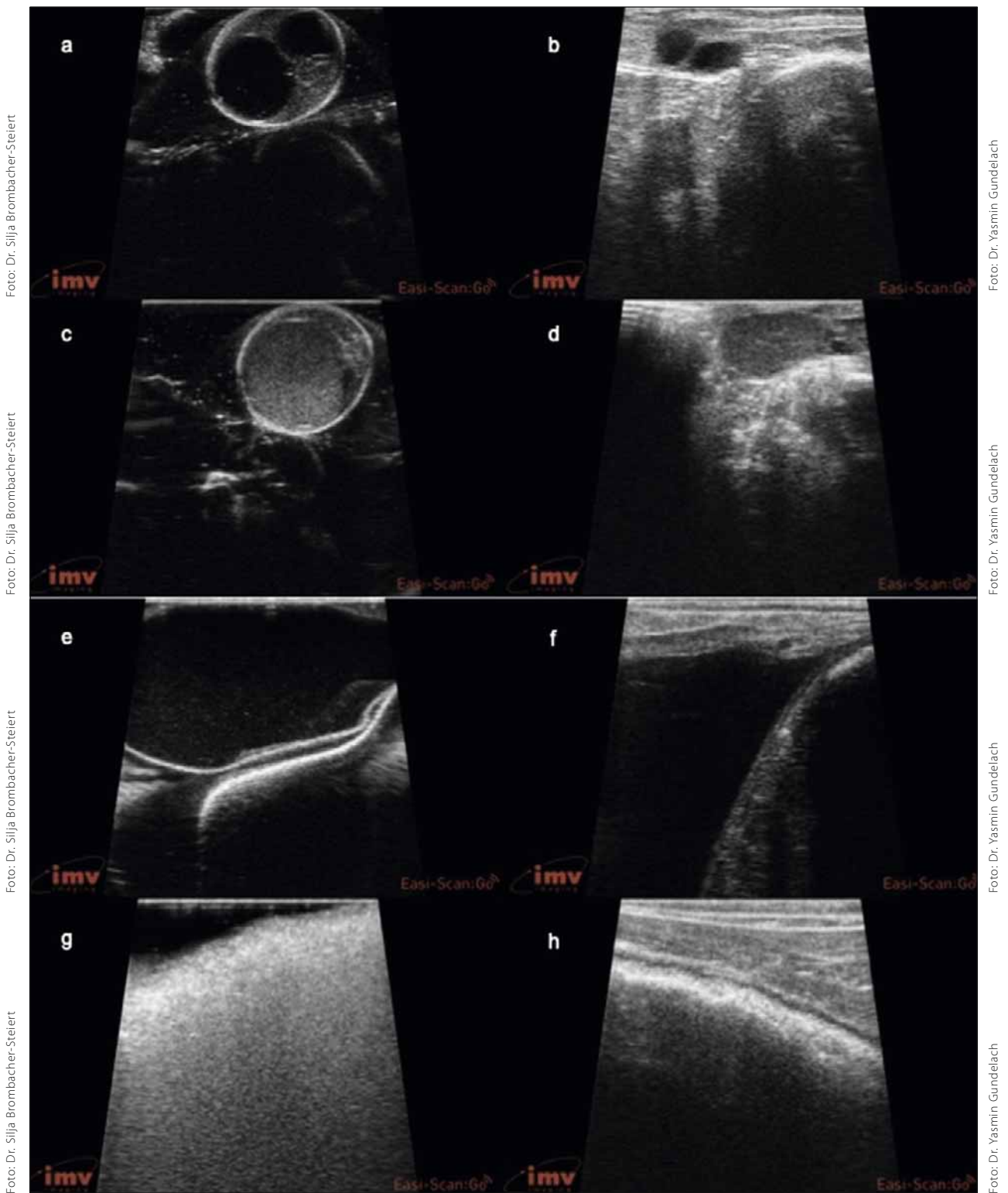


Foto: Dr. Sijja Brombacher-Steiert

Foto: Dr. Sijja Brombacher-Steiert

Foto: Dr. Sijja Brombacher-Steiert

Foto: Dr. Sijja Brombacher-Steiert

Foto: Dr. Yasmin Gundelach

Foto: Dr. Yasmin Gundelach

Foto: Dr. Yasmin Gundelach

Foto: Dr. Yasmin Gundelach

**ABB. 3:** a) Ultraschallbild des nachgebildeten Ovars mit Follikeln.  
 b) Ultraschallbild des Ovars mit Follikeln eines lebenden Tieres.  
 c) Ultraschallbild des nachgebildeten Ovars mit Gelbkörper.  
 d) Ultraschallbild des Ovars mit Gelbkörper eines lebenden Tieres.  
 e) Ultraschallbild der nachgebildeten Vesica urinaria.  
 f) Ultraschallbild der Vesica urinaria eines lebenden Tieres.  
 g) Ultraschallbild des nachgebildeten Pansens.  
 h) Ultraschallbild des Pansens eines lebenden Tieres.

**TAB. 1:** Überblick der durchgeführten Versuche am Ultrasonic Cow Simulator (UCS). Anzahl der Teilnehmer/-innen sowie Beschreibung der jeweils erhobenen Daten.

	Versuch 1	Versuch 2	Versuch 3
<b>Teilnehmende</b>	Studierende 2./3. Semester (n = 190)	Studierende 9./10. Semester (n = 58)	Tierärztinnen/Tierärzte (n = 18)
<b>Abfrage Erfahrungsstand</b>	ja	ja	ja
<b>Simulatortraining allgemein</b>	ja	ja	ja
<b>Eigenschaften UCS</b>	palpatorische	palpatorische sonografische	palpatorische sonografische
<b>Vergleich UCS und „Breed’n Betsy“<sup>®</sup></b>	ja	–	ja
<b>Überprüfung am lebenden Tier</b>	–	ja	–
<b>Abfrage Selbstwirksamkeit</b>	–	ja	–

schwinden die Strukturen des nachgebildeten Rektums im Ultraschallbild.

**Evaluation des Simulators durch die Versuchsgruppen**

Die Evaluation des Ultrasonic Cow Simulators wurde an der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover durchgeführt. Ziel dieser Studie war, den möglichen Einsatz des Simulators in der semesterübergreifenden Lehre zu erproben sowie eine fachliche Einschätzung des Simulators und seines Einsatzes in der Lehre durch versierte Tierärztinnen/Tierärzte einzuholen. Auf Basis dessen wurde im Vorfeld festgelegt, dass der Simulator durch Versuchsgruppen mit unterschiedlichem Wissensstand evaluiert werden sollte. Um eine möglichst hohe Anzahl an studentischen Teilnehmer/-innen zu rekrutieren, wurde auf im Curriculum verankerte Kurse zurückgegriffen. Es wurde ein bereits an der Stiftung Tierärztlichen Hochschule Hannover etablierter Kurs zur Transrektalen Gynäkologischen Untersuchung für Studierenden des 2./3. Semesters (Versuchsgruppe 1) ausgewählt, welcher die Versuchsgruppe mit dem niedrigsten Kenntnisstand bezüglich der trans-

rektalen Untersuchung repräsentiert. Studierende des 9./10. Semesters (Versuchsgruppe 2), die ihren Zyklus des Praktischen Jahres in der Klinik für Rinder absolvierten, wurden ausgewählt, um die Versuchsgruppe mit Teilnehmern/-innen fortgeschrittener Kenntnisse darzustellen. Um den Simulator von Experten/-innen evaluieren zu lassen, war die Durchführung des dritten Versuches bei einem tiermedizinischen Kongress auf nationaler Ebene geplant. Aufgrund der vorherrschenden COVID-19-Pandemie und den damit einhergehenden Beschränkungen war dieses Vorhaben jedoch nicht umsetzbar. Um diesen Versuch dennoch stattfinden zu lassen, wurden approbierte Tierärztinnen/Tierärzte verschiedener Kliniken und Institute der Stiftung Tierärztlichen Hochschule Hannover sowie weitere erfahrene praktizierende Tierärztinnen/Tierärzte (Versuchsgruppe 3) als Experten/-innen innerhalb einer Fokusgruppe rekrutiert.

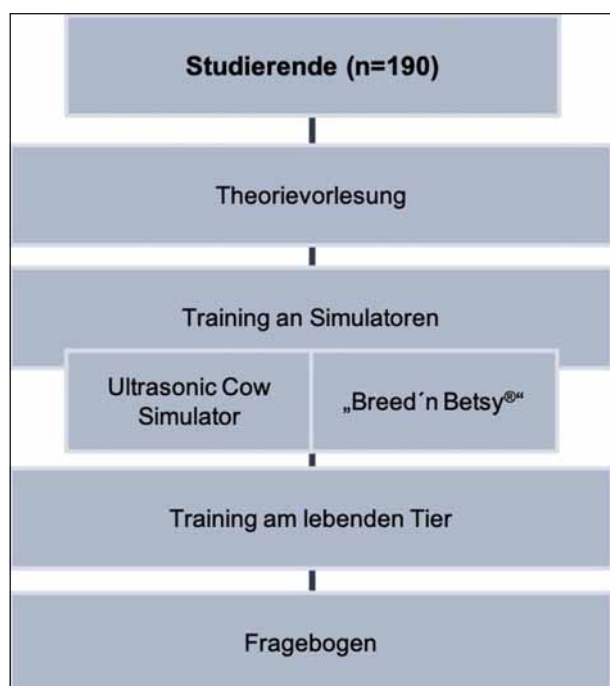
Die Versuchsgruppen wurde jeweils per Fragebogen (Anhänge 1–3, 5) zu Kategorien wie derzeitigem Wissens- und Erfahrungsstand, Meinung zu Simulatortraining im Allgemeinen, Bewertung der palpatorischen und sonografischen Eigenschaften des Ultrasonic Cow Simulators befragt. Des Weiteren wurde die Selbstwirksamkeit sowie Übertragbarkeit der am Simulator erlernten Fertigkeiten der Studierenden des 9./10. Semesters durch eine Untersuchung am lebenden Tier mittels objektiv-strukturierter Checkliste (Anhang 4) getestet. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die durchgeführten Versuche sowie die erhobenen Daten.

Die Versuche der Studierenden des 9./10. Semesters sowie der Tierärztinnen/Tierärzte bezogen die Durchführung der sonografische Untersuchung mit ein. Diese erfolgte sowohl am Simulator als auch am lebenden Tier mit Hilfe des Ultraschallgerätes Easi Scan:Go mit Rektalsonde der Firma IMV Imaging (Bellshill, Schottland) sowie dem Toughpad FZ-A2 der Firma Panasonic (Wiesbaden, Deutschland). Die Eindringtiefe des Ultraschalles war auf acht Zentimeter eingestellt.

Im Weiteren wird der genaue Versuchsablauf der drei Gruppen beschrieben.

**Evaluation des Simulators durch Studierende des 2./3. Semesters (Versuchsgruppe 1)**

Die Studierenden des zweiten und dritten Semesters führen regulär im Rahmen ihres Studiums ein Landwirtschaftliches Praktikum auf dem Lehr- und Forschungsgut Ruthe der Stiftung Tierärztlichen Hochschule Hannover durch. Ein Teil dieses Praktikums ist die theoretische und



Grafik: Dr. Silja Brombacher-Stelert

**ABB. 4:** Ablauf des Versuches mit Studierenden des 2./3. Semesters (n = 190).

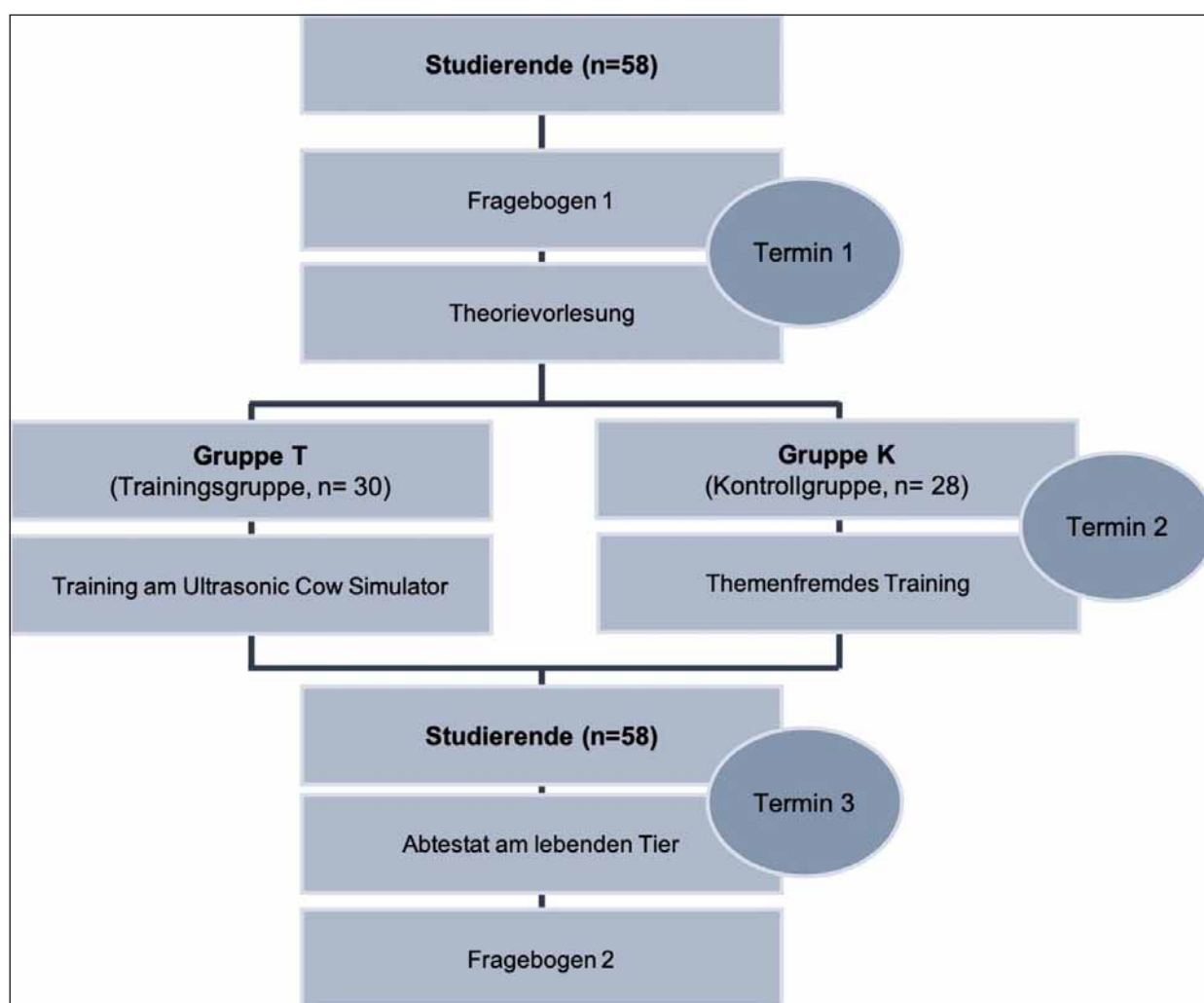
praktische Einführung in die transrektale gynäkologische Palpation als Vorbereitung auf die Untersuchung am lebenden Tier. Die Vermittlung dieser Kursinhalte erfolgt im Rahmen des Praktikums durch Lehrpersonal des Clinical Skills Labs (CSL). Unter der Aufsicht des Lehrpersonals der Klinik für Rinder erfolgt anschließend die transrektale gynäkologische Untersuchung am lebenden Tier.

Im Zeitraum von Mitte Juli bis Ende September 2020 waren 196 Studierende für das Praktikum auf dem Lehr- und Forschungsgut Ruthe eingetragen, wobei 190 Studierende an den Versuchen teilnahmen. Für den Ablauf der Studie (Abb. 4) wurde die reguläre Lehrveranstaltung angepasst, sodass die Studierenden den UCS hinsichtlich seiner palpatorischen Eigenschaften mit dem Simulator „Breed’n Betsy®“ vergleichen konnten. Die Studierenden bekamen hierbei eine ca. 20-minütige theoretische Einführung in die transrektale Palpation des Rindes durch geschultes Lehrpersonal des CSL. Der Fokus wurde dabei auf die Anatomie der Beckenhöhle und die praktische Durchführung der Untersuchung gelegt. Anschließend führten alle Studierenden die transrektale Palpation am Simulator „Breed’n Betsy®“ sowie am UCS durch. Der Simulator „Breed’n Betsy®“ war mit einem dazugehörigen Uterus (GII S KI) und einem Rektum ausgestattet. Dieser Aufbau des Simulators entspricht dem in der regulären Veranstaltung genutzten Aufbau. Für die Untersuchung stand an jedem der Simulatoren eine

geschulte Lehrperson für Fragen und Hilfestellungen zur Verfügung. Nach dem Training an den Simulatoren erfolgte die transrektale Palpation am lebenden Tier. Diese wurde an vorher ausgewählten, nichttragenden Kühen des Lehr- und Forschungsguts durchgeführt. Das Lehrpersonal der Klinik für Rinder gab den Studierenden Hilfestellung und stand ihnen bei Fragen zur Verfügung. Die transrektale Untersuchung am lebenden Tier gab den Studierenden die Möglichkeit, erstmalig die Gegebenheiten im Tier kennenzulernen und somit eine Basis für die Bewertung der Simulatoren zu haben. Die Untersuchung am lebenden Tier wurde nicht abgeprüft. Abschließend füllten die Studierenden einen Fragebogen (Anhang 1) aus. Dieser beinhaltete Fragen zu den bisherigen Erfahrungen der Studierenden hinsichtlich der transrektalen gynäkologischen Untersuchung sowie Fragen zur Bewertung der beiden Simulatoren.

**Evaluation des Simulators durch Studierende des 9./10. Semesters und Ermittlung der Selbstwirksamkeit sowie des objektiven Trainingserfolges (Versuchsgruppe 2)**

Im Versuch 2 wurde der Simulator durch Studierende des 9./10. Semesters im Rahmen ihres Zyklus in der Klinik für Rinder der Stiftung Tierärztlichen Hochschule Hannover während des Praktischen Jahres evaluiert. Alle Studierenden, welche den regulär stattfindenden



Grafik: Dr. Silja Brombacher-Steiert

**ABB. 5:** Ablauf des Versuches mit Studierenden des 9./10. Semesters (n = 58).



zehnwöchigen Zyklus in der Klinik durchliefen, wurden im Versuch eingesetzt.

Während dieser Studie wurde zum einen die Einschätzung der eigenen Fertigkeit (Selbstwirksamkeit) in Bezug auf die TSU per Fragebogen erhoben, zum anderen wurden die Fertigkeiten der Studierenden, diese Untersuchung am lebenden Tier durchzuführen, durch geschulte Lehrpersonen der Klinik für Rinder mittels Checkliste überprüft. Die Studie fand an jeweils drei aufeinander folgenden Terminen statt (Abb. 5). An dem ersten Termin füllten die Studierenden einen Fragebogen (Anhang 2) zu ihrem bisherigen Erfahrungsstand sowie der Selbstwirksamkeit (SWK 1) in Bezug auf die Untersuchung aus. Danach wurden die Studierenden anhand einer Videopräsentation mit der Theorie der transrektalen gynäkologischen sonografischen Untersuchung vertraut gemacht. Schwerpunkt dieser Theorieeinheit war die Anatomie der Beckenhöhle, die Durchführung der transrektalen Sonografie, der Aufbau sowie die Funktionsweise des Ultraschallgerätes und die Darstellung und Interpretation sonografischer Bilder anhand von Beispielen.

Der zweite Termin fand als Präsenzveranstaltung im Clinical Skills Lab statt. Hierbei wurden die Studierenden per Los in zwei Gruppen eingeteilt. Eine Gruppe (Gruppe T) absolvierte das Training am UCS, durchgeführt von der Erstautorin. Die andere Gruppe (Gruppe K) diente als Kontrollgruppe und bekam ein gleichwertiges, jedoch themenfremdes Training.

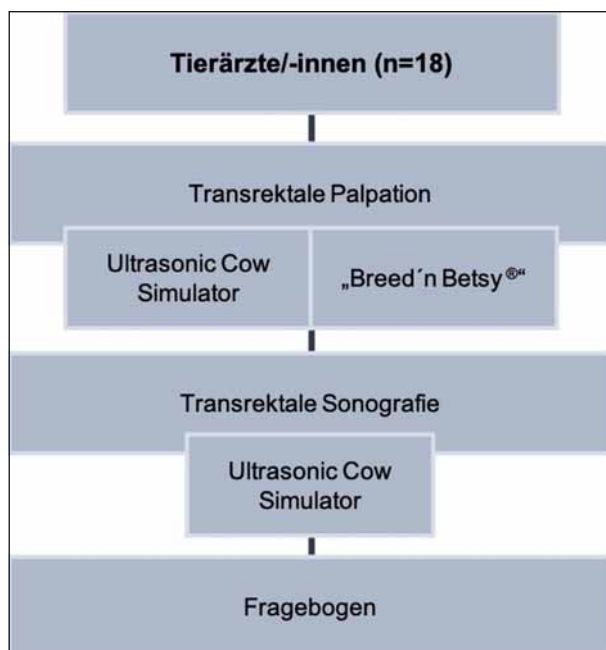
Der dritte Termin fand in der Klinik für Rinder der TiHo statt. Hierbei wurden die Fertigkeiten der beiden Gruppen anhand eines randomisiert und verblindet durchgeführten Abtestates am lebenden Tier abgeprüft. Für den Versuch wurden vorher ausgewählte Tiere der Klinik für Rinder genutzt. Alle Kühe hatten vergleichbare Befunde des Uterus (GII S KII) und wiesen einen Gelbkörper oder wenn nicht genügend Tiere mit diesem Befund vorhanden waren, im Ultraschallbild gut erkennbare Follikel auf. Die Überprüfung der Studierenden

erfolgte durch approbierte Tierärztinnen/Tierärzte der Bestandsbetreuung der Klinik für Rinder anhand einer Checkliste.

Die Studierenden wurden von Lehrpersonal mit dem Ultraschallgerät ausgestattet und bekamen eine schriftliche Anweisung für die durchzuführenden Arbeitsschritte. Diese beinhalteten die Durchführung der transrektalen Palpation von Uterus, Ovarien inkl. Funktionskörpern sowie die transrektale Sonografie dieser Strukturen innerhalb von zehn Minuten. Die Einteilung der Zeit wurde den Studierenden überlassen. Die Verteilung der Studierenden auf die Tiere erfolgte per Zufall unter der Berücksichtigung, dass jede Kuh jeweils durch eine Person der Gruppe T und der Gruppe K untersucht wurde, und die Tiere zwischen den Untersuchungen eine mindestens dreißigminütige Pause hatten. Ein Tier wurde maximal von drei unterschiedlichen Personen untersucht. Die Prüfer/-innen hatten durch ein mit dem Ultraschallgerät verbundenen Tablet die Möglichkeit, die sonografische Untersuchung zeitgleich zu verfolgen. Hatte der/die Studierende/r eine der zu untersuchenden Strukturen sonografisch aufgefunden, bat er/sie den/die Prüfer/-innen das Ultraschallbild einzufrieren und konnte dann am Tablet zeigen und erklären, welche Befunde er/sie erhoben hatte. Anhand einer objektiv-strukturierten Checkliste (Anhang 4) wurden die Arbeitsschritte und damit die objektive Leistung der Studierenden durch die Prüfer/-innen dokumentiert. Die Prüfer/-innen durften während des gesamten Abtestates keine inhaltlichen Fragen beantworten oder Hinweise zur Untersuchung geben. Im Anschluss an das Abtestat füllten beide Gruppen einen zweiten Fragebogen (Anhang 3) aus. Dieser beinhaltete eine weitere Einschätzung der Selbstwirksamkeit (SWK 2) sowie Fragen zur Bewertung der Studie. Die Studierenden der Gruppe T hatten außerdem die Möglichkeit, die Eigenschaften des Simulators zu bewerten.

### Evaluation des Simulators durch approbierte Tierärztinnen/Tierärzte (Versuchsgruppe 3)

Der UCS wurde weiterhin durch approbierte Tierärztinnen/Tierärzte als Fokusgruppe evaluiert. Hierfür wurde mittels einer generalisierten E-Mail an ca. 40 Tierärztinnen/Tierärzte verschiedener Kliniken und Institute der Stiftung Tierärztlichen Hochschule Hannover und an weitere tierärztliche Institutionen eine Einladung zur Versuchsteilnahme geschickt. Der Versuch fand an zwei Terminen mit offenem Zeitfenster statt, sodass interessierte Tierärztinnen/Tierärzte freiwillig teilnehmen konnten. Der UCS wurde somit von insgesamt 18 approbierten Tierärztinnen/Tierärzten aus der Klinik für Rinder, der Klinik für kleine Klauentiere, den Reproduktionsmedizinischen Einheiten der Klinik für Pferde und der Klinik für Kleintiere der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover sowie von weiteren erfahrenen praktizierenden Tierärztinnen/Tierärzten evaluiert. Hierbei erfolgte die Bewertung der palpatorischen Eigenschaften des UCS im Vergleich zum Simulator „Breed´n Betsy<sup>®</sup>“ sowie die Bewertung der sonografischen Eigenschaften des UCS (Abb. 6). Die Tierärztinnen/Tierärzte führten hierbei zuerst die transrektale Palpation an beiden Simulatoren durch. Um ähnliche Untersuchungsbedingungen zu schaffen, sowie dem Kenntnisstand der Tierärztinnen/Tierärzte angemessen zu sein, wurde der Simulator „Breed´n Betsy<sup>®</sup>“ mit einem dazugehörigen Uterus (GII S KI), einem Ovar



Grafik: Dr. Sijja Brombacher-Stiebert

**ABB. 6:** Ablauf des Versuches mit approbierten Tierärztinnen/Tierärzten (n = 18).

mit Gelbkörper und einem Ovar mit Follikel sowie den Aa. uterinae ausgestattet. Nach der transrektalen Palpation der beiden Simulatoren untersuchten die Tierärztinnen/Tierärzte den UCS sonografisch. Am Ende der Untersuchung füllten die Tierärztinnen/Tierärzte ebenfalls einen Fragebogen (Anhang 5) aus. Dieser bestand aus Fragen zum jeweiligen Kenntnisstand sowie Fragen zur Bewertung der palpatorischen und sonografischen Eigenschaften des Simulators.

### Datenschutzbestimmungen und Tierversuchsgenehmigung

Vor Durchführung der ersten Datenerhebung erteilten der Datenschutzbeauftragte und die Promotionskommission der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover ihre Einwilligung für das geplante Projekt. Die ermittelten Daten wurden im Einklang mit der Datenschutzgrundverordnung verarbeitet (Art. 6 I 1 lit. e i.V.m. 89 DSGVO, § 13 NDSG) und anonymisiert (Art. 6 I 1 lit. e i.V.m. 89 DSGVO, § 3 I 1 Nr. 1 NHG, § 13 NDSG).

Alle Tierversuche im Rahmen der Aus-, Fort- und Weiterbildung wurden vom Niedersächsischen Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (LAVES) genehmigt (AZ: 17A237; 16A014).

### Auswertungsmethode/Statistische Auswertung

Die Auswertung der Fragebögen und der Checkliste erfolgte mit Hilfe der Statistiksoftware SAS- Enterprise-Guide (SAS-EG SAS Institute Corp., Cary, NC USA). Die Daten der palpatorischen und sonografischen Eigenschaften des Simulators sowie der realitätsnahen Darstellung werden deskriptiv dargestellt.

Die Anzahl der teilnehmenden Studierenden wurde vor Beginn der Versuche in Anlehnung an ähnliche Studien aus der qualitativen Lehrforschung (Bossart et al. 2009, Nagel et al. 2015, Giese et al. 2016, 2018) festgelegt.

Die objektive Leistung der Studierenden des 9./10. Semesters wurde mittels einer objektiv-strukturierten Checkliste ermittelt. Hierbei konnten die Prüfer/-innen für Teilschritte der transrektalen sonografischen Untersuchung in einem binären System (1 = erfüllt; 2 = nicht erfüllt) die Leistungen der Studierenden dokumentieren. Um Vergleiche zwischen den Gruppen hinsichtlich der objektiven Leistung zu berechnen, wurden nur für die sonografische Untersuchung relevante Teilschritte (Anhang 4, 7. - 16.) mit einbezogen. Der Gruppenvergleich wurden mittels Chi<sup>2</sup>- und Exakter-Test nach Fisher berechnet. Im Vorhinein wurde mit Hilfe des Chi<sup>2</sup>-Homogenitäts-Testes ausgeschlossen, dass sich die Gruppen signifikant in ihrer vorherigen Erfahrung bezüglich der transrektalen sonografischen Untersuchung unterscheiden.

Die Ermittlung der Selbstwirksamkeit enthielt zehn Fragen, welche die Studierenden des 9./10. Semesters mittels Likert-Skala (1 = „Ich stimme nicht zu“, 2 = „Ich stimme eher nicht zu“, 3 = „Ich stimme eher zu“, 4 = „Ich stimme zu“, 5 = „Ich weiß es nicht“) beantworteten. Die Antwortmöglichkeit „Ich weiß es nicht“ wurde in der Auswertung nicht berücksichtigt. Die Selbstwirksamkeit wird, trotz nicht-normalverteilter Daten, im Weiteren als Mittelwert dargestellt, da mit der zugrunde liegenden Likert-Skala eine Schiefe der Daten ausgeschlossen werden kann. Des Weiteren wurde pro Studierende/r eine Gesamteinschätzung der

Selbstwirksamkeit durch die Summe der einzelnen Werte pro Studierenden erstellt. Für die Gesamteinschätzung der Selbstwirksamkeit pro Studierende/r wurden Werte von sechs bis 42 ermittelt. Zum Vergleich der Versuchsgruppen wurden nicht-parametrische Tests, hier der Wilcoxon-Vorzeichenrangtest und Kruskal-Wallis-Test für unabhängige Stichproben, für nicht-normalverteilte Daten angewendet. Der Vergleich der Selbstwirksamkeit innerhalb der Gruppen vor und nach dem Versuch wurde mittels McNemar-Test ausgewertet.

Um die Selbstwirksamkeit und den objektiven Trainingserfolg vergleichen zu können, wurde eine bimodale Kodierung („Ich stimme nicht zu“ und „Ich stimme eher nicht zu“ = „Ich stimme nicht zu“ entsprechen Wert Eins; „Ich stimme eher zu“ und „Ich stimme zu“ = „Ich stimme zu“ entsprechen Wert Zwei) der Fragen der Selbstwirksamkeit vorgenommen und mit dem objektiven Trainingserfolg mittels Chi<sup>2</sup>- und Exakter-Test nach Fisher verglichen.

Für den Vergleich zwischen Erfahrungsstand der Studierenden und objektiver Leistung wurden die Fragen zu den vorherigen Kenntnisständen mit Hilfe von Faktoren von 0,25 bis 2 gewichtet und ein Gesamterfahrungsstand ermittelt (Anhang 8, Tabelle 8). Die Gewichtung wurde auf Basis der Erkenntnisse aktueller Literatur vorgenommen (Bossart et al. 2009, Nagel et al. 2015). Für den Gesamterfahrungsstand wurden Werte von 10,5 bis 18,25 ermittelt. Diese wurden dann bimodal codiert (Werte  $\leq 12$  entsprechen „wenig Erfahrung“; Werte  $\geq$  entsprechen „viel Erfahrung“). Mittels Chi<sup>2</sup>-Homogenitäts-Test konnte ermittelt werden, dass beide Gruppen (Gruppe T und Gruppe K) einen ähnlich hohen Erfahrungsstand zu Beginn des Versuches aufwiesen. Die Auswertung der Daten zum Erfahrungsstand und der objektiven Leistung fand ebenfalls mittels Chi<sup>2</sup>- und Exakter-Test nach Fisher statt. P-Werte kleiner gleich 0,05 ( $p \leq 0,05$ ) wurden als signifikant gewertet.

## Ergebnisse

Die Rücklaufquote der Fragebögen betrug 100 %. An der Studie nahmen insgesamt 266 Probanden ( $n = 266$ ) teil. Die Gesamtzahl der Teilnehmenden umfasste 190 Studierende aus dem 2./3. Semester ( $n = 190$ ), 58 Studierende aus dem 9./10. Semester ( $n = 58$ ) sowie 18 Tierärzte/Tierärztinnen ( $n = 18$ ).

Die Durchführung eines Simulatortrainings vor der Untersuchung am lebenden Tier fand eine hohe Akzeptanz in den verschiedenen Versuchsgruppen. Von den Studierenden des 2./3. Semesters waren 99,47 % davon überzeugt, dass es sinnvoll ist, vor der Untersuchung am lebenden Tier am Simulator zu trainieren. Die Studierenden des 9./10. Semesters und die Tierärztinnen/Tierärzte beantworteten diese Frage sogar mit 100 % Zustimmung. Die Studierenden des 2./3. Semesters sowie des 9./10. Semesters beurteilten das Training am UCS in Bezug auf ihren Lernerfolg als hoch bzw. mittelmäßig. Im Allgemeinen wünschen sich 90 % der Studierenden des 2./3. Semester, 92,05 % der Studierenden des 9./10. Semesters und 94,44 % der Tierärztinnen/Tierärzte, dass zukünftig mehr Simulatoren im Themenbereich Rinderreproduktion in der tiermedizinischen Lehre eingesetzt werden.

### Bewertung der palpatorischen und sonografischen Eigenschaften des UCS und Bewertung des Einflusses des Kriteriums „Realitätsnähe“ auf den Lernerfolg

In Tabelle 2 ist die Bewertung des UCS hinsichtlich seiner palpatorischen und sonografischen Eigenschaften durch die drei Versuchsgruppen dargestellt. Alle drei Versuchsgruppen sahen die palpatorischen Eigenschaften des Simulators als „gut“ bzw. „mittelmäßig“ an. Die sonografischen Eigenschaften sind nach Meinung der Studierenden des 9./10. Semesters sowie der Tierärztinnen/Tierärzte mit 96,67 % bzw. 77,78 % als „gut“ zu bewerten. Die Mehrheit dieser beiden Versuchsgruppen beurteilte die während der sonografischen Untersuchung aufgefundenen Strukturen als realitätsnah dargestellt und war der Meinung, dass das Kriterium „Realitätsnähe“ eine wichtige Rolle für den Lernerfolg spielt (Studierende 9./10. Semester: 93,33 %, Tierärztinnen/Tierärzte: 100 %).

### Vergleich der transrektalen palpatorischen Untersuchung zwischen Ultrasonic Cow Simulator und dem Simulator „Breed´n Betsy“ und Bewertung des Einflusses des Kriteriums „Realitätsnähe“ auf den Lernerfolg

Sowohl den Studierenden des 2./3. Semesters als auch den Tierärztinnen/Tierärzten gefiel die palpatorische Untersuchung generell an Simulatoren gut (Studierende 2./3. Semester: 87,89 %; Tierärztinnen/Tierärzte: 55,56 %). Beide Versuchsgruppen sind der Meinung, dass der UCS die Gegebenheiten im lebenden Tier realitätsnäher nachbildet als der Simulator „Breed´n Betsy®“. Auch zur Vorbereitung auf die Gegebenheiten am lebenden Tier wird ein Training am UCS von beiden Gruppen bevorzugt (Tab. 3).

### Ermittlung des objektiven Lernerfolgs der Studierenden des 9./10. Semesters

Die Kontrollgruppe hatte bei der Messung des objektiven Lernerfolgs am lebenden Tier in vielen Kategorien

**TAB. 2:** Palpatorische und sonografische Eigenschaften des UCS. Bewertung des UCS durch die drei Versuchsgruppen bezüglich seiner palpatorischen und sonografischen Eigenschaften.

%	Palpation		Sonografie						
	Palpatorische Eigenschaften		Sonografische Eigenschaften		Aufgefundene Strukturen realitätsnah dargestellt			Kriterium der Realitätsnähe wichtig für Lernerfolg	
	gut	mittelmäßig	gut	mittelmäßig	ja	teilweise	nein	ja	nein
2./3. Semester (n = 190)	94,74	5,26	–	–	–	–	–	–	–
9./10. Semester (n = 58)	73,33	26,67	96,67	3,33	80	16,67	3,33	93,33	6,67
Tierärztinnen/Tierärzte (n = 18)	77,78	22,22	77,78	22,22	61,11	38,89	0	100	0

**TAB. 3:** Vergleich „Breed´n Betsy®“ und UCS. Vergleich der transrektalen palpatorischen Untersuchung zwischen UCS und Simulator „Breed´n Betsy®“ in Bezug auf die Realitätsnähe und den Lernerfolg.

%	Realitätsnähere Nachbildung			Kriterium der Realitätsnähe wichtig für Lernerfolg			Bessere Vorbereitung auf Gegebenheiten im lebenden Tier		
	UCS	„Breed´n Betsy®“	Ich weiß es nicht	Ja	nein	Ich weiß es nicht	UCS	„Breed´n Betsy®“	Ich weiß es nicht
2./3. Semester (n = 190)	94,21	3,68	2,11	95,26	2,11	2,63	97,89	1,05	1,05
Tierärztinnen/Tierärzte (n = 18)	100	0	0	100	0	0	83,33	0	16,67

**TAB. 4:** Vergleich der objektiven Leistung von Studierenden der Trainingsgruppe (Gruppe T) mit Studierenden der Kontrollgruppe (Gruppe K) in Prozent bei der Untersuchung am lebenden Tier (n = Stichprobengröße)

	Uterus		Rechtes Ovar			Linkes Ovar		
	aufgefunden	korrekt bezeichnet	aufgefunden	korrekt bezeichnet	Funktionskörper korrekt bezeichnet	aufgefunden	korrekt bezeichnet	Funktionskörper korrekt bezeichnet
Gruppe T (n = 30)	66 %	56,67 %	30 %	30 %	23,33 %	20 %	20 %	16,67 %
Gruppe K (n = 28)	75 %	53,57 %	35,71 %	32,14 %	25 %	21,43 %	17,86 %	14,29 %
p-Wert	0,4860	0,8128	0,6431	0,8601	0,8822	0,8932	0,8352	0,8024

höhere, statistisch jedoch nicht signifikante ( $p > 0,005$ ), Erfolgsquoten als die Trainingsgruppe (Tab. 4). Dies betraf das Auffinden des Uterus und des rechten sowie linken Ovars ebenso wie die korrekte Bezeichnung des rechten Ovars mit Funktionskörper. Eine Beeinflussung des Erfahrungsstandes durch das Training am Simulator konnte statistisch ausgeschlossen werden.

**Ermittlungen zur Selbstwirksamkeit der Studierenden des 9./10. Semesters**

Die Selbstwirksamkeit wurde vor Beginn des Versuches (SWK 1) von den Studierenden der Trainingsgruppe mit wenigen, statistisch nicht signifikanten Unterschieden, ähnlich eingeschätzt wie die der Kontrollgruppe (Tab. 5). Die Studierenden der Trainingsgruppe schätzten sich am Ende des Versuches (SWK 2) dagegen in verschiedenen Bereichen signifikant besser ein ( $p < 0,005$ ) als die Studierenden der Kontrollgruppe. In Bezug auf die Fertigkeit, Befunde an Ultraschallbilder von Uterus und Ovarien bei einer Untersuchung durch Dritte zu erheben, trauen sich die Studierenden der Trainingsgruppe mehr zu ( $p < 0,005$ ). Ebenfalls schätzt eine höhere Anzahl an Studierenden der Trainingsgruppe ihre Fertigkeit eine TSU durchzuführen besser ein ( $p < 0,005$ ) als die Kontrollgruppe. Darüber hinaus denken sie, dass ihre Fertigkeit, Befunde an Uterus und Ovarien selbstständig

erheben zu können, zum zweiten Zeitpunkt der Abfrage besser ist als die der Studierende der Kontrollgruppe. Die positive Gesamteinschätzung der Trainingsgruppe ist am Ende des Versuches höher. Die Studierenden der Trainingsgruppe zeigen, im Vergleich zu den erhobenen Daten zu Beginn des Versuches, am Versuchsende bei verschiedenen Fragestellungen eine signifikant positivere Entwicklung der Selbstwirksamkeit als die Kontrollgruppe. So konnte festgestellt werden, dass sich am Ende des Versuches 21,43 % der Studierenden der Trainingsgruppe mehr die transrektale Palpation des Rindes zutrauen als zu Beginn ( $p \leq 0,05$ ). In der Kontrollgruppe ist der Prozentsatz hingegen gleich geblieben. Auch bei der Erkennung des Uterus im Ultraschallbild, welches von einer dritten Person erstellt worden ist, stellt sich die Selbstwirksamkeit der Trainingsgruppe signifikant ( $p \leq 0,05$ ) positiver dar. Hierbei erreicht die Trainingsgruppe eine Steigerung der Selbstwirksamkeit von 14,16 %, während die Kontrollgruppe einen Verlust von 4,7 % aufweist. Mit einem Zuwachs von 39,29 %, trauen sich zum zweiten Zeitpunkt der Datenerhebung insgesamt 64,29 % der Studierenden der Trainingsgruppe zu, die transrektale sonografische Untersuchung des Rindes selbstständig durchzuführen ( $p \leq 0,05$ ), im Gegensatz zur Kontrollgruppe, welche einen Zuwachs von 8 % aufweist. Ebenfalls konnten signifikante Zusammenhänge

**TAB. 5:** Ermittlung der Selbstwirksamkeit. Messung der Selbstwirksamkeit (SWK) I und II sowie Vergleich zwischen der Trainingsgruppe (Gruppe T) und der Kontrollgruppe (Gruppe K) zu den beiden Zeitpunkten.

		SWK I			SWK II		
		Gruppe T (MW, SD)	Gruppe K (MW, SD)	p-Wert	Gruppe T (MW, SD)	Gruppe K (MW, SD)	p-Wert
<b>Transrektale Palpation</b>							
1.	Ich traue mir zu, eine transrektale Palpation durchzuführen.	2,93 ± 1,02 (n = 28)	2,96 ± 1,04 (n = 26)	0,8907	3,20 ± 0,89 (n = 30)	2,86 ± 0,89 (n = 28)	0,1302
2.	Ich finde bei der transrektalen Palpation den Uterus des Rindes	3,87 ± 0,86 (n = 30)	4,09 ± 0,92 (n = 28)	0,2880	4,10 ± 0,92 (n = 30)	4,14 ± 0,76 (n = 28)	0,9732
3.	Ich finde bei der transrektalen Palpation mind. ein Ovar des Rindes	2,53 ± 1,14 (n = 30)	2,84 ± 1,10 (n = 28)	0,2740	2,83 ± 1,02 (n = 30)	3,13 ± 1,01 (n = 28)	0,1925
<b>Transrektale Sonografie – Untersuchung durch Dritte</b>							
4.	Ich erkenne den Uterus eines Rindes auf einem transrektal aufgenommenen Ultraschallbild.	3,00 ± 0,72 (n = 28)	3,15 ± 0,88 (n = 26)	0,3682	3,55 ± 0,57 (n = 29)	3,15 ± 0,88 (n = 26)	0,0378
5.	Ich erkenne die Ovarien eines Rindes auf einem transrektal aufgenommenen Ultraschallbild.	3,07 ± 0,75 (n = 29)	3,14 ± 0,85 (n = 28)	0,6346	3,55 ± 0,63 (n = 29)	3,14 ± 0,85 (n = 28)	0,0047
<b>Transrektale Sonografie – Eigenständige Untersuchung</b>							
6.	Ich traue mir zu eigenständig eine TSU durchzuführen.	2,11 ± 0,92 (n = 28)	2,12 ± 1,09 (n = 25)	0,8729	2,73 ± 0,83 (n = 30)	2,25 ± 1,00 (n = 28)	0,0440
7.	Ich erkenne den Uterus bei der eigenständig durchgeführten TSU.	2,45 ± 0,69 (n = 20)	2,86 ± 0,91 (n = 21)	0,1544	3,20 ± 0,71 (n = 30)	2,85 ± 1,08 (n = 26)	0,2876
8.	Ich erkenne die Ovarien bei der eigenständig durchgeführten TSU.	2,35 ± 0,75 (n = 20)	2,85 ± 0,93 (n = 20)	0,0632	2,83 ± 0,92 (n = 29)	2,58 ± 0,90 (n = 26)	0,3641
9.	Ich kann Befunde am Uterus bei der eigenständig durchgeführten TSU erheben.	2,13 ± 0,76 (n = 23)	2,14 ± 0,96 (n = 21)	0,9397	2,57 ± 0,57 (n = 28)	2,07 ± 0,83 (n = 27)	0,0117
10.	Ich kann Befunde an den Ovarien bei der eigenständig durchgeführten TSU erheben.	2,00 ± 0,95 (n = 23)	2,14 ± 0,96 (n = 21)	0,6394	2,59 ± 0,82 (n = 29)	2,04 ± 0,94 (n = 27)	0,0209
Gesamte Selbsteinschätzung		23,23 ± 6,73 (n = 30)	25,00 ± 9,34 (n = 28)	0,3657	30,73 ± 5,8 (n = 30)	27,18 ± 6,93 (n = 28)	0,0473

1 = „Ich stimme nicht zu“, 2 = „Ich stimme eher nicht zu“, 3 = „Ich stimme eher zu“, 4 = „Ich stimme zu“

MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, n = Stichprobengröße



**TAB. 6:** Vergleich Selbstwirksamkeit und objektive Leistung. Prozentualer Anteil Studierender des 9./10. Semesters, welche sich die Fertigkeit des Erkennens des Uterus, mindestens eines Ovars sowie mindestens eines Funktionskörpers im Ultraschallbild zutrauen und die gleichzeitig auch erfolgreich bei der objektiven Leistungsüberprüfung in den genannten Kategorien waren (n = Stichprobengröße).

	Gruppe Training	Gruppe Kontrolle
Erkennen des Uterus im Ultraschallbild	56,66 % (n = 30)	46,15 % (n = 26)
Erkennen von mind. einem Ovar im Ultraschallbild	31,03 % (n = 29)	34,61 % (n = 26)
Erkennen von mind. einem Funktionskörper im Ultraschallbild	31,03 % (n = 29)	18,51 % (n = 27)

(p < 0,05) bei der Erkennung und Befunderhebung des Uterus bei der eigenständig durchgeführten transrektalen Sonografie der Gruppe T festgestellt werden. 30 % der Studierenden der Trainingsgruppe trauen sich zum zweiten Zeitpunkt der Datenerhebung, die Erkennung und Benennung des Uterus bei der eigenständig durchgeführten TSU mehr zu.

**Vergleich der Selbstwirksamkeit und des objektiven Trainingserfolgs der Studierenden des 9./10. Semesters**

In Tabelle 6 ist der prozentuale Anteil Studierender dargestellt, welcher sich das Erkennen des Uterus, mindestens eines Ovars und mindestens eines Funktionskörpers im Ultraschallbild zutraute und gleichzeitig diese Strukturen bei der objektiven Leistungsüberprüfung aufgefunden hatte. Studierende der Trainingsgruppe und der Kontrollgruppe erzielten hierbei ähnliche Ergebnisse. Bei den Studierenden der Trainingsgruppe stimmte die positive subjektive Einschätzung der eigenen Fertigkeit in Bezug auf das Erkennen des Uterus zu 56,66 % mit der objektiv gezeigten Leistung am Tier überein, während in der Kontrollgruppe 46,15 % Übereinstimmungen in diesen Bereichen zeigte.

31,03 % der Studierenden der Trainingsgruppe und 34,61 % der Studierenden der Kontrollgruppe trauten

sich die Erkennung von mindestens einem Ovar im Ultraschallbild zu und konnten diese Struktur auch bei der Untersuchung am lebenden Tier auffinden. 31,03 % der Trainingsgruppe waren sich sicher, mindestens einen Funktionskörper im Ultraschallbild zu erkennen und behielt damit Recht, während dies in der Kontrollgruppe bei 18,51 % der Fall war.

**Zusammenhang zwischen dem Erfahrungsstand und dem objektiven Lernerfolg der Studierenden**

In Tabelle 7 wird der Zusammenhang zwischen den vorherigen Erfahrungen der Studierenden und dem objektiven Lernerfolg hergestellt. Die Studierenden wurden im Rahmen von sieben Fragen zu ihren bisherigen Kenntnissen in Bezug auf die transrektale Palpation sowie die Sonografie am Rinder- oder Pferde-Simulator befragt. Es konnte festgestellt werden, dass erfahrenere Studierende wesentlich erfolgreicher bei der transrektalen gynäkologischen sonografischen Untersuchung sind als Studierende, die weniger Erfahrung in diesem Bereich aufweisen. Dabei wurden statistisch signifikante Ergebnisse beim Auffinden des rechten Ovars, der Benennung des linken Ovars sowie der korrekten Bezeichnung der Funktionskörper auf beiden Ovarien erzielt (p < 0,005).

**Diskussion**

Im Rahmen dieser Forschungsarbeit wurde mit einfachen Mitteln ein Simulator zur transrektalen, sonografischen Untersuchung des Rindes erstellt und erfolgreich im Training mit Studierenden eingesetzt sowie durch diese und approbierte Tierärzte/-innen evaluiert. Der UCS in seiner derzeitigen Version stellt die Gegebenheiten des lebenden Tieres sowohl palpatorisch als auch sonografisch schematisch dar und kann somit in die Kategorie eines „Mid-fidelity“-Simulators eingeordnet werden. Die schematische Darstellung der Organe hat den Vorteil, dass Studierende anhand von einprägsamen Merkmalen eine Technik zur transrektalen sonografischen Untersuchung entwickeln und diese anschließend am lebenden Tier unter erschwerten Bedingungen (z. B. Abwehrbewegungen des Tieres, Darmkontraktionen, Kot im Rektum, Son-

**TAB. 7:** Vergleich Erfahrung und objektive Leistung. Prozentualer Anteil von Studierenden des 9./10. Semesters, welche bei der objektiven Leistungsüberprüfung am lebenden Tier erfolgreich waren, kategorisiert nach Erfahrungen (n = Stichprobengröße).

	Uterus		Rechtes Ovar			Linkes Ovar		
	aufgefunden	korrekt bezeichnet	aufgefunden	korrekt bezeichnet	Funktionskörper korrekt bezeichnet	aufgefunden	korrekt bezeichnet	Funktionskörper korrekt bezeichnet
Gruppe wenig Erfahrung (n = 33)	63,64 %	45,45 %	21,21 %	21,21 %	12,12 %	12,12 %	9,09 %	6,06 %
Gruppe viel Erfahrung (n = 25)	80 %	68 %	48 %	44,00 %	40 %	32 %	32 %	28 %
p-Wert	0,1752	0,0873	0,0313	0,0632	0,0140	0,0642	0,0275	0,0223

neneinstrahlung) anwenden können. Gleichzeitig weist die schematische Nachbildung vor allem im Bereich des sonografischen Bildes Details auf, wie beispielsweise die hyperechogene Umrandung des Uterus, welche nicht der Realität entsprechen. In der Humanmedizin ist man aufgrund dieser materialbedingten Artefakte dazu übergegangen, Ultraschallsimulatoren im Sinne von „High-fidelity“-Simulatoren zu erstellen, welche auf Ultraschallbildern realer Patienten basieren (Maul et al. 2006, Terkamp et al. 2006, Persoon et al. 2010). Bei dieser Art von Simulatoren liegt der Fokus auf der sonografischen Darstellung. In Bezug auf die transrektale sonografische Untersuchung des Rindes spielt jedoch die Palpation eine weitere nicht zu vernachlässigende Rolle. Aufgrund dessen ist eine Simulation ähnlich der in der Humanmedizin genutzten Simulatoren für die gynäkologische Untersuchung des Rindes nicht sinnvoll.

Der Aufbau des Simulators aus ultraschalleitenden Materialien ist zeitaufwendig. Des Weiteren benötigt es Kenntnisse und Erfahrung bezüglich der relevanten Eigenschaften von Materialien zur Herstellung und Lagerung des Simulators. Die Haltbarkeit von Spielschleim, Luftballons und Naturlatex ist aufgrund mechanischer und chemischer Prozesse begrenzt. Beispielsweise wiesen anfängliche Modelle des Uterus nach zwei Stunden Aufenthalt im Wasserbad eine erhöhte Reißbarkeit auf. Durch Hinzufügen des Amnionanteils im Naturlatex sowie der Beschichtung mit Vaseline konnte nachweislich eine Haltbarkeit von ca. vier Monaten bei regelmäßiger Nutzung durch Studierende erzielt werden. Pansen, Lig. latum uteri und Harnblase weisen eine Haltbarkeit von ungefähr einem Jahr oder länger auf.

Vor Beginn der vorgestellten Versuche wurde die Studienanzahl angelehnt an ähnlichen Studien aus der qualitativen Statistik festgelegt (Bossart et al. 2009, Nagel et al. 2015, Giese et al. 2016, 2018). In den Versuchsgruppen 1 und 2 wurden die geplanten Teilnehmendenzahlen erreicht. Außerdem war die qualitative Evaluierung des Simulators mit 18 Tierärztinnen/Tierärzten möglich, die in Form einer Fokusgruppe in die Studie integriert wurden. Da Tierärztinnen/Tierärzte aus dem Fachgebiet der Rindermedizin und zusätzlich Tierärztinnen/Tierärzte aus der Praxis gewonnen werden konnten, war die Abfrage eines breiten Meinungsbildes möglich. Durch zukünftige Versuche, beispielsweise im Rahmen der Vorstellung des Simulators auf tierärztlichen Kongressen, könnte weiterhin eine höhere Anzahl an Tierärztinnen/Tierärzten generiert und somit die gezeigten Ergebnisse gesichert werden.

In der vorliegenden Studie konnte gezeigt werden, dass sowohl Studierende als auch Tierärztinnen/Tierärzte die palpatorischen Eigenschaften des UCS als realitätsnah nachgestellt empfinden und in Bezug darauf den UCS besser bewerten als den kommerziell erhältlichen Simulator „Breed’n Betsy®“. Die im UCS verwendeten Materialien sowie der Einbau weiterer Organe, wie die Vesica urinaria, Aa. uterinae und das Rumen vermitteln einen feineren und differenzierteren haptischen Eindruck verglichen mit dem Simulator „Breed’n Betsy®“. Die realitätsnahe Simulation der transrektalen Palpation wird auch durch das erwärmte Wasser im Plexiglasbecken, welches die Körperinnenwärme simuliert, unterstützt. Den Eindruck, dass Lernende den Einsatz eines Simulators mit höherem Realitätsgrad präferieren,

bestätigt auch eine Studie aus Kanada (Grober et al. 2004).

Die Versuchsgruppen sind der Meinung, dass die Realitätsnähe (Wiedergabetreue) in Bezug auf die palpatorischen als auch sonografischen Eigenschaften des UCS einen Einfluss auf den Lernerfolg hat.

Unabhängig vom subjektiven Empfinden der Versuchsteilnehmenden konnte in verschiedenen Studien kein Unterschied des Lerneffektes von Studierenden welche an „High-fidelity“-Simulatoren im Vergleich mit solchen, die an „Low-fidelity“- Simulatoren trainiert wurden, festgestellt werden (Giese et al. 2016, Nippita et al. 2018). Es wird davon ausgegangen, dass abhängig vom Ziel, welches durch das Training am Simulator erreicht werden soll, sowie der Aufgabenstellung und der Erfahrung der Studierenden, die Wahl zwischen den verschiedenen Kategorien an Simulatoren in Bezug auf den Lernerfolg getroffen werden sollte (Sarmah et al. 2017). Der UCS zeichnet sich durch eine mittlerer Wiedergabetreue der palpatorischen und sonografischen Eigenschaften des lebenden Tieres aus und eignet sich somit für verschiedenen Zielsetzungen im Bereich der transrektalen Untersuchung.

Der positive Effekt des Einsatzes von Simulatoren für die transrektale Palpation in der Lehre ist vielfach belegt worden (Baillie et al. 2005, Giese et al. 2016). Im Gegensatz zu den dort publizierten Ergebnissen, konnte in dieser Arbeit keine objektiv messbare Verbesserung der Leistungen der Trainingsgruppe der Studierenden des 9./10. Semesters gezeigt werden. Dies kann verschiedene Gründe haben. Die hier vorgestellte Studie beruht auf einer geringen Probandenanzahl. Um aussagekräftige Ergebnisse erhalten zu können, sind Untersuchungen mit mehr Teilnehmenden notwendig. Des Weiteren stellt die transrektale sonografische Untersuchung des Rindes einen hochkomplexen Vorgang dar, bei der Kenntnisse des anatomischen Aufbaus der zu untersuchenden Organe, der Ultraschallbildgebung und -interpretation (Braun 1997, Ginther 1995, Nyland et al. 2002) sowie eine gute Hand-Augen-Koordination gefordert werden. Schon alleine für das Erlernen einer einheitlichen palpatorische Untersuchung des Rindes sind bis zu 200 Untersuchungen notwendig (Bossart et al. 2009). Um den Vorgang der sonografischen Untersuchung zu beherrschen, benötigt es viele Wiederholungen (Stevenson und Britt 2017) und der Erfolg der sonografischen Untersuchung hängt häufig von der Erfahrung des Untersuchenden (Braun 1997) ab. Hinzu kommt, dass Studierende das Erlernen der sonografischen Untersuchung und die Interpretation von Ultraschallbildern als hohe kognitive Beanspruchung empfinden (Jamniczky et al. 2015) und es Lernenden häufig schwerfällt, sich die Übertragung eines 3D-Organes in ein 2D-Ultraschallbild vorzustellen (McKenna et al. 2018). Eine Studie von Nagel et al. (2015) konnte zeigen, dass auch bei häufiger Übung der transrektalen sonografischen Untersuchung des Pferdes, der Lernerfolg der Studierenden weit hinter den Erwartungen zurückblieb und spiegelt somit die Erkenntnisse dieser Studie wider. Weiterhin wurden die Studierenden an Kühen abgeprüft, bei welchen aufgrund des hohen Body Condition Scores und teilweise wehrhaftem Verhalten der Tiere die Untersuchung erschwert war.

Gleichzeitig wurde in dieser Studie festgestellt, dass sowohl Studierende der Trainingsgruppe als auch der

Kontrollgruppe die transrektale sonografische Untersuchung des Rindes als große Herausforderung sehen und die Ovarien sowie die Funktionskörper nur mit geringer Wahrscheinlichkeit auffinden können. Dass die Kontrollgruppe in manchen Kategorien besseren Ergebnisse erzielte, kann eventuell auf tierindividuelle (Body Condition Score, Verhalten, Palpierbarkeit) personenbezogene (Umgang mit Prüfungssituationen, eigene Erwartungen, Stressresistenz) oder Umweltfaktoren (Sonneneinstrahlung, Temperatur) zurückgeführt werden.

Generell wird die von der EAEVE geforderte Fertigkeit der Durchführung und Interpretation von bildgebender Diagnostik mit Abschluss des Studiums, hiermit nachweislich, nur teilweise erfüllt. Die praktische Ausbildung von Studierenden benötigt hohe Kapazitäten an Lehrpersonal, Versuchstieren, technischer Ausstattung und Zeit (Aulmann 2016, Dilly et al. 2017). Viele Universitäten kommen bei diesen Faktoren an ihre Grenzen, sodass die Studierenden in diesen weiterführenden Untersuchungen häufig auf sich alleine gestellt sind oder nicht die Möglichkeit haben, sie an lebenden Tieren durchführen zu können. Der Einsatz von simulationsbasiertem Training in einer geschützten Umgebung ermöglicht den Studierenden, Fertigkeiten wie die Ultraschalluntersuchung zu erlernen und durch mehrfache Wiederholungen zu vertiefen.

Diese Studie zeigt, dass die Fertigkeit, eine transrektale sonografische Untersuchung durchzuführen, mit den zunehmenden Erfahrungskennntnissen der Studierenden steigt. Ein einmaliges Training am Simulator kann diese Erfahrungsmenge nicht leisten. Das Training am Simulator kann jedoch den Studierenden eine Methodik zeigen, wie sie diese Untersuchung strukturiert durchführen können, so dass sie am lebenden Tier selbstsicherer handeln können.

Diese Studie weist nach, dass Studierende mit Training am Simulator einen Zuwachs an Selbstwirksamkeit erlangen. Der Begriff der Selbstwirksamkeit wurde erstmalig von Albert Bandura in den 1970er Jahren angewendet und wird frei übersetzt als „den Glauben an die eigene Fähigkeit, die notwendigen Handlungen so zu planen und auszuführen, dass künftige Situationen gemeistert werden können“ (Fuchs 2005). Die in dieser Studie erlangten Erkenntnisse in Bezug auf die Selbstwirksamkeit müssen jedoch kritisch betrachtet werden, da der Fragebogen zur Selbstwirksamkeit nicht direkt nach dem Training am Simulator, sondern erst nach Ende des Versuches von den Studierenden ausgefüllt wurde. Trotz gleicher Bedingungen im Abtest am lebenden Tier kann es zu Veränderungen der Selbsteinschätzung vor und nach der Untersuchung am lebenden Tier kommen. Dies hängt damit zusammen, dass die Studierenden während der Ultraschalluntersuchung am lebenden Tier selbst reflektieren, ob sie die Befunde am Tier erheben können und sich somit ein realistisches Selbstbild ergibt. Dies spiegelt jedoch nicht die Selbstwirksamkeitseinschätzung direkt nach dem Simulatortraining wider, welche gegebenenfalls höher einzuschätzen ist. Klassen und Klassen (2018) kritisierte in einer Übersichtsstudie ebenfalls, dass Daten zur Selbstwirksamkeit nicht nur durch den Vergleich von zwei Selbsteinschätzungen erhoben werden sollten. Sie empfehlen das Erheben von Daten zu drei oder mehr Zeitpunkten, um evidente Ergebnisse zu erhalten (Klassen und Klassen 2018).

## **Fazit**

Die transrektale sonografische Untersuchung des Rindes stellt für viele Studierende eine Herausforderung dar. Das gezielte Erlernen dieser Fertigkeit an Simulatoren in einem Clinical Skills Lab, welches eine sichere Lernumgebung und die Unterstützung von geschultem Lehrpersonal bietet, ermöglicht Studierenden, sich auf die Gegebenheiten am lebenden Tier vorzubereiten. Die Möglichkeit, diese Fertigkeit am lebenden Tier weiter zu trainieren und zu professionalisieren, ist Aufgabe der Universitäten. Der Ultrasonic Cow Simulator hat sich beim Training von Studierenden verschiedener Semester bewährt und sein Einsatz in der Lehre ist sowohl von Studierenden als auch Tierärztinnen/Tierärzte erwünscht.

## **Danksagung**

Die Autorinnen bedanken sich bei allen Studierenden sowie Tierärztinnen/Tierärzten, die an dieser Studie teilgenommen haben. Durch die Hygieneverordnungen während einer stattgefundenen Pandemie war die Durchführung der Versuche mitunter schwierig, aufgrund dessen bedanken sich die Autorinnen bei allen verantwortlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Klinik für Rinder sowie des Clinical Skills Labs der TiHo, welche dieses Vorhaben maßgeblich unterstützt haben. Ein besonderer Dank gilt Herrn Dr. Sürie, Leiter des Lehr- und Forschungsgutes Ruthe, welcher die Durchführung der Versuche der Studierenden des 2./3. Semesters ermöglicht hat. Außerdem bedanken sich die Autorinnen bei Herrn Brad Pickford, welcher den Bau des UCS auf Basis seines Simulators „Breed’n Betsy®“ erlaubte.

## **Ethische Anerkennung**

Die Autorinnen versichern, während des Entstehens der vorliegenden Arbeit die allgemeingültigen Regeln Guter Wissenschaftlicher Praxis befolgt zu haben.

Die Bestimmungen zum Datenschutz der Probanden wurden eingehalten und die Auswertung erfolgte anonymisiert.

Alle maßgeblichen internationalen, nationalen und/oder institutionellen ethischen Richtlinien für den Umgang mit in der Studie verwendeten Tieren wurden beachtet. Angaben zum Versuchstierantrag und dessen Genehmigung finden sich im veröffentlichten Text.

## **Conflict of interest**

Die Autorinnen versichern, dass keine geschützten, beruflichen oder anderweitigen persönlichen Interessen an einem Produkt oder einer Firma bestehen, welche die in dieser Veröffentlichung genannten Inhalte oder Meinungen beeinflussen können.

## **Finanzierung**

Diese Arbeit wurde unterstützt vom Bundesministerium für Bildung und Forschung im Rahmen des Quali-

tätspakts Lehre. Diese Veröffentlichung wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft und der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover im Rahmen des Förderprogramms Open Access Publishing unterstützt.

## **Autorenbeitrag**

Konzeption der Arbeit: S. B.-S., S.W., M.H., Y.G., A.T.  
Datenerhebung: S. B.-S., Y.G., L.D.  
Datenanalyse- und interpretation: S. B.-S., Y.G.  
Manuskriptentwurf: S. B.-S.  
Kritische Revision des Artikels: S.W., Y.G., A.T.  
Endgültige Zustimmung der für die Veröffentlichung vorgesehenen Version: S. B.-S., S.W., M.H., Y.G., L.D., A.T.

## **Autorenhinweis**

Der beschriebene Simulator „Ultrasonic Cow Simulator“ wurde zum Gebrauchsmusterschutz beim Deutschen Patent- und Markenamt angemeldet (Aktenzeichen: 20 2020 107 465.2, Anmeldetag: 22.12.2020, Erfinderin: Dr. Silja Brombacher-Steiert).

## **Literatur**

- 3DSYSTEMS (2021):** Homepage 3DSystems. <https://www.3dsystems.com/haptics> (Zugriff: 04.02.2021).
- Aulmann M (2016):** Entwicklung und Evaluierung von Clinical Skills – Simulatoren für die Lehre in der Tiermedizin. Leipzig, Universität Leipzig, veterinärmed. Fak., Diss.
- Baillie S (2020):** Homepage LIVE. <http://www.live.ac.uk/haptic-cow> (Zugriff 08.02.2021).
- Baillie S, Mellor DJ, Brewster SA, Reid SWJ (2005):** Integrating a bovine rectal palpation simulator into an undergraduate veterinary curriculum. *J Vet Med Educ* 32(1): 79–85.
- Battocchio M, Gabai G, Mollo A, Veronesi MC, Soldano F, Bono G, Cairoli F (1999):** Agreement between ultrasonographic classification of the CL and plasma progesterone concentration in dairy cows. *Theriogenology* 51(6): 1059–1069.
- Bossaert P, Leterme L, Caluwaerts T, Cools S, Hostens M, Kolkman I, de Kruif A (2009):** Teaching Transrectal Palpation of the Internal Genital Organs in Cattle. *J Vet Med Educ* 36(4): 451–460.
- Braun U (1997):** Atlas und Lehrbuch der Ultraschalldiagnostik beim Rind. Parey, Berlin.
- Braun U (2009):** Ultrasonography of the gastrointestinal tract in cattle. *Vet Clin North Am Food Anim Pract* 25(3): 567–590, Table of Contents.
- Curran S, Kastelic JP, Ginther OJ (1989):** Determining sex of the bovine fetus by ultrasonic assessment of the relative location of the genital tubercle. *Anim Reprod Sci* 19(3): 217–227.
- DesCôteaux L, Gnemmi G, Colloton J (2009):** Ultrasonography of the bovine female genital tract. *Vet Clin North Am Food Anim Pract* 25(3): 733–752, Table of Contents.
- Dilly M, Read EK, Baillie S (2017):** A Survey of Established Veterinary Clinical Skills Laboratories from Europe and North America: Present Practices and Recent Developments. *J Vet Med Educ* 44(4): 580–589.
- European Association of Establishments for Veterinary Education (EAEVE) (2019):** List of Subjects and Day One Competences. <https://www.eaeve.org/downloads> (Zugriff 02.02.2021).
- Engelskirchen S, Ehlers J, Kirk AT, Tipold A, Dilly M (2017):** Skills-Lab-Training in der Tiermedizin. *Tierärztl Prax Ausg K Kleintiere Heimtiere* 45(06): 397–405.
- Fricke P (2002a):** Practical Applications of Ultrasound for reproductive Management of Dairy Cattle. *Proceedings, The Applied Reproductive Strategies in Beef Cattle Workshop, Manhattan, Kansas.*
- Fricke P (2002b):** Scanning the future – Ultrasonography as a reproductive management tool for dairy cattle. *J Dairy Sci* 85(8): 1918–1926.
- Fuchs C (2005):** Selbstwirksam lernen im schulischen Kontext. Kennzeichen – Bedingungen – Umsetzungsbeispiele. Klinkhardt Julius, Bad Heilbrunn.
- Gericke C, Völlm B, Rieg T, Keller M (2000):** Erfassung des Tierverbrauchs und des Einsatzes von Alternativmethoden im Studium an deutschen Hochschulen. Springer, Wien.
- Giese H, Ehlers JP, Gundelach Y, Geuenich K, Dilly M (2016):** Untersuchungen zur Effektivität verschiedener Unterrichtsmethoden der transrektalen gynäkologischen Untersuchung beim Rind auf Lernerfolg und Selbstevaluierung von Studierenden. *Berl Münch Tierärztl Wochenschr* 129(5–6): 216–224.
- Giese H, Dilly M, Gundelach Y, Hoffmann G, Schmicke M (2018):** Influence of transrectal palpation training on cortisol levels and heart rate variability in cows. *Theriogenology* 119: 238–244.
- Ginther OJ (1995):** Ultrasonic Imaging and Animal Reproduction: Fundamentals. Book 1. Equiservices Publishing, USA.
- Ginther OJ (1998):** Ultrasonic Imaging and Animal Reproduction: Cattle. Book 3. Equiservices Publishing, USA.
- Ginther OJ (2014):** How ultrasound technologies have expanded and revolutionized research in reproduction in large animals. *Theriogenology* 81(1): 112–125.
- Grober E, Hamstra S, Wanzel K, Reznick R, Matsumoto E, Sidhu R, Jarvi K (2004):** The educational impact of bench model fidelity on the acquisition of technical skill: The use of clinically relevant outcome measures. *Ann Surg* 240: 374–381.
- Heimes M (2019):** Qualitative Analyse eines Clinical Skills Labs in der Tiermedizin mittels SWOT-Analyse sowie Untersuchungen zum Erwerb klinisch-praktischer Fertigkeiten. Hannover, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, Diss.
- Issenberg SB, McGaghie WC, Petrusa ER, Lee Gordon D, Scalese RJ (2005):** Features and uses of high-fidelity medical simulations that lead to effective learning: a BEME systematic review. *Med Teach* 27(1): 10–28.
- Jamniczky HA, McLaughlin K, Kaminska ME, Raman M, Somayaji R, Wright B, Ma IWY (2015):** Cognitive load imposed by knobology may adversely affect learners’ perception of utility in using ultrasonography to learn physical examination skills, but not anatomy. *Anat Sci Educ* 8(3): 197–204.
- Kähn W (1990):** Sonographic imaging of the bovine fetus. *Theriogenology* 33(2): 385–396.
- Klassen RM, Klassen JRL (2018):** Self-efficacy beliefs of medical students: a critical review. *Perspect Med Educ* 7(2): 76–82.
- Lopes G, Rocha A (2006):** Teaching bovine rectal palpation with live cows in the slaughterhouse: is it worthwhile? *Reprod Domest Anim* 41(6): 510–513.



- Maran N, Glavin RJ (2003):** Low- to high-fidelity simulation – a continuum of medical education? *Med Educ* 37(s1): 22–28.
- Maul H, Scharf A, Sohn C (2006):** Was kann der Sonotrainer-Ultraschallsimulator? *Gynäkologe* 39(11): 870–877.
- McKenna RT, Dove JC, Ratzlaff RA, Diaz-Gomez JL, Cox DJ, Simon LV (2018):** A 3-Dimensional Printed Ultrasound Probe Visuospatial Trainer. *Ultrasound Q* 34(2): 103–105.
- Moore SG, Hasler JF (2017):** A 100-Year Review: Reproductive technologies in dairy science. *J Dairy Sci* 100(12): 10314–10331.
- Nagel C, Ille N, Aurich J, Aurich C (2015):** Teaching of diagnostic skills in equine gynecology: Simulator-based training versus schooling on live horses. *Theriogenology* 84(7): 1088–1095.
- Nippita S, Haviland MJ, Voit SF, Perez-Peralta J, Hacker MR, Paul ME (2018):** Randomized trial of high- and low-fidelity simulation to teach intrauterine contraception placement. *Am J Obstet Gynecol* 218(2): 258.e251–258.e211.
- Nyland T, Mattoon J, Herrgesell E, Wisner E (2002):** Physical Principles, Instrumentation, and Safety of Diagnostic Ultrasound. In: Saunders WB (ed.), *Small Animal Diagnostic Ultrasound*. 2nd ed. Saunders WB, Philadelphia.
- Persoon MC, Schout B, Martens EJ, Tjiam IM, Tielbeek AV, Scherpbier AJJA, Witjes JA, Hendrikx AJM (2010):** A simulator for teaching transrectal ultrasound procedures: How useful and realistic is it? *Simulation Healthcare* 5(5): 311–314.
- Pickford B (2020):** Homepage von Breed'n Betsy. <https://www.breednbetsy.com.au/> (Zugriff 08.02.2021).
- Pierson RA, Ginther OJ (1984):** Ultrasonography of the bovine ovary. *Theriogenology* 21(3): 495–504.
- Rosenberger G, Dirksen G, Gründer H-D, Stöber M (2012):** Die klinische Untersuchung des Rindes. Enke, Stuttgart.
- Sarmah P, Voss J, Ho A, Veneziano D, Somani B (2017):** Low vs. high fidelity: the importance of 'realism' in the simulation of a stone treatment procedure. *Curr Opin Urol* 27(4): 316–322.
- Stevenson JS, Britt JH (2017):** A 100-Year Review: Practical female reproductive management. *J Dairy Sci* 100(12): 10292–10313.
- Terkamp C, Walter B, Benter T, Hoffmann B, Kirchner G, Dettmer A, Caselitz M, Wagner S, Reindell H, Simanowski J, Manns M, Gebel M (2006):** Ultraschallausbildung am Ultraschallsimulator. *Praxis – Schweizerische Umschau für Medizin* 95(20): 809–813.

**Korrespondenzadresse:**

Dr. Silja Brombacher-Steiert  
Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover  
Zentrum für E-Learning, Didaktik und Ausbildungsfor-  
schung, Clinical Skills Lab  
Bischofsholer Damm 15  
30173 Hannover  
[silja.brombacher.steiert@tiho-hannover.de](mailto:silja.brombacher.steiert@tiho-hannover.de)