

Aus dem Department für Nutztiere und öffentliches Gesundheitswesen in der
Veterinärmedizin
der Veterinärmedizinischen Universität Wien

Universitätsklinik für Wiederkäuer
(Leitung: Univ.-Prof. Dr. med. vet. Thomas Wittek Dipl. ECBHM)

**Sonographische Vermessung der Gesamtdicke von Haut,
Unterhaut und Rückenmuskulatur im Bereich der
Lendenwirbelsäule zur Beurteilung der Körperkondition bei
Alpakas**

Diplomarbeit

Veterinärmedizinische Universität Wien

vorgelegt von
Johanna Hölscher

Wien, April 2022

Betreut durch: Ao. Univ.-Prof. Dr. med. vet. Sonja Franz

Universitätsklinik für Wiederkäuer, Abteilung Wiederkäuermedizin

Department für Nutztiere und öffentliches Gesundheitswesen in der

Veterinärmedizin

Veterinärmedizinische Universität Wien

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Literaturübersicht.....	3
2.1. Änderung des Ernährungszustandes als klinisches Symptom bei Neuweltkamelen ...	3
2.1.1. Adipositas	3
2.1.2. Exokarenz	4
2.1.2.1. Nicht bedarfsgerechte Fütterung	4
2.1.2.2. Ektoparasitose	4
2.1.2.3. Zahnerkrankungen.....	5
2.1.3. Enterokarenz.....	6
2.1.3.1. Endoparasitose	6
2.1.3.2. Magen-/Darmulzera	7
2.1.4. Endokarenz	7
2.1.4.1. Geriatrische Patienten	8
2.1.4.2. Tumoröse Erkrankungen	8
2.1.4.3. Hepatische Lipidose	9
2.1.4.4. Parasitöse Hepatitis	9
2.1.5. Infektiöse Erkrankungen.....	10
2.2. Körperkonditionsbestimmung	10
2.2.1. Rind	11
2.2.1.1. Body Condition Score	11
2.2.1.2. Ultraschall, Messung der Rückenfettdicke.....	13
2.2.1.3. Alternativen.....	16
2.2.2. Kleiner Wiederkäuer.....	17
2.2.2.1. Adspektion	17

2.2.2.2.	Body Condition Score	17
2.2.2.3.	Fat Score.....	17
2.2.2.4.	Ultraschall	18
2.2.3.	Neuweltkamele	18
2.2.3.1.	Anatomische Grundlagen der Rückenmuskulatur der Alpakas	18
2.2.3.2.	Body Condition Score	19
2.3.	Zusammenhang zwischen Gewicht und Körperkondition.....	23
2.3.1.	Rind	23
2.3.2.	Kleine Wiederkäuer.....	23
2.3.3.	Neuweltkamele	23
3.	Material und Methoden	24
3.1.	Tiere.....	24
3.2.	Untersuchungsmethoden.....	24
3.2.1.	Körpergewicht	25
3.2.2.	Body Condition Score	25
3.2.3.	Sonographie.....	26
3.3.	Statistische Auswertung.....	29
4.	Ergebnisse.....	30
4.1.	Deskriptive Statistik.....	30
4.2.	Gruppenunterschiede	31
4.3.	Korrelationen zwischen Body Condition Score, Körpergewicht und sonographischer Distanzmessung.....	33
4.4.	Genauigkeit der Untersuchungsmethoden in Bezug auf das Geschlecht und den Trächtigkeitsstatus der Tiere	34
5.	Diskussion	37

6.	Zusammenfassung	42
7.	Summary.....	43
8.	Abkürzungsverzeichnis	44
9.	Abbildungsverzeichnis	45
10.	Tabellenverzeichnis	46
11.	Literaturverzeichnis	47

1. Einleitung

In Österreich werden Jahr für Jahr immer mehr Lamas und Alpakas gehalten, im Folgenden gegebenenfalls unter Neuweltkamelen zusammengefasst. Da Neuweltkamele nicht der Registrierungspflicht unterliegen, kann die Anzahl der in Österreich lebenden Tiere nur geschätzt werden. Im Jahr 2013 wurde der Bestand auf 4000-6000 Tiere beziffert (Trah und Wittek 2013). Neuweltkamele erfreuen sich immer größerer Beliebtheit, so waren 2018 noch 42 Mitgliedsbetriebe bei dem Verein „Lama und Alpaka Register Austria“ gelistet, im Juni 2021 waren es bereits 51. Genutzt werden sie hauptsächlich für Trekking- und Wandertouren, Wollproduktion und tiergestützte Therapie. Ebenfalls steigende Tierzahlen sind im Bereich der Alpakazucht zu beobachten (Bauerstatter et al. 2018).

Bei tiermedizinischen Untersuchungen von Neuweltkamelen als routinemäßige Bestandsuntersuchung oder aufgrund von Krankheit fällt Abmagerung als ein häufiges klinisches Symptom, vor allem bei chronischen Erkrankungen, auf (Cebra et al. 2014). Diesen Zustand verbergen Neuweltkamele oft über eine lange Zeit, und durch das teilweise dichte Vlies fällt ein Gewichtsverlust einzelner Tiere durch rein adspektorisches Beurteilen der Herde nicht auf (Fowler 2010, Gaulty et al. 2019). Daher sollte in regelmäßigen Abständen, am besten wöchentlich, der Ernährungszustand der Einzeltiere ermittelt werden (Wittek und Franz 2021). Dies geschieht bisher meist unter Verwendung eines Scoring-Systems zur Erhebung des Body Condition Scores (BCS), da das Gewicht aufgrund der Heterogenität der Population der Neuweltkamele ohne eine Verlaufskurve des Einzeltieres keine hohe Aussagekraft besitzt (Gaulty et al. 2019, Wagener und Ganter 2020). Die Bestimmung des BCS unterliegt allerdings der subjektiven Wahrnehmung. Um mehr Objektivität zu erhalten, sollten diese Verlaufsuntersuchungen möglichst stets von derselben Person durchgeführt werden (Wagener und Ganter 2020). Im Bereich des Herdenmanagements bei Rindern ist für eine objektivere, von der untersuchenden Person unabhängige Einschätzung der Körperkondition eines einzelnen Tieres die Messung der Rückenfettdicke mittels Ultraschall etabliert (Schröder und Staufenbiel 2006). Ähnliche Verfahren werden bei Schaf und Ziege zur Abschätzung des Körperfettanteils angewandt (Dias et al. 2020).

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es daher, zu überprüfen, ob, analog zum Rind und kleinem Wiederkäuer, die sonographische Distanzmessung des Muskels inklusive Haut und Unterhautfett bei Alpakas möglich ist. Hierbei soll ebenfalls untersucht werden, ob jeweils zwischen dem BCS, dem Körpergewicht und der sonographischen Distanzmessung ein Zusammenhang besteht und welche Genauigkeit bezüglich der Messmethode angegeben werden kann. Als Hypothese liegt dieser Arbeit zugrunde, dass einerseits die sonographische Distanzmessung des *M. longissimus dorsi* inkl. Haut und Unterhautfett bei Alpakas methodisch gut durchführbar ist und andererseits zwischen den erhobenen Parametern, wie sonographische Distanzmessung, BCS und Körpergewicht ein positiver Zusammenhang besteht.

2. Literaturübersicht

2.1. Änderung des Ernährungszustandes als klinisches Symptom bei Neuweltkamelen

Der physiologische Befund bei der Feststellung des Ernährungszustandes im Rahmen einer allgemeinen klinischen Untersuchung lautet „gut“. Abweichungen hiervon wären ein zu dickes Tier mit den Befunden „sehr gut“ beziehungsweise „adipös“ oder ein zu dünnes Tier mit den Befunden „mittelgut“, „mager“ oder „kachektisch“ (Baumgartner 2014). Bei Neuweltkamelen wird die Erhebung des Gesundheits- und Ernährungszustandes dadurch erschwert, dass sie instinktiv über Anpassung ihres Habitus an den Rest der Herde Erkrankungen zunächst kaschieren, um nicht als geschwächt von Fressfeinden erkannt zu werden. Hierdurch fällt ein erkranktes Tier in der Herde in der Regel nicht auf. Eine Abmagerung ist häufig das erste eindeutige Zeichen einer Erkrankung, welche durch reine Adspektion aufgrund des Vlieses meist erst spät wahrgenommen wird (Van Saun 2009a, Wagener und Ganter 2020). Wird eine Änderung des individuellen Gesundheits- und Ernährungszustandes frühzeitig erkannt, kann zeitnah nach einer möglichen Ursache gesucht werden (Wagener und Ganter 2020). Für die weiterführende Diagnostik werden nach Feststellen eines veränderten Ernährungszustandes eine gründliche Allgemeinuntersuchung und eine Blutuntersuchung durchgeführt.

Einige der Ursachen für eine Änderung des Ernährungszustandes werden beispielhaft im Folgenden aufgeführt. Ziel ist die Einordnung der Bedeutung einer objektiven Metrik zur Bestimmung der Körperkondition sowohl für die Einzeltierbetreuung als auch für das Herdenmanagement.

2.1.1. Adipositas

Die Diagnose Adipositas wird bei einer übermäßigen Erhöhung der Körperkondition durch Fetteinlagerung gestellt.

In den meisten Haltungssystemen haben Neuweltkamele unbegrenzten Zugang zu bereitgestelltem Futter in Form von Heu, Gras und Kraftfutter bei mitunter weit voneinander abweichenden individuellen Bedürfnissen. So ist es für die Fütterung ungünstig, Arbeitstiere wie Zuchthengste oder Trekking-Begleittiere zusammen mit trächtigen, laktierenden oder nicht leistenden Tieren zu halten, da sich durch die unterschiedlichen Ausgangssituationen

unterschiedliche Ansprüche an die Fütterung ergeben. Unter solchen Umständen nehmen einige Tiere mehr Futter auf, als sie zur reinen Bedarfsdeckung bräuchten und wandeln diese überschüssige Energie in Fett um. Diese Beobachtung gilt vor allem für Lamas (Johnson 1994, Van Saun 2009a).

Des Weiteren benötigt zum Beispiel ein ausgewachsenes Alpaka von 70 kg Körpergewicht nur ca. 1,1 kg Trockensubstanz am Tag, was etwa 5 kg frischem Gras entspricht. Hierdurch ergibt sich in Kombination mit den teilweise gut bewachsenen Weiden in hiesigen Breitengraden schnell eine Überversorgung (Gauly et al. 2019).

2.1.2. Exokarenz

Als Exokarenz bezeichnet man eine mangelnde Energiezufuhr, die in einer unzureichenden Futterzufuhr begründet liegt (Baumgartner 2014). Hierzu gehören unter anderem eine nicht bedarfsgerechte Fütterung, Ektoparasitosen und Zahnerkrankungen.

2.1.2.1. Nicht bedarfsgerechte Fütterung

Die Fütterung sollte immer auf die individuellen Bedürfnisse des jeweiligen Tieres angepasst werden. Ein im Deckeinsatz befindlicher Zuchthengst hat einen anderen Nährstoffbedarf als eine laktierende Stute und diese wiederum einen anderen Bedarf als ein sich noch nicht im Leistungseinsatz befindliches Jungtier. Um eine bedarfsgerechte Fütterung zu gewährleisten, ist es sinnvoll, entweder eine relativ homogene Herde in Bezug auf den Leistungsbedarf zu halten oder einzelne Tiere zum Füttern zu separieren oder per Hand zu füttern (Johnson 1994, Van Saun 2009a).

2.1.2.2. Ektoparasitose

Als häufig anzutreffende Ektoparasiten sind hier vor allem Sarcoptes-, Chorioptes- und Psoroptesmilben zu nennen, die verschiedene Arten der Räude verursachen können, wenn weitere begünstigende Faktoren dies erleichtern. Diese sind z. B. eine hohe Bestandsdichte, unzureichende Pflege, Mangelernährung oder Haltungsfehler. Grundsätzlich ist jede Art der Räude ansteckend und betrifft vor allem Tiere mit geschwächtem Immunsystem (Scott et al. 2011, Franz 2018).

Die sogenannte Körperräude wird hauptsächlich durch die *Sarcoptes*-Milbe hervorgerufen. Diese Form der Räude zeigt sich vor allem an kurz behaarten Körperstellen wie den Gliedmaßen, dem Kopf, dem ventralen Abdomen, den Achselhöhlen, dem Perineum und bei männlichen Tieren dem Präputium. Typische klinische Symptome sind hierbei Pruritus (Juckreiz), Erythem (Rötung) und Papeln (Knötchen). Bei länger andauernder Erkrankung zeigen sich auch Alopezie (Haarverlust) und Krustenbildung. Die Ansteckung erfolgt durch direkten Tier-Tier-Kontakt oder indirekt über Kontakt zu infizierten Gegenständen (Geurden et al. 2003, Scott et al. 2011).

Chorioptesmilben verursachen die sogenannte Fußräude mit ähnlichen Symptomen wie die Körperräude, die sich aber zunächst auf die Gliedmaßen beschränkt.

Psoroptesmilben sind dagegen häufig der Auslöser der Ohrräude. Hierbei beschränken sich die klinischen Symptome (Alopezie, Hyperkeratose) auf die Ohrmuscheln. Die Tiere entwickeln in diesem Fall häufig auch eine Otitis externa mit Bildung von eitrig, stinkendem Ohrsekret, Kopfschütteln und Kopfschiefhaltung (Leguía 1991, Scott et al. 2011).

Manifestierte Räude jeglicher Form sorgt durch den fortwährenden Juckreiz zu vermehrter Unruhe und dadurch zu einem veränderten Ruhe- und Liegeverhalten. Hierdurch wird das Immunsystem weiter geschwächt und der Futterbedarf wird höher. Bei schweren Fällen von Räude stehen irgendwann die Tiere vor Erschöpfung nicht mehr auf und kommen nicht zum Futter (Leguía 1991).

Weitere mögliche Ektoparasiten mit ähnlichen Symptomen und Auswirkungen auf die Futteraufnahme sind Läuse und Haarlinge (Ballweber 2009, Scott et al. 2011).

2.1.2.3. Zahnerkrankungen

Bei Neuweltkamelen ist eine eingehende Untersuchung der Maulhöhle und aller Zähne oft nur unter Sedierung möglich, da die Schneide- und Kampfhähne zwar sichtbar sind, die Backenzähne durch die schmale Maulspalte bedingt, dagegen nicht. Diese können am wachen Tier nur durch Abtasten von außen untersucht werden. Dies kann auch durch die/den TierhalterIn erfolgen und ist vor allem bei älteren Tieren zur Früherkennung von krankhaften Prozessen wichtig (Wheeler 1982, Fowler 1994, Cebra et al. 2014, Gaulty et al. 2019).

Die am häufigsten diagnostizierten Zahnerkrankungen bei Neuweltkamelen, vor allem bei Alpakas, sind Zahnfehlstellungen aufgrund angeborener Kieferfehlstellungen. Hieraus

resultieren ein ungenügender Abschleiß und falsche Druckverhältnisse, die wiederum das Entstehen harter, scharfer, lang angewachsener Zahnschmelzspitzen und die Entwicklung von Zahnwurzelabszessen zur Folge haben können. Letztere sind vor allem im Bereich der Backenzähne zu finden (Niehaus und Anderson 2007, Niehaus 2009). Die klinischen Symptome bei Zahnerkrankungen sind Fressunlust, Ansammlung von Futtermassen im Maul, veränderte Wiederkautätigkeit, vermehrtes Speicheln und bei Abszessen im Kieferbereich auch Schwellung des Gesichts. Aus diesen Krankheitsanzeichen resultiert oftmals eine Abmagerung des Tieres (Niehaus und Anderson 2007, Niehaus 2009).

2.1.3. Enterokarenz

Als Enterokarenz bezeichnet man einen Nährstoffmangel, der seinen Ursprung in einer unzureichenden Resorption aus ausreichend zugeführter Nahrung hat (Baumgartner 2014). Dies kann z. B. durch Endoparasitosen oder andere Erkrankungen des Magen-Darm-Traktes verursacht werden.

2.1.3.1. Endoparasitose

Endoparasitosen sind eine der häufigsten Ursachen für Abmagerung (Ballweber 2009, Lambacher et al. 2016).

Eine geringgradige Besiedelung des Darms mit Endoparasiten ist bei Neuweltkamelen in Weidehaltung als physiologisch anzusehen. Kommt es hingegen durch ein unzureichendes Weide- oder Entwurmungsmanagement zu einem erhöhten Befall, entwickeln die befallenen Tiere unspezifische klinische Symptome wie Durchfall, Wachstumsstörungen und Abmagerung. Aus diesem Grund ist die Prophylaxe hier besonders wichtig und eine Kotuntersuchung zur Detektion von Endoparasiten sollte alle drei bis sechs Monate durchgeführt werden (Ballweber 2009, Schlögl 2010, Lambacher et al. 2016). Zu den häufigsten nachgewiesenen Endoparasiten zählen *Haemonchus contortus*, *Ostertagia ostertagi* und *Trichostrongylus spp.* im dritten Magenkompartiment. Im Darm sind *Nematodirus spp.* und *Eimeria macusaniensis* am häufigsten zu finden. Ebenfalls mit Entwicklungsstörungen und Kümern assoziiert sind ein Befall mit *Giardia spp.*, Kryptosporidien und *Trichuris spp.* (Ballweber 2009, Schlögl 2010, Lambacher et al. 2016).

2.1.3.2. Magen-/Darmulzera

Magen- und Darmulzera treten bei Neuweltkamelen vor allem im ersten und dritten Magenkompartiment und im Duodenum auf (Smith et al. 1994, Hund und Wittek 2018).

Ulzera im ersten Kompartiment entstehen aus bisher nicht vollständig geklärter Ursache und verursachen unspezifische klinische Symptome wie eine schlechtere Körperkondition, Anämie, Gewichtsverlust oder intermittierenden Durchfall. Diese Art der Geschwüre ist am lebenden Tier kaum zu diagnostizieren und endet daher oftmals in einer Bakteriämie und einem Schock, welche dann zum Tod führen (Smith et al. 1994, Hund und Wittek 2018).

Geschwüre des dritten Kompartimentes und des Duodenums hingegen resultieren entweder aus Endoparasitosen oder aus einer verzögerten Magenmotilität. Durch die langsamere Bewegung erfolgt auch die Entleerung des Magens verzögert, wodurch die Magensäure nicht mehr ausreichend neutralisiert wird (Smith et al. 1994, Hund und Wittek 2018).

Als begünstigende Faktoren für Geschwüre des dritten Kompartiments und des Duodenums werden folgende vermutet:

- Sozialer Stress innerhalb der Herde
- Transport
- Geburt
- Fressen von energiereichem Frühlingsgras
- Enteritis oder Septikämie
- gastrointestinaler Fremdkörper
- Ischämie des Darms

Ulzera dieser Genese verursachen ebenfalls vor allem unspezifische Symptome wie z. B. Abmagern und Durchfall. Bei einem Durchbruch der Magenwand kann eine lokale oder diffuse Peritonitis entstehen, die kaum Heilungschancen hat (Smith et al. 1994, Hund und Wittek 2018).

2.1.4. Endokarenz

Unter Endokarenz versteht man eine mangelhafte Nutzung der Nährstoffe, die ausreichend sowohl zugeführt als auch resorbiert wurden (Baumgartner 2014). Diese kann ihre Ursachen unter anderem in hohem Alter, Tumorerkrankungen oder einer Leberschädigung haben.

2.1.4.1. Geriatrische Patienten

Neuweltkamele können in der Haltung beim Menschen bis zu 30 Jahre alt werden und gelten ab zwölf Jahren als „alternd“ (Fowler 1994, Cebra et al. 2014). In einer Studie fiel auf, dass über 60 % der alternden Neuweltkamele auf einer fünfstufigen Skala mit 0,25er Schritten einen BCS von unter 2,5 vorweisen, also dünn oder sogar mager sind (vgl. 2.2.1.1.) (Fowler 1994).

Als mögliche Ursachen werden sowohl Zahnerkrankungen wie Zahnfleischverletzungen oder Kauprobleme durch schrägen Abrieb (vgl. 2.1.2.3.), als auch Erkrankungen des Bewegungsapparates in Form von Arthrosen durch die Arbeit als Packtier oder durch wiederholte Trächtigkeiten genannt (Fowler 1994, Gaulty et al. 2019). Ebenso wird davon ausgegangen, dass bei Neuweltkamelen im Alter die Immunitätslage, der Stoffwechsel und die Organfunktionen schlechter werden (Fowler 1994).

Ergänzend ändert sich mit zunehmendem Alter die Hierarchie und damit die Fressreihenfolge in der Herde. Das alternde Tier kommt somit einerseits wegen eventueller orthopädischer Beeinträchtigungen und andererseits wegen der Schlechterstellung in der Rangfolge später als andere zum Futter (Cebra et al. 2014).

Für die bedarfsgerechte Fütterung von alternden Neuweltkamelen liegen keine Empfehlungen vor, hier orientiert man sich an den Bedürfnissen alternder Pferde. Unabdingbar ist aber eine regelmäßige Kontrolle der Körperkondition oder des Gewichts (Cebra et al. 2014).

2.1.4.2. Tumoröse Erkrankungen

Etwa 1,0-1,5 % der Todesfälle unter Neuweltkamelen gehen auf maligne Rundzelltumoren zurück. Hierunter fällt z. B. das Lymphom (Valentine und Martin 2007, Martin et al. 2009). Betroffen hiervon sind vor allem das Lymphsystem, Herz, Leber, Lunge, Nieren, die Vormagenkompartimente, der Wirbelkanal oder die Gebärmutter. Rundzelltumoren befallen vor allem Tiere unter drei Jahren (Valentine und Martin 2007, Martin et al. 2009).

Das klinische Hauptsymptom einer Tumorerkrankung ist ein rascher Gewichtsverlust, hierbei kann ein Alpaka ca. 20 % seines Gewichtes in etwa 4-6 Wochen verlieren. Dazu kommen außerdem Anorexie, Lethargie, Schwäche, Festliegen und Sekundärinfektionen (Cebra et al. 1995, Martin et al. 2010).

Zusätzlich lassen sich im Blut eine Hypokaliämie, eine Hypalbuminämie, Azotämie und eine große Anzahl an unreifen Granulozyten feststellen (Martin et al. 2010).

Die Prognose dieser Erkrankung ist schlecht, zudem existieren bisher kaum Erfahrungen mit Chemotherapie (Martin et al. 2009, 2010).

2.1.4.3. Hepatische Lipidose

Die hepatische Lipidose ist zwar immer eine Folge einer primären Erkrankung oder Belastungssituation, allerdings stellt sie für Neuweltkamele einen lebensbedrohlichen Zustand dar. Sie ist Folge eines metabolischen Kollapses mit Lipolyse, resultierend aus der Freisetzung von Stresshormonen durch Hunger, Transport, extreme Temperaturen oder weitere Krankheiten als Stressor. Auch eine zu eiweißarme Ernährung kann zu einer Lipidose führen, insbesondere bei tragenden oder laktierenden Tieren (Tornquist et al. 1999, 2001, Van Saun 2009b). Die Hauptsymptome einer Fettstoffwechselstörung sind Abmagerung und Schwäche, die oftmals durch die Symptome der primären Krankheit überdeckt werden. Sie können sich im Verlauf bis zum Schock, neurologischen Symptomen und dem Tod verschlimmern (Tornquist et al. 1999, Van Saun 2009b).

2.1.4.4. Parasitöse Hepatitis

Eine parasitöse Hepatitis kann durch den Befall mit verschiedenen Leberegelarten entstehen. In Europa sind dies vor allem der große Leberegel, *Fasciola hepatica*, und der kleine Leberegel, *Dicrocoelium dendriticum* (Ballweber 2009, Schlögl 2010).

Der große Leberegel ist für seinen Entwicklungszyklus auf die Zwergschlammschnecke angewiesen, er kommt also nur dort vor, wo regelmäßig Feuchtigkeit auf den Weiden vorzufinden ist. Die Symptome eines Befalls sind z. B. Ödembildung, Fressunlust, Abmagerung sowie vermindertes Allgemeinverhalten (Duff et al. 1999, Hayes et al. 2021).

Der kleine Leberegel benötigt für seine Entwicklung sowohl Landschnecken als auch Ameisen, bevor er nach Wiederaufnahme durch ein Neuweltkamel die Leber durch die Gallengänge infiziert, wo er hochgradige Veränderungen hervorruft. Dies ist eine Besonderheit der Neuweltkamele, da die Symptome bei Rindern oder kleinen Wiederkäuern größtenteils harmlos verlaufen. Betroffene Neuweltkamele zeigen einen schlechten Allgemeinzustand, Abmagerung auf einen BCS unter zwei (fünfstufige Skala) oder unter vier (zehnstufige Skala), Lethargie, Festliegen und Inappetenz. Das Ei des kleinen Leberegels wird im Kot nur intermittierend ausgeschieden und ist daher mittels routinemäßig durchgeführter mikroskopischer

Untersuchung nicht zuverlässig nachweisbar. Eine Behandlung kann somit in vielen Fällen zu spät erfolgen und das betroffene Tier verstirbt (Duff et al. 1999, Gunsser et al. 1999, Dadak et al. 2013, Hayes et al. 2021).

Aufgrund dessen ist ein Erkennen der Krankheit frühestmöglich z. B. durch regelmäßige Kontrolle der Körperkondition essenziell für das Überleben des Tieres (Duff et al. 1999, Gauly et al. 2019).

2.1.5. Infektiöse Erkrankungen

Eine Infektionskrankheit entsteht, „wenn ein virulenter Stamm einer pathogenen Erregerspezies ein für die Infektion disponiertes Individuum einer empfänglichen Wirtsspezies infiziert“ (Selbitz et al. 2011). Die Erregerspezies lassen sich grob in Bakterien, Viren, Pilze und Parasiten unterteilen (Selbitz et al. 2011)

Infektionskrankheiten lassen sich weniger gut in die vorhergehende Ordnung (Exokarenz, Endokarenz, Enterokarenz) einteilen, da sie oft an mehreren Vorgängen des Stoffwechsels ansetzen. So kann zum Beispiel eine Endoparasitose sowohl der Endo- als auch der Enterokarenz zugeordnet werden.

Systemische infektiöse Erkrankungen können sowohl primär als auch sekundär zu Abmagerung führen, entweder über eigene Krankheitsmechanismen, über eine Verringerung des Allgemeinbefindens durch z. B. Fieber und eine daraus resultierende verringerte Futteraufnahme oder durch eine Chronifizierung (Cebra et al. 2014, Gauly et al. 2019, Wittek und Franz 2021).

2.2. Körperkonditionsbestimmung

Wie in den vorherigen Ausführungen gezeigt, ist Abmagern eines der häufigsten Symptome bei verschiedenen Krankheiten. Die frühzeitige Erkennung ist für die Prognose oftmals essenziell. In den folgenden Kapiteln werden deswegen verschiedene etablierte Arten des Monitorings des Ernährungszustandes bei Neuweltkamelen, Rindern und kleinen Wiederkäuern vorgestellt und verglichen.

2.2.1. Rind

Die regelmäßige Bestimmung der Körperkondition beim Rind ist vor allem bei Milchvieh zur Bestimmung einer Verlaufskurve wichtig, um die Fütterung an das jeweilige Laktationsstadium der Fütterungsgruppe anpassen zu können. Es ist hierbei vor allem darauf zu achten, sowohl eine Überkonditionierung vor der Kalbung als auch eine Unterkonditionierung in der Hochphase der Laktation nach der Kalbung zu vermeiden, um daraus resultierende Stoffwechselstörungen wie eine Ketose verhindern zu können. Um die Stoffwechselsituation der Kühe einer Laktations- und Fütterungsgruppe über die Laktation beurteilen zu können, sind allerdings die Körperkonditionsänderungen wichtiger, als eine Momentaufnahme der einzelnen Kühe (Schäfers et al. 2002, Boge et al. 2020).

2.2.1.1. Body Condition Score

Zur Erhebung des BCS müssen beim Rind der Nutzungstyp (Milch-, Fleisch-, oder Mehrnutzungs-rind) und die Rasse beachtet werden (Schäfers et al. 2002).

Für die Körperkonditionsbeurteilung des Rindes existieren verschiedene Erhebungs-Systeme, mit Skalen von null oder eins bis fünf, bei einigen Autoren aber auch bis neun. Sie unterscheiden sich in ihrer Unterteilung und in ihrer Anwendung bezüglich Adspektion und/oder Palpation (Schäfers et al. 2002).

Das im europäischen Raum am meisten genutzte System wurde für Kühe der Rasse Holstein Friesian von Edmonson et al. (1989) publiziert und von Metzner et al. (1993) übersetzt und modifiziert. Es umfasst die Abstufungen von 1-5 in Viertelschritten und acht zu beurteilenden Körperstellen am Rind (s. Abb. 1).

	NOTE	Dornfortsätze	Verbindungsline Dorn- zu Querfortsätzen	Querfortsätze	Übergang zur Hungergrube	Hüfthöcker & Sitzbeinhöcker	Bereich zwisch. Hüft- & Sitzbeinhöcker	Bereich zwisch. Hüfthöckern	Beckenausgangsgrube
HOCHGRADIG ABGEMAGERT (kachektisch)	1.00	treten stark hervor, 'sägezahnähnlich'	tief eingesenkt	> 1/2 sichtbar	deutlicher Sims, eingesunken	extrem hart, kein Fettgewebe	völliger Fleischverlust	extrem eingesunken	scharf, V-förmig, Knochen stark hervortretend
	1.25								
	1.50								
KNOCHEN-VORSPRÜNGE GUT SICHTBAR	1.75			1/2 Länge sichtbar					
	2.00	einzelnen erkennbar	deutlich eingesenkt	1/2 - 1/3 Länge sichtbar	vorstehender Sims	vorstehend	sehr eingesunken		rund, U-förmig, Knochen hervortretend
	2.25								
KNOCHEN-VORSPRÜNGE GUT ABGEDECKT	2.50			1/3 - 1/4	mäßig vorstehend		dünne Fleischauflage	deutlich eingesunken	erste Anzeichen von Fett
	2.75	deutlich hervorstehende Rückenlinie			kaum vorstehend	glatt	eingesunken	mäßig eingesunken	
	3.00		leicht konkave Linie	< 1/4 sichtbar	Querfortsätze angedeutet	gut bedeckt	leicht eingesunken	leicht eingesunken	angedeutet, Knochen weich
KNOCHEN-VORSPRÜNGE ANGEDEUTET	3.25	Dornfortsätze undeutlich, weiche Rückenlinie	leichte Neigung	deutliche Leiste, Querforts. nicht einzeln sichtbar			angedeutet	flach	ausgefüllt, Knochen abgerundet
	3.50						flach	flach	
	3.75	Dornfortsätze nicht erkennbar, Rückenlinie flach	Tast waagrecht	glatte, runde Kante	nicht vorstehend	abgerundet	in Fettauflage versunken	abgerundet	ausgefüllt mit Fettfalten, Knochen im Fett eingesunken
HOCHGRADIG VERFETTET	4.00			Kante kaum erkennbar					
	4.25								
	4.50								
	4.75								
	5.00	Dornfortsätze von Fettauflage verdeckt	abgerundet (konvex)	in Fettauflage verschwunden	vorgewölbt		abgerundet	abgerundet	

Abb. 1: Body condition scoring per Adspektion und Palpation von Milchkühen der Rasse Holstein Friesian (Metzner et al. 1993)

Vernachlässigt man bei der Erhebung eines Body Condition Scores die Dornfortsätze und die Lendenwirbelquerfortsätze, ist das leicht modifizierte BCS-System auch auf Milchkühe der Rasse Fleckvieh und andere Zweinutzungsrasen anwendbar (Schäfers et al. 2002).

Die Erhebung des BCS beim Rind ist inzwischen auch automatisiert durch 2D- oder 3D-Kameras möglich. Um diese Form der Beurteilung möglichst gut zu nutzen, sollten die Kameras so platziert sein, dass jedes Tier im Stall mindestens einmal am Tag von diesen aufgenommen wird. Da die kontinuierliche Überwachung der Körperkondition besonders bei Milchkühen wichtig ist, findet man diese Systeme vorrangig in großen Milchviehbetrieben, meist in Verbindung mit automatischen Melksystemen oder an den Kraftfutterstationen (Mullins et al. 2019, Song et al. 2019).

Diese Systeme sind im Bereich einer Überkonditionierung ($BCS > 3,75$) und einer Unterkonditionierung ($BCS < 3$) weniger genau als ein geübter Mensch. Da Unschärfen gerade im Bereich der Überkonditionierung in der Praxis eine untergeordnete Rolle spielen, eignet sich die automatisierte Erfassung des BCS vor allem zur Überwachung der Verlaufskurven der Tiere und für ein frühzeitiges Erkennen einer gravierenden Abweichung von den optimalen Konditionsnoten, abhängig vom Trächtigkeitsstadium (s. Abb. 2) (DeLaval 2014, Mullins et al. 2019).

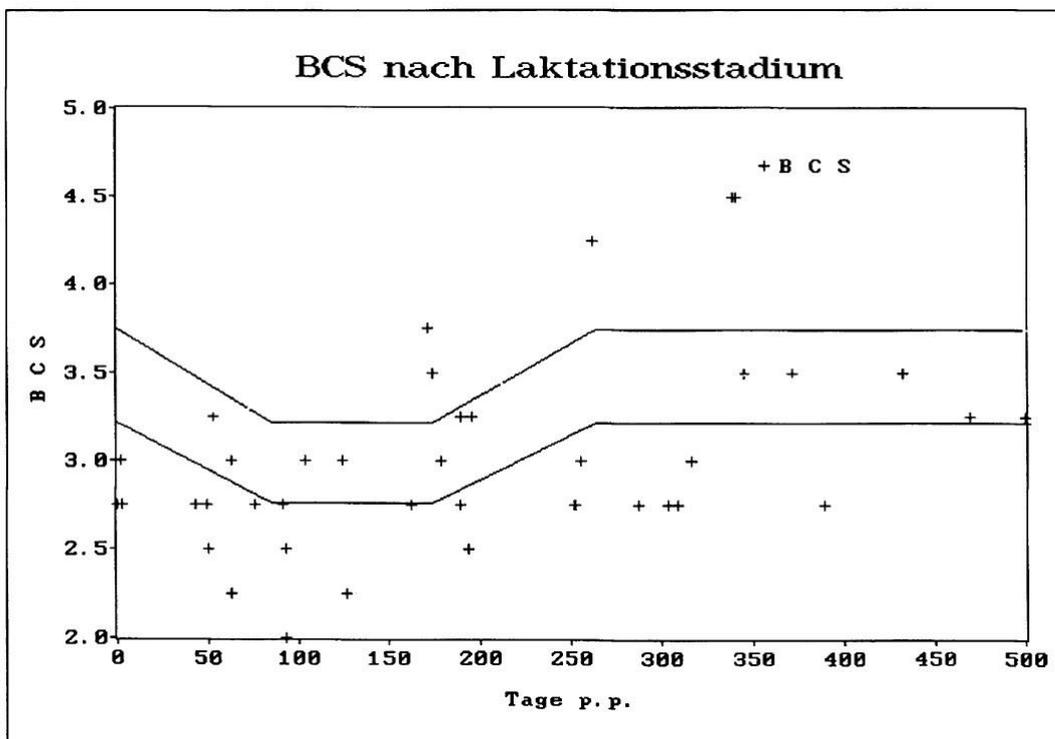


Abb. 2: Beispielhafte Darstellung des Verlaufs der Körperkondition abhängig vom Laktationsstadium innerhalb einer Milchviehherde. Der optimale BCS bewegt sich im Bereich zwischen den zwei Linien (Metzner et al. 1993).

2.2.1.2. Ultraschall, Messung der Rückenfettdicke

Eine Methode, eine objektivere Einschätzung des Ernährungszustandes zu treffen, ist die Messung der Rückenfettdicke per Ultraschall. Diese Methode ist leicht zu erlernen und schnell durchführbar (Schröder und Staufenbiel 2006). Ebenfalls ist die Messung sowohl von der gleichen Person wiederholbar als auch von einer anderen Person reproduzierbar. (Pothmann et

al. 2015). Mit Rückenfett ist hierbei das subkutane Fett zwischen Haut und *Fascia trunci profunda* gemeint. Die ideale Lokalisation für diese Untersuchung befindet sich beim Rind in der Sakralregion, da hier die Korrelation zwischen Rückenfettdicke und Körperfett am höchsten ist (Korrelationskoeffizient nach Pearson $r=0,9$).

Gemessen wird die Rückenfettdicke zwischen dem kaudalen Viertel und kaudalen Fünftel einer Verbindungslinie zwischen dem dorsalen Anteil des *Tuber ischiadicum* und dem *Tuber coxae*. Zur Messung wird von der Hautoberfläche bis zur *Fascia profunda* gemessen (s. Abb. 3), wobei an dieser Stelle die Haut ca. fünf bis sechs Millimeter dick ist (Schröder und Staufenbiel 2006, Pothmann et al. 2014). Für das Messergebnis spielt die Körperseite des Tieres, auf der die Messung stattfindet, keine Rolle (Pothmann et al. 2015).

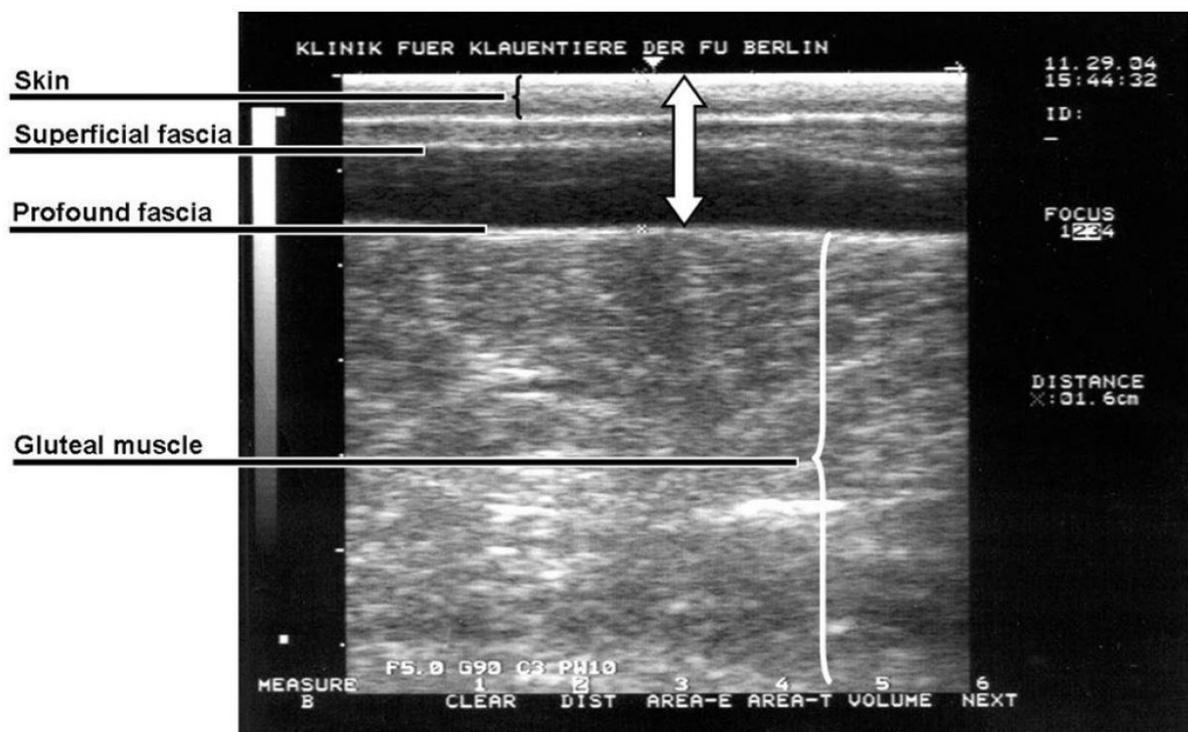


Abb. 3: Rückenfettdickemessung bei einem Rind mit normalem Ernährungszustand, Rückenfettdicke hier: 16 mm (Schröder und Staufenbiel 2006), Beschriftung von oben nach unten: Haut, *Fascia superficialis*, *Fascia profunda*, *Musculus gluteus*

Zur besseren Einordnung der gemessenen Rückenfettdicke sowohl von Einzeltieren als auch von Gruppen (zum Beispiel Fütterungsgruppen im gleichen Laktationsstadium) werden Referenzkurven benötigt. Hierbei ist darauf zu achten, dass auch die Rückenfettdicke analog zur Erhebung des BCS rasseabhängig ist (Pothmann et al. 2014, Boge et al. 2020).

Die Zweinutzungsrasse Fleckvieh weist eine geringere subkutane Fettschicht auf und auch eine weniger große Ab- bzw. Zunahme dieser Schicht (s. vergleichend Abb. 4 und Abb. 5).

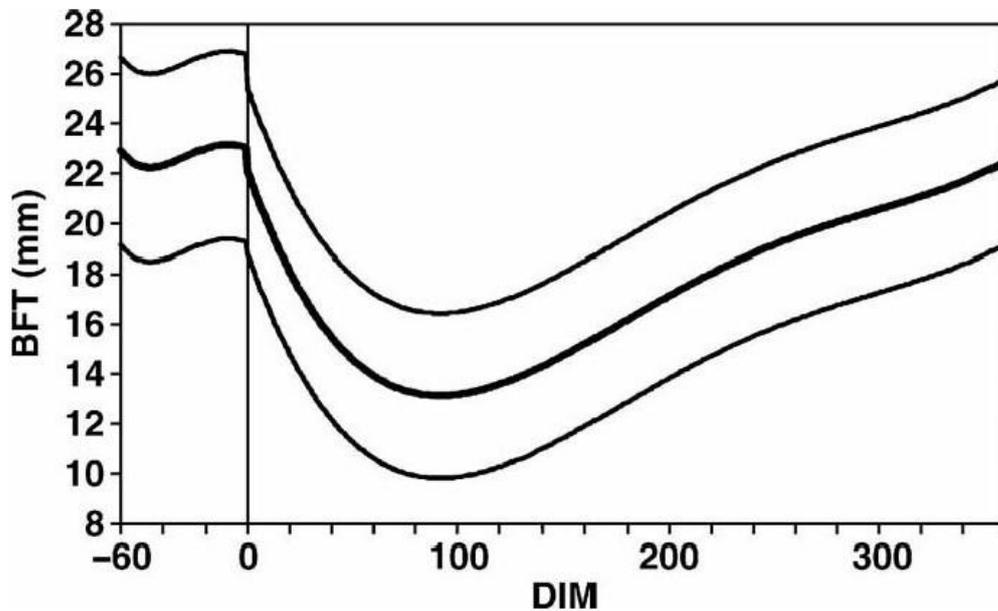


Abb. 4: Referenzkurve der Rückenfettdicke (hier BFT) während der Laktation für die Rasse Holstein Frisian und Kreuzungen dieser Rasse (arithmetisches Mittel und Standardabweichung). Beschriftung: BFT: Backfat thickness (Rückenfettdicke), DIM: Days in Milk (Laktationstag) (Schröder und Staufenbiel 2006)

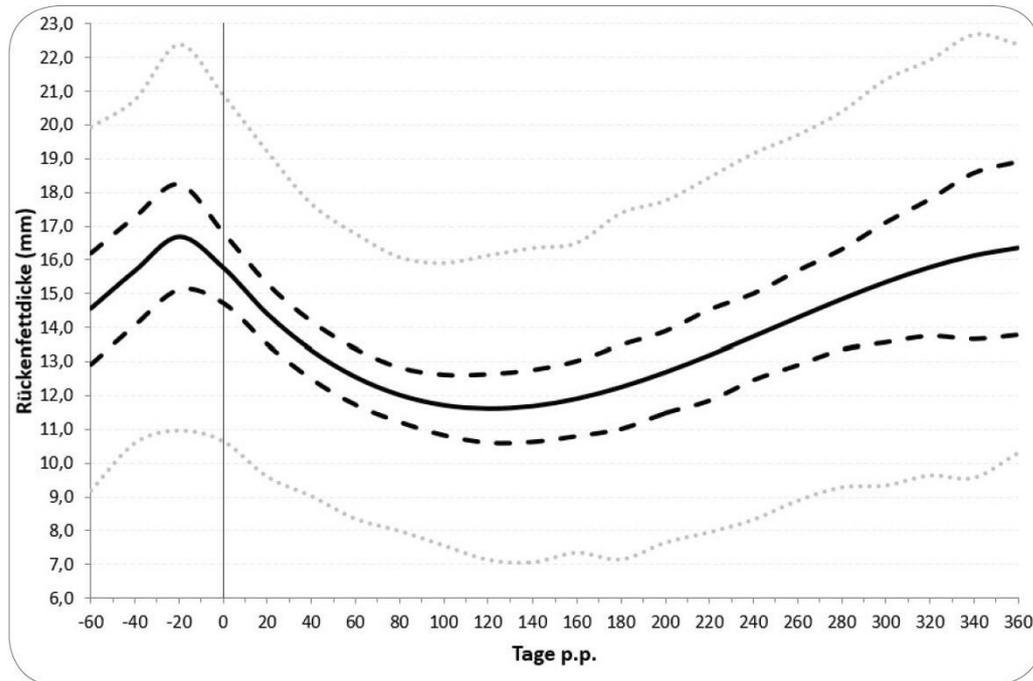


Abb. 5: Referenzkurve der Rückenfettstärke bei der Rasse Fleckvieh mit arithmetischem Mittel (durchgezogene Linie), 95 % Konfidenzintervall (schwarz gestrichelt) und Standardabweichung (grau punktiert) (Boge et al. 2020).

2.2.1.3. Alternativen

Es gibt zwar weitere Methoden zur Ermittlung des Ernährungszustandes, wie zum Beispiel Fettbiopsien oder die Messung der Körperdichte, allerdings werden diese heutzutage nicht mehr eingesetzt, da sie nicht praxistauglich sind (Schäfers et al. 2002).

2.2.2. Kleiner Wiederkäuer

2.2.2.1. Adspektion

Die einfache Adspektion der Schafe wird von bis zu 50 % der Schafhalter/innen als Methode zur Abschätzung des Ernährungszustandes ihrer Tiere genutzt. Bei dieser Vorgehensweise kann es jedoch zu Ungenauigkeiten kommen. Man kann bei einem 50 kg schweren Schaf von einem Fehler bei der Schätzung von ca. 9 kg zu viel oder zu wenig ausgehen (Van Burgel et al. 2011, Brown et al. 2015).

2.2.2.2. Body Condition Score

Die Erhebung eines BCS gilt als akzeptierte Alternative zum regelmäßigen Wiegen, um den Energie-Status von Schafen und Ziegen zu ermitteln, da der BCS unabhängig von anderen Körpermaßen des Schafes und von der Füllung des Magen-Darm-Traktes ist (Santucci et al. 1991, Van Burgel et al. 2011, Brown et al. 2015).

Der BCS wird durch Palpation des Gewebes zwischen den *Processus spinosi* und *Processus transversi* der Lendenwirbelsäule erhoben. Es wird beurteilt, wie scharf die Knochenvorsprünge herausstehen, wie gut sie eventuell umfassbar sind und in welchem Ausmaß der *Musculus longissimus dorsi* von Fett bedeckt ist. Die Beurteilung erfolgt auf einer Skala von eins bis fünf, wobei eins der Bewertung „abgemagert“ und fünf „fettleibig“ entspricht (Thompson und Meyer 1994, Brown et al. 2015). Die Erhebung des BCS lässt sich in diesem Bereich gut von der gleichen untersuchenden Person wiederholen und die Ergebnisse lassen sich von einer weiteren untersuchenden Person reproduzieren. Beides ist zusätzlich abhängig vom Schurstatus des Tieres (ungeschoren schlechter als geschoren) und von der Erfahrung der untersuchenden Person (Keinprecht et al. 2016).

Bei der Ziege wird zusätzlich die Palpation und Beurteilung des Unterhautfettes am Sternum beschrieben (Santucci et al. 1991).

2.2.2.3. Fat Score

Der Fat Score wird vor allem bei zur Schlachtung bestimmten Tieren erhoben, um im Vorhinein schon Aussagen über den Schlachtkörper treffen zu können. Zur Beurteilung des Fat Scores werden die 12. und 13. Rippe palpirt und das Gewebe nach Tiefe beurteilt. Auch der Fat Score

verwendet zur Einteilung eine Skala von eins bis fünf (Brown et al. 2015), er ist allerdings in den Bereichen der Skala unter 2,5 ungenauer als der BCS (Van Burgel et al. 2011).

2.2.2.4. Ultraschall

Um die Schlachtkörperzusammensetzung von Schafen und Ziegen in Bezug auf Körperfett und Muskeln vorherzusagen, ist eine ultrasonographische Dickenmessung des *M. longissimus thoracis et lumborum* und die anschließende Berechnung über lineare Regressionsmodelle möglich. Die besten Ergebnisse werden hierbei mit den Werten einer Messung zwischen dem zweiten und dem vierten Lendenwirbel oder am Sternum erreicht, wobei die Messungen im Lendenwirbelbereich bessere Intrarater-Reliabilität zeigen (Silva et al. 2007, Keinprecht et al. 2016, Dias et al. 2020). Noch bessere Ergebnisse im Sinne von stärkeren Korrelationen erhält man unter Einbeziehung des Körpergewichts. Die verwendeten Modelle ergaben eine Vorhersagegenauigkeit (R^2) zwischen 0,52 und 0,64 für das Gewicht von Fett und Muskeln und für den Fettanteil im Schlachtkörper (Dias et al. 2020).

2.2.3. Neuweltkamele

2.2.3.1. Anatomische Grundlagen der Rückenmuskulatur der Alpakas

Die Anatomie der Rückenmuskulatur spielt sowohl bei verschiedenen Erhebungen des Body Condition Scores (siehe folgende Kapitel) als auch bei der für diese Arbeit vorgenommenen sonographischen Messung eine entscheidende Rolle.

Der lange Rücken-, Hals und Kopfmuskel (*M. longissimus dorsi*) liegt in seiner gesamten Länge der Wirbelsäule lateral an und seine Anteile können terminologisch in *M. longissimus capitis*, *atlantis*, *cervicis*, *thoracis* und *lumborum* unterschieden werden. Er ist, wie der *M. iliocostalis*, für die laterale Biegung der Wirbelsäule zuständig.

Der in dieser Arbeit sonographisch vermessene Bereich des *M. longissimus* befindet sich auf Höhe des Überganges der Brust- in die Lendenwirbelsäule. In diesem Bereich geht der Anteil des *M. longissimus thoracis* in den *M. longissimus lumborum* über. Zusätzlich ist der *M. longissimus dorsi* im kaudalen Teil vollständig mit dem *M. iliocostalis lumborum* verschmolzen (Waringo 2018).

2.2.3.2. Body Condition Score

Der Ernährungszustand bei Neuweltkamelen kann im ungeschorenen Zustand nur eingeschränkt per Adspektion ermittelt werden. Allerdings ist eine regelmäßige Erfassung der Körperkondition wichtig, um Erkrankungen, die mit Abmagerung einhergehen frühzeitig zu erkennen. Ebenfalls ist sie ein guter Parameter, um, wie beim Rind, die Fütterung optimieren und kontrollieren zu können (vgl. 2.1) (Gauly et al. 2019, Wagener und Ganter 2020, Wittek und Franz 2021).

Ein Review von Wagener und Ganter 2020 hat ergeben, dass im Laufe der Jahre verschiedene BCS-Systeme entwickelt wurden. Hierbei wird zum Teil zwischen Lamas und Alpakas unterschieden (Johnson 1994, Australian alpaca association limited 2008), zum Teil werden sie zusammen betrachtet (Van Saun 2013).

Es werden Scoringsysteme mit Skalen von eins bis zehn oder von eins bis fünf benutzt, wobei sich im europäischen Raum die Unterteilung in fünf Stufen etabliert hat und die zehnstufige Skala vorwiegend im nordamerikanischen Raum Verwendung findet (Gauly et al. 2019, Wagener und Ganter 2020). Innerhalb der fünfstufigen Skala wird für Alpakas ein BCS von zwei bis drei und für Lamas ein BCS von drei als optimal angenommen (Baumgartner 2014, Gauly et al. 2019).

Nimmt man eine regelmäßige Beurteilung nach einem ausgewählten Scoringsystem vor, ist es wichtig, dass diese möglichst durch die selbe Person durchgeführt wird und man das gleiche Scoringsystem verwendet, da das BCS-System auf subjektiven Einschätzungen und Eindrücken beruht. Analog zum Schaf ist aber davon auszugehen, dass hier ebenfalls die Erfahrung der beurteilenden Person die größere Rolle spielt (Keinprecht et al. 2016). Die Häufigkeit der Untersuchungen variieren je nach Ausgangslage des Tieres. Trächtige und laktierende Stuten sowie rangniedrige oder alte Tiere sollten in kürzeren Intervallen beurteilt werden, als es bei ranghohen, gut genährten Tieren notwendig ist (Wagener und Ganter 2020).

Die Vorteile einer regelmäßigen Erhebung des BCS gegenüber dem Wiegen sind vielfältig. Im Gegensatz zum gemessenen Körpergewicht ist der BCS unabhängig von einer eventuellen

Trächtigkeit oder dem Füllungszustand des Magen-Darm-Traktes (Burton et al. 2003, Gauly et al. 2019). Des Weiteren kann der BCS ohne Hilfsmittel und dadurch ortsunabhängig erhoben werden. Ein positiver Nebeneffekt ist das regelmäßige und dadurch für die Tiere deutlich stressfreiere Handling (Gauly et al. 2019).

Laut des Übersichtsartikels von Wagener und Ganter 2020 hat sich in der Praxis vor allem eine Palpation der Lendenwirbelsäule kaudal der letzten Rippe, teilweise gepaart mit Palpation des Brustkorbes kaudal des Ellenbogens etabliert. Hierbei wird vor allem die Abdeckung der Lendenwirbel durch Fett und Muskulatur beurteilt (s. Abb. 6).

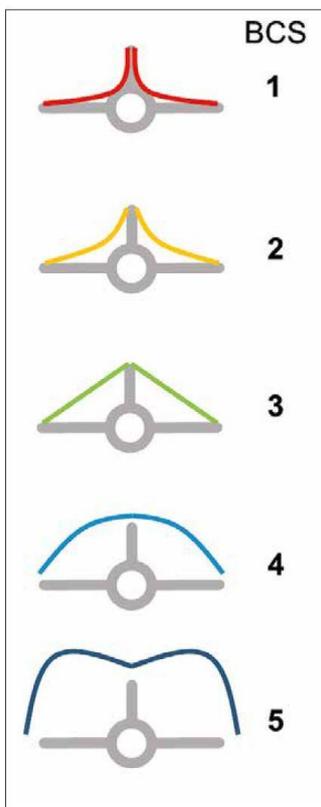


Abb. 6: Schematische Darstellung von Querschnitten durch Lendenwirbel, Fett und Muskulaturabdeckung mit Beurteilung des BCS von 1=abgemagert bis 5=adipös (Wagener und Ganter 2020)

Für eine genauere Beurteilung kann ein Schema genutzt werden (s. Abb. 7), welches eine Adaptierung des Schemas von Edmonson et al. (1989) darstellt (vgl. Abb. 1), in welchem adspektorisch das Profil der Tiere von vorne und hinten, palpatorisch die Bedeckung der

Lendenwirbel zwischen den *Processus spinosi* und den *Processus transversi* sowie die Intensität des Hervorstehens der *Processus transversi* im Vergleich zur Umgebung beurteilt werden (Van Saun 2013, Cebra et al. 2014).

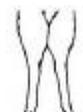
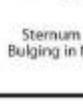
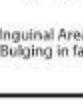
			1	2	3	4
	Score	Animal Description	Frontal Profile	Rear Profile	Spinous to Transverse Process	Paralumbur Fossa
Emaciated	1.0	No visible or palpable fat or muscle between skin and bones. Ribs, dorsal spinous and transverse processes, and pelvic bones are individually prominent. Extreme loss of muscle mass.	Prominent "V" Keel 	Acutely Inverted "V" 	 Deep depression	 Gaunt, tucked-in fossa
	Poor		1.5			 Obvious depression
Thin	2.0	Slight cover over bony structure. Ribs, spinous processes still visible and easily palpated as sharp. Less muscle mass loss.	Gradual Flattening of Sternum 	Gradual Filling of "V" 	 Smooth slope	Prominent shelf 
	Borderline		2.5			 Smooth concave curve
Moderate	3.0	Overall smooth appearance. Slight fat cover over ribs and other bony processes. Ribs and spinous processes can be palpated with slight pressure. No muscle mass loss present.	Moderate fat 	Moderate fat 	 Smooth slope	No shelf 
	High Moderate		3.5			 Nearly flat
Excess	4.0	Fleshy appearance with visible coverage of fat. Moderate to firm pressure necessary to palpate bony structures under skin.			 Rounded	Buried in fat 
	Fat		4.5	Sternum Bulging in fat 	Inguinal Area Bulging in fat 	
Grossly Obese	5.0	Excessive fat cover over entire body with smooth, rounded appearance. Bony prominences cannot be palpated, even with firm pressure. Bulging fat pads visible around tailhead.				

Abb. 7: Schema zur Erhebung des BCS bei Neuweltkamelen (Van Saun 2013)

2.3. Zusammenhang zwischen Gewicht und Körperkondition

2.3.1. Rind

Da der BCS bei unterschiedlichen Rassen je nach Nutzung unterschiedlich interpretiert werden muss und verschiedene BCS-Systeme gleichwertig existieren (z. B. Fünf-Punkte-Skala, Neun-Punkte-Skala), kann es keinen für alle Rassen gleichermaßen gültigen Zusammenhang zwischen dem BCS und dem Körpergewicht geben. Allerdings wurde zum Beispiel herausgefunden, dass auf einer Neun-Punkte-Skala bei der Rasse Angus eine Änderung um einen Punkt ca. 33-51 kg Körpergewicht entspricht (Schröder und Staufenbiel 2006).

Im Gegensatz dazu entspricht eine Veränderung der Rückenfettdicke von Milchrindern um einen Millimeter einer Abweichung um ca. fünf Kilogramm Körperfett. Ebenfalls besteht zwischen der Rückenfettdicke und dem BCS ein signifikanter Zusammenhang, wobei bei einem Fünf-Punkte-System die Änderung des BCS um einen Punkt mit einer Abweichung der Rückenfettdicke um 10 mm gleichzusetzen ist. Dieses resultiert daraus, dass die Änderung um einen BCS-Punkt mit der Änderung des Körperleergewichtes (Schlachtkörper ohne Innereien) um ca. 50 kg korreliert (Schröder und Staufenbiel 2006).

2.3.2. Kleine Wiederkäuer

Die Korrelation zwischen BCS und Körpergewicht ist beim Schaf nur schwach ($r=0,47$, $p<0,05$) und zusätzlich abhängig vom Alter, der Jahreszeit und dem Trächtigkeitsstatus des Tieres (Semakula et al. 2020). Andersherum kann man zwar vom Körpergewicht, der Größe, der Körperlänge, dem Trächtigkeitsstatus und der Jahreszeit annähernd auf einen BCS schließen, aber auch diese Schätzung ist äußerst ungenau (Semakula et al. 2021).

2.3.3. Neuweltkamele

Für Neuweltkamele existieren bisher nur sehr ungenaue Annäherungsversuche (z. B. mit einer Genauigkeit von 59,5 % (Steinparzer 2012)), die aufgrund geringer Tierzahlen allerdings begrenzt aussagekräftig sind. Weitere Untersuchungen scheint es zu dieser Thematik bisher nicht zu geben.

3. Material und Methoden

3.1. Tiere

Für die Untersuchungen wurden insgesamt 54 Alpakas herangezogen. Die Tiere waren mindestens zwölf Monate alt und ihr Allgemeinverhalten lies die Durchführung der Sonographie und das Verbringen auf eine Waage zu. Durch die Sonographie und das Abwiegen kam es zu keinerlei Beeinträchtigung des Allgemeinbefindens des jeweiligen Tieres. Vermessen wurden sowohl Alpakas im Rahmen eines Betriebsbesuches als auch solche, die an der Klinik für Wiederkäuer der Veterinärmedizinischen Universität Wien aus unterschiedlichen Indikationen vorgestellt wurden.

Die Studie wurde von der Ethik- und Tierschutzkommission der Veterinärmedizinischen Universität Wien im Hinblick auf ihre Übereinstimmung mit der Good Scientific Practice und den einschlägigen nationalen Rechtsvorschriften geprüft und befürwortet (ETK-009/01/2021).

3.2. Untersuchungsmethoden

Im Verlauf der Untersuchungen wurden das Körpergewicht, der BCS nach Van Saun (2013) und die sonographisch gemessene Distanz vom Schallkopf bis zum ventralen Rand des *M. longissimus dorsi* (Distanzmessung von Haut, Unterhaut und Muskelquerschnitt) am Übergang von der Brust- zur Lendenwirbelsäule erhoben. Auf die Methodik wird in den nachstehenden Kapiteln genauer eingegangen. Ebenfalls wurden das Geschlecht sowie der Trächtigkeitsstatus von allen Tieren registriert und der Zustand des Vlieses (geschoren, ungeschoren) dokumentiert. Die Beurteilung des BCS wurde zuvor theoretisch und praktisch im Verlauf des Studiums gelernt und vor Beginn der Studie noch einmal unter Aufsicht von zwei erfahrenen untersuchenden Personen an zwei Tieren demonstriert. Im Zuge dieser Demonstration wurde ebenfalls das Auffinden der korrekten Lokalisation für die Sonographie und das Messen der Distanz über Haut und *Musculus longissimus dorsi* trainiert.

3.2.1. Körpergewicht

Das tatsächliche Körpergewicht der Tiere wurde sowohl an der Universitätsklinik als auch im Rahmen der Betriebsbesuche mittels einer Tierwaage (Brecknell PS1000) bestimmt (s. Abb. 8).



Abb. 8: Waage beim Betriebsbesuch

3.2.2. Body Condition Score

Die Bestimmung des Body Condition Scores erfolgte adspektorisch und palpatorisch unter Verwendung einer für Neuweltkamele entwickelten und bereits etablierten fünfteiligen Skala nach Van Saun (2013). Es wurde hierbei eine Skala von eins (abgemagert) bis fünf (grob übergewichtig) verwendet. Die kleinste Unterteilung lag bei 0,25 Punkten. Bei jedem Tier wurde adspektorisch das Profil von vorne und hinten und palpatorisch der Bereich zwischen den *Processus spinosi* und *Processus transversi* der Lendenwirbelsäule und der Bereich ventral dieser *Processus transversi*, die *Fossa paralumbalis*, beurteilt (s. Abb. 7, 2.2.3.2.). Jeder dieser vier Lokationen wurde ein Wert von eins bis fünf zugeordnet. Diese Werte wurden gemittelt und auf Viertel gerundet. Dieses Vorgehen ergab den Gesamt-BCS.

3.2.3. Sonographie

Die sonographische Untersuchung erfolgte am stehenden, nicht sedierten Tier, wobei die zu untersuchende Region nicht geschoren wurde. Das Tier wurde lediglich durch eine zweite Person an einem Kopfhalter mit Führleine fixiert. Ein Linearschallkopf eines Ultraschallgerätes (Mindray DP-50 Expert) mit einer Frequenz von 6,6 MHz wurde im Bereich der Lendenwirbelsäule zwischen den beiden *Processus transversi* des ersten und zweiten Lendenwirbels perkutan nach Scheiteln des Vlieses (s. Abb. 9) in einem Winkel von 90° zur Lendenwirbelsäule angehalten (s. Abb. 10). Als Kontaktmedium zwischen Schallkopf und Haut wurde Alkohol (*Ethanolum dilutum*, 70%) verwendet. Das erhaltene Ultraschallbild wurde gespeichert und die Dicke des *M. longissimus dorsi* inklusive der Haut und der Subkutis am Monitor mithilfe der Distanzmessung ermittelt (s. Abb. 11, Strecke a).



Abb. 9: Scheiteln des Vlieses für die Sonographie im Bereich der Lendenwirbelsäule



Abb. 10: Richtige Positionierung des Linearschallkopfes zur sonographischen Distanzmessung von *M. longissimus dorsi*, Unterhaut und Haut.

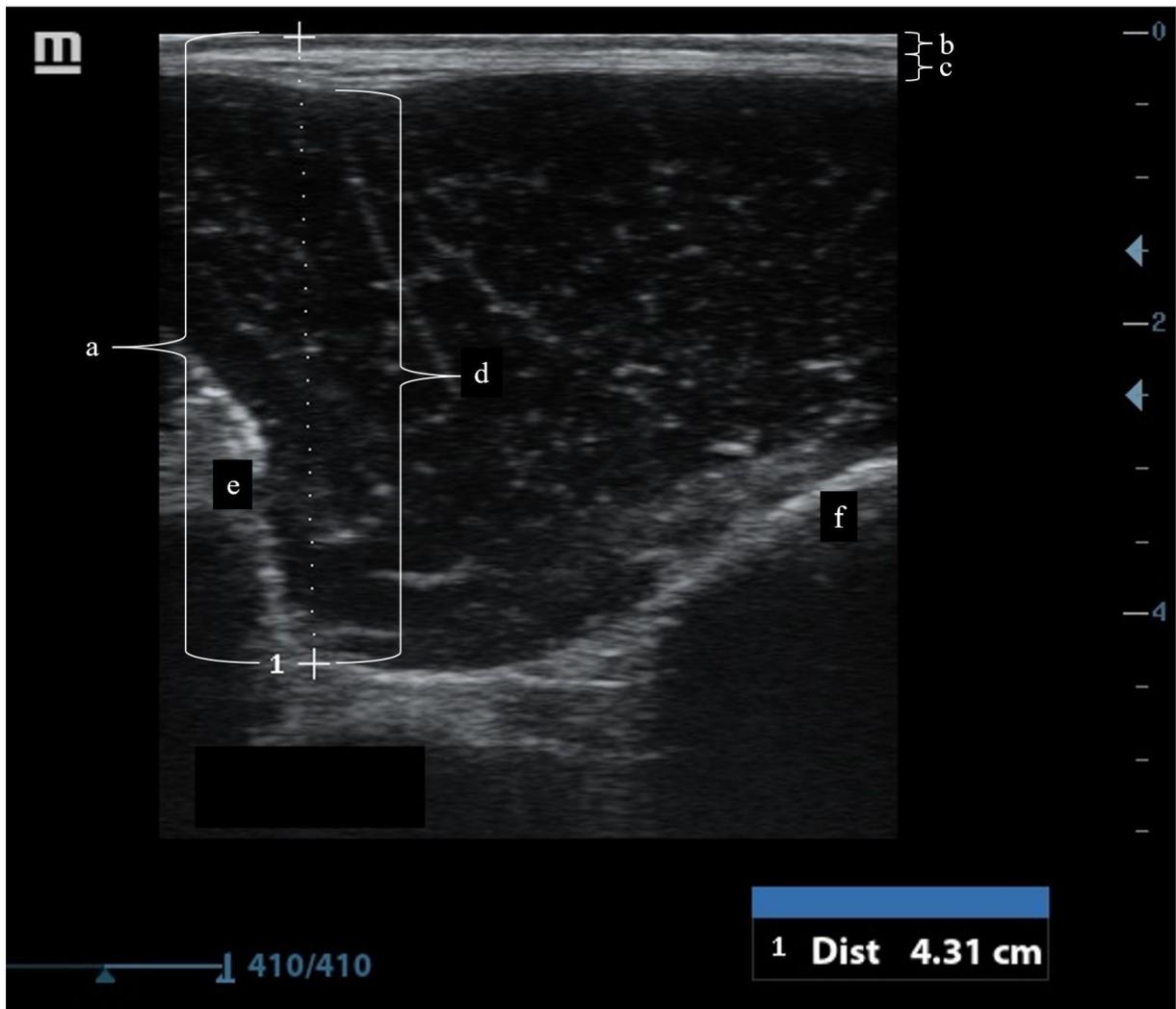


Abb. 11: exemplarisches Bild einer Sonographie mit Distanzmessung auf Höhe des ersten und zweiten Lendenwirbels (LW)

1: exemplarischer Messpunkt der Ultraschallsoftware, entspricht Strecke a

a: Strecke der sonographischen Distanzmessung von Haut-, Unterhaut- und Muskeldicke

b: Haut

c: Unterhaut

d: *M. longissimus dorsi*

e: *Processus spinosus* LW 1/2

f: *Processus transversus* LW 1/2

3.3. Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit SPSS (Version 24). Im Rahmen der deskriptiven Statistik wurden der Medianwert, Mittelwert, die Standardabweichung sowie der Minimal- und Maximalwert der Messergebnisse für das Gewicht, den BCS und die sonographische Distanzmessung von Haut, Unterhaut und *M. longissimus dorsi* (SDM) erhoben, sowohl für die Gesamtanzahl der Tiere als auch für die Untergruppen männlich/weiblich, tragend/nicht tragend und geschoren/nicht geschoren.

Unter Verwendung des Levene-Tests für Varianzgleichheit und des T-Tests für Mittelwertgleichheit wurden die jeweiligen Varianzen und Mittelwerte der Gruppen männlich/weiblich, trächtig/nicht trächtig und geschoren/nicht geschoren verglichen.

Es wurde die Linearität des Zusammenhangs zwischen SDM und BCS, zwischen SDM und Körpergewicht (KGW) und zwischen KGW und BCS untersucht.

Die Stärke der genannten linearen Zusammenhänge wurde unter Verwendung des Korrelationskoeffizienten nach Pearson (r) berechnet und graphisch dargestellt. Er umfasst die Werte zwischen -1 und 1. Die Stärke der Korrelation kann grob wie folgt eingeteilt werden:

- Schwache Korrelation: $|r| < 0.5$
- Mittlere Korrelation: $0.5 \leq |r| < 0.8$
- Starke Korrelation: $0.8 \leq |r|$

(Fahrmeir et al. 2016)

Das Signifikanzlevel p gibt als Wert > 0 in % die Wahrscheinlichkeit an, dass aus den Daten auf eine Korrelation geschlossen wurde, obwohl keine Korrelation vorliegt (Fahrmeir et al. 2016). Das angestrebte Signifikanzlevel liegt hier bei 5%, für eine starke Signifikanz bei 1%.

Die Genauigkeit der durchgeführten Methoden wurde mittels Regressionsanalyse mit Berechnung des Bestimmtheitsmaßes (R^2) überprüft. Die Werte hierfür liegen zwischen 0% und 100% und geben die Wahrscheinlichkeit an, dass für eine Veränderung der einen untersuchten Größe ein Veränderung der korrelierten Größe ursächlich ist (Fahrmeir et al. 2016).

4. Ergebnisse¹

4.1. Deskriptive Statistik

Insgesamt 54 Alpakas mit einem Alter von mindestens zwölf Monaten waren Teil dieser Studie. Es wurde das Geschlecht und bei weiblichen Tieren der Trächtigkeitsstatus bestimmt (s. Tab. 1). Zusätzlich wurde unterschieden, ob die Tiere geschoren waren oder nicht (s. Tab. 2). Die Alpakas wurden nicht nach Rassen getrennt.

Tab. 1: Anzahl der Tiere, aufgeteilt nach Geschlecht und Trächtigkeitsstatus

Geschlecht/Trächtigkeit	Absolute Häufigkeit	Relative Häufigkeit (%)
Hengste und Wallache	20	37,0
Trächtige Stuten	23	42,6
Nicht trächtige Stuten	11	20,4

Tab. 2: Anzahl der Tiere, aufgeteilt nach Schurstatus

Geschoren	Absolute Häufigkeit	Relative Häufigkeit (%)
Nein	18	33,3
Ja	36	66,7

Nicht bei allen Tieren war jede Messung möglich. So wurden alle drei Messungen (BCS, KGW, SDM) bei 40 Tieren durchgeführt, von 13 Tieren wurden nur der BCS und die SDM bestimmt, da keine Tierwaage vorhanden war und von einem Tier das KGW und der BCS, da das sonographische Bild nicht auswertbar war.

Es ergab sich ein mittlerer BCS von 2,52 wobei die erhobenen Daten zwischen 1,0 und 3,5 lagen. Die Tiere waren im Durchschnitt 59,42 kg schwer, wobei das leichteste 24,5 kg wog und das schwerste 88,2 kg. Die SDM lag zwischen 2,1 cm und 4,9 cm, wobei der Mittelwert 3,52 cm betrug (s. Tab. 3).

¹ Die statistischen Analysen wurden erstellt mit freundlicher Unterstützung von Dr. Alexander Tichy, BST Bioinformatik und Biostatistik, Veterinärmedizinische Universität Wien.

Tab. 3: Absolute Messwerte (BCS, KGW, SDM) mit Anzahl (N), kleinstem Wert (Min), größtem Wert (Max), Mittelwert (M), Standardabweichung (SD) und Medianwert

	N	Min	Max	M	SD	Median
BCS	54	1,0	3,5	2,52	0,58	2,50
KGW (in kg)	40	24,5	88,2	59,42	13,12	60,35
SDM (in cm)	53	2,10	4,90	3,52	0,59	3,53

4.2. Gruppenunterschiede

Die Gruppenunterschiede der folgenden Gruppen wurden mit dem Levene-Test für Varianzgleichheit und dem T-Test für Mittelwertgleichheit berechnet.

Der durchschnittliche BCS der weiblichen Tiere ($M = 2,45$; $SD = 0,57$) war zwar kleiner als der der männlichen Tiere ($M = 2,63$; $SD = 0,58$), dieser Unterschied war allerdings nicht signifikant ($t(52) = 1,10$; $p = 0,273$). Ebenfalls nicht signifikant waren die Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Tieren in Bezug auf das mittlere Gewicht ($t(38) = -0,91$; $p = 0,367$) und mittlere SDM ($t(51) = -0,39$; $p = 0,692$) (s. Tab. 4).

Das durchschnittliche Körpergewicht tragender Tiere ($M = 67,88$ kg, $SD = 12,65$) war höher als das der nicht tragenden Tiere ($M = 56,23$ kg, $SD = 11,48$), dieser Unterschied war signifikant ($t(23) = -2,39$; $p = 0,026$). Im Gegensatz dazu war der Unterschied zwischen den Gruppen tragend und nicht tragend bei der SDM ($t(32) = -0,93$; $p = 0,361$) und dem BCS ($t(32) = 0,30$; $p = 0,764$) nicht signifikant (s. Tab. 5).

Der BCS lag bei ungeschorenen Tieren im Durchschnitt etwas höher, der Unterschied war jedoch nicht signifikant ($t(52) = 1,68$; $p = 0,099$). Dagegen waren das durchschnittliche Gewicht und die durchschnittliche SDM der ungeschorenen Tiere geringer als die der geschorenen, aber auch diese Unterschiede waren nicht signifikant (Gewicht: $t(38) = -0,27$; $p = 0,791$; SDM: $t(51) = -0,83$; $p = 0,413$) (s. Tab. 6).

Tab. 4: Nach Geschlecht getrennte Anzahl (N), Mittelwert (M) und Standardabweichung (SD) der Kategorien BCS, KGW und SDM

Geschlecht	Geschlecht	N	M	SD
BCS	Männlich	20	2,63	0,58
	Weiblich	34	2,45	0,57
KGW (kg)	Männlich	15	56,96	13,28
	Weiblich	25	60,89	13,07
SDM (cm)	Männlich	19	3,47	0,67
	Weiblich	34	3,54	0,55

Tab. 5: Innerhalb der weiblichen Tiere nach Trächtigkeitsstatus getrennte Anzahl (N), Mittelwert (M) und Standardabweichung (SD) der Kategorien BCS, KGW und SDM

Trächtigkeit	tragend	N	M	SD
BCS	Nein	23	2,43	0,54
	Ja	11	2,50	0,66
KGW (kg)	Nein	15	56,23	11,47
	Ja	10	67,88	12,65
SDM (cm)	Nein	23	3,48	0,59
	ja	11	3,67	0,46

Tab. 6: Nach Schurstatus getrennte Anzahl (N), Mittelwert (M) und Standardabweichung (SD) der Kategorien BCS, KGW und SDM

Schurstatus	Geschoren	N	M	SD
BCS	Nein	18	2,71	0,40
	ja	36	2,43	0,64
KGW (kg)	Nein	6	58,08	6,57
	ja	34	59,66	14,02
SDM (cm)	Nein	17	3,42	0,45
	ja	36	3,57	0,66

4.3. Korrelationen zwischen Body Condition Score, Körpergewicht und sonographischer Distanzmessung

Aufgeteilt in die Kategorien männlich, weiblich tragend und weiblich nicht tragend zeigt sich in allen Gruppen ein mittlerer bis starker positiver Zusammenhang zwischen dem BCS und der SDM. Dieser war bei tragenden Tieren signifikant ($r = 0,684$; $p = 0,02$; $N = 11$). Ein stark signifikanter Zusammenhang konnte bei den männlichen ($r = 0,584$; $p = 0,009$; $N = 19$) und bei den weiblichen, nicht tragenden Tieren gezeigt werden ($r = 0,732$; $p < 0,001$; $N = 23$).

Des Weiteren ergaben sich bei den männlichen und den weiblichen, nicht tragenden Tieren ein signifikanter mittlerer positiver Zusammenhang zwischen BCS und Körpergewicht (männlich: $r = 0,602$; $p = 0,017$; $N = 15$; weiblich, nicht tragend: $r = 0,546$; $p = 0,035$; $N = 15$).

Zwischen dem Körpergewicht und der SDM bestand in der männlichen Gruppe eine hoch signifikante starke, positive Korrelation ($r = 0,804$; $p = 0,001$; $N = 14$) in der weiblichen nicht tragenden Gruppe zeigte sich eine hoch signifikante schwach positive Korrelation ($r = 0,159$; $p = 0,001$; $N = 15$).

Für die Gruppe der weiblichen, tragenden Tiere zeigte sich sowohl zwischen Körpergewicht und BCS ($r = 0,450$; $p = 0,192$; $N = 10$) als auch zwischen Körpergewicht und SDM ($r = 0,343$; $p = 0,332$; $N = 10$) kein signifikanter Zusammenhang.

4.4. Genauigkeit der Untersuchungsmethoden in Bezug auf das Geschlecht und den Trächtigkeitsstatus der Tiere

Die in Kapitel 4.3 gezeigten Korrelationen lassen sich in Regressionsanalysen zeigen.

In dieser ergeben sich für die Korrelation zwischen dem BCS und der SDM Bestimmtheitsmaße R^2 von 34,1 % bei den männlichen, 53,4 % bei den weiblichen nicht tragenden und 46,8 % bei den weiblichen tragenden Tieren (s. Abb. 12).

Es zeigte sich zwar bei allen Gruppen ein positiver Zusammenhang zwischen dem BCS und der SDM, allerdings ist das Bestimmtheitsmaß R^2 niedrig.

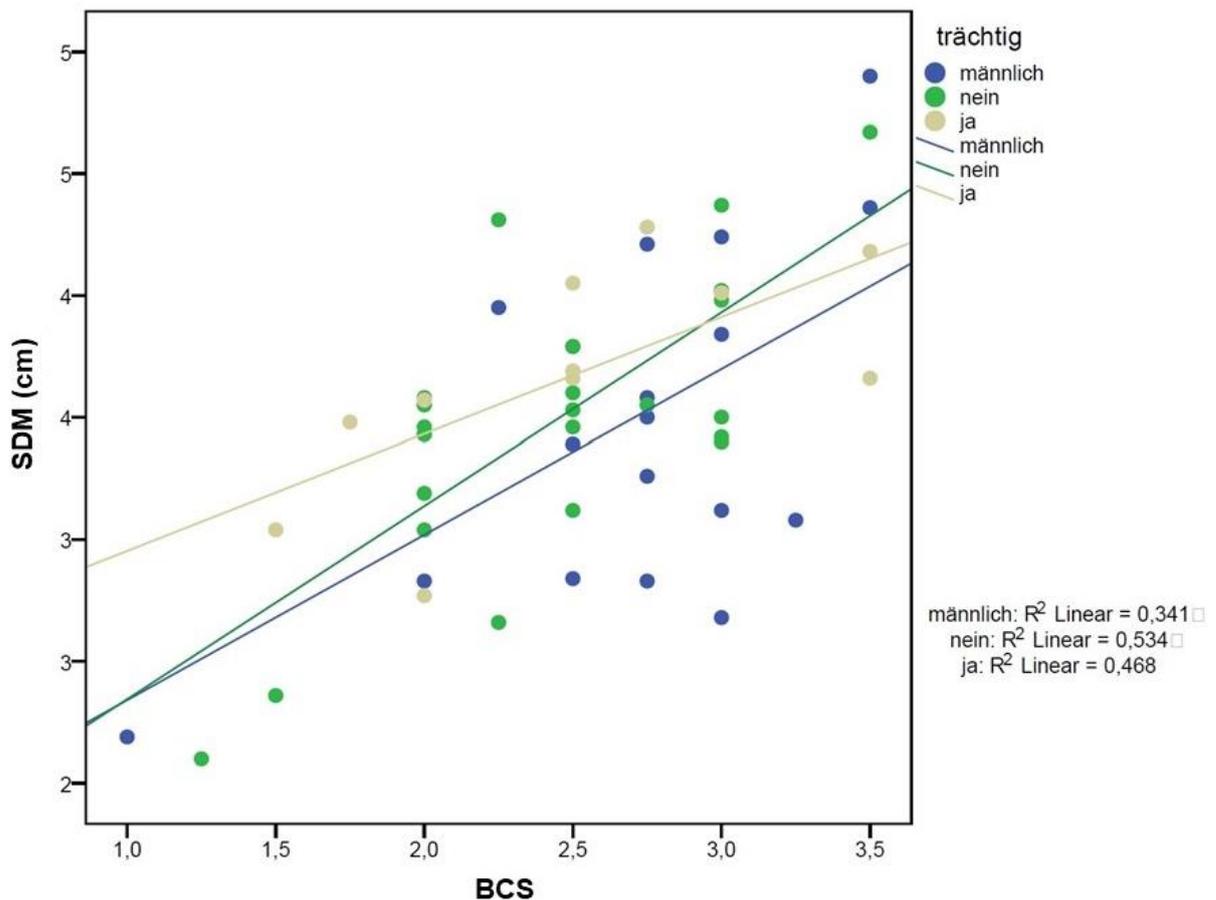


Abb. 12: Darstellung des Zusammenhangs zwischen SDM und BCS.

Zusätzlich sind die Regressionsgeraden der Subgruppen eingezeichnet und das entsprechende Bestimmtheitsmaß R^2 angeführt.

Für die Korrelation zwischen SDM und KGW ergibt sich für die männlichen Tiere ein Bestimmtheitsmaß R^2 von 64,7 % und für die weiblichen nicht tragenden von 57,7 %. Im Gegensatz dazu beträgt es für die weiblichen tragenden Tiere nur 11,8 % (s. Abb 13). Erneut zeigt sich in allen Gruppen ein positiver Zusammenhang, allerdings ebenfalls mit einem niedrigen bzw. bei trächtigen Tieren sogar sehr niedrigen Bestimmtheitsmaß.

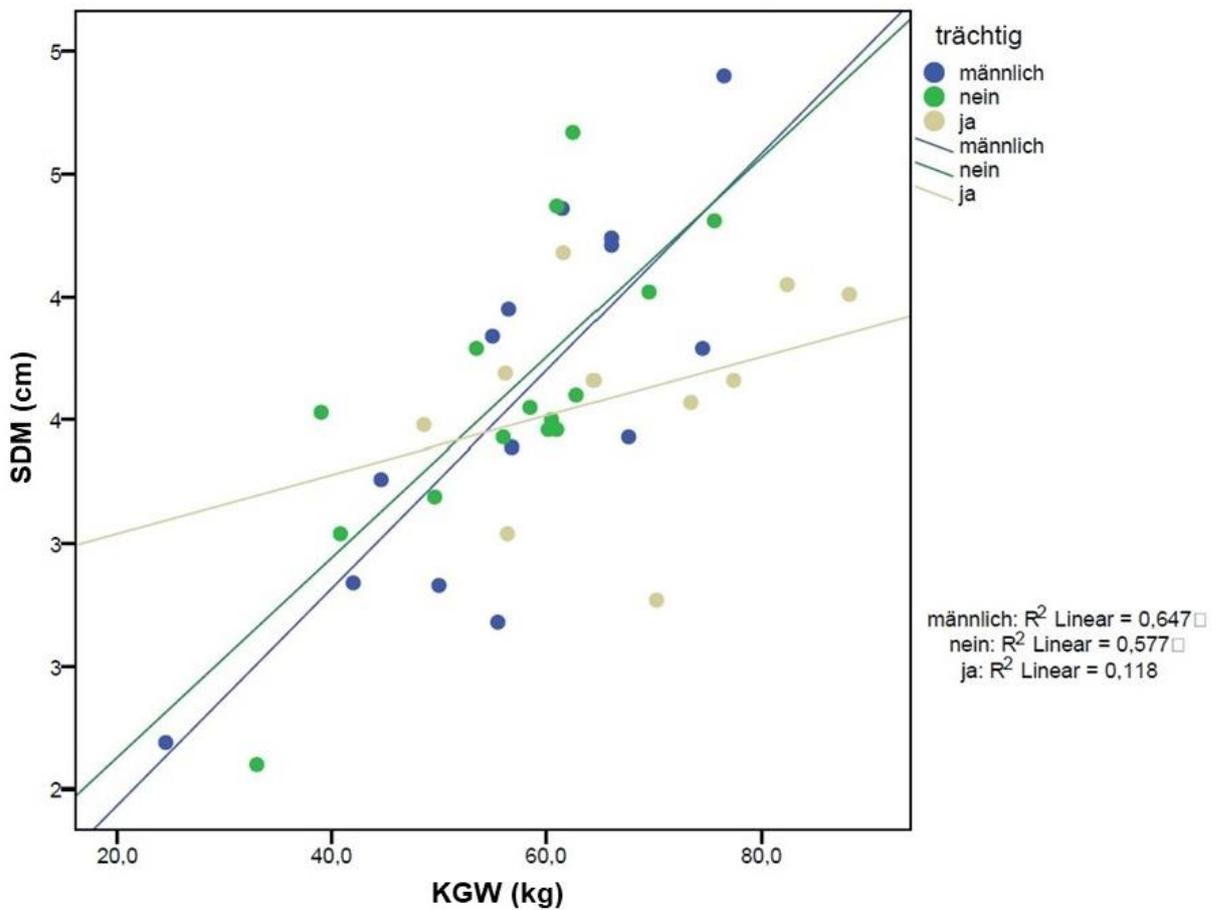


Abb 13: Darstellung des Zusammenhangs zwischen SDM und KGW.

Ebenfalls sind die Regressionsgeraden der Subgruppen eingezeichnet inklusive des jeweiligen Bestimmtheitsmaßes R^2 .

Für die Korrelation zwischen KGW und BCS ergibt sich für die männlichen Tiere ein Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 36,3\%$, für die weiblichen nicht tragenden $29,9\%$ und für die weiblichen tragenden $20,2\%$ (s. Abb. 14). Ein weiteres Mal zeigen sich in allen Gruppen positive Zusammenhänge bei niedrigen Bestimmtheitsmaßen und erneut ist das Bestimmtheitsmaß in der Gruppe der trächtigen Tiere am niedrigsten.

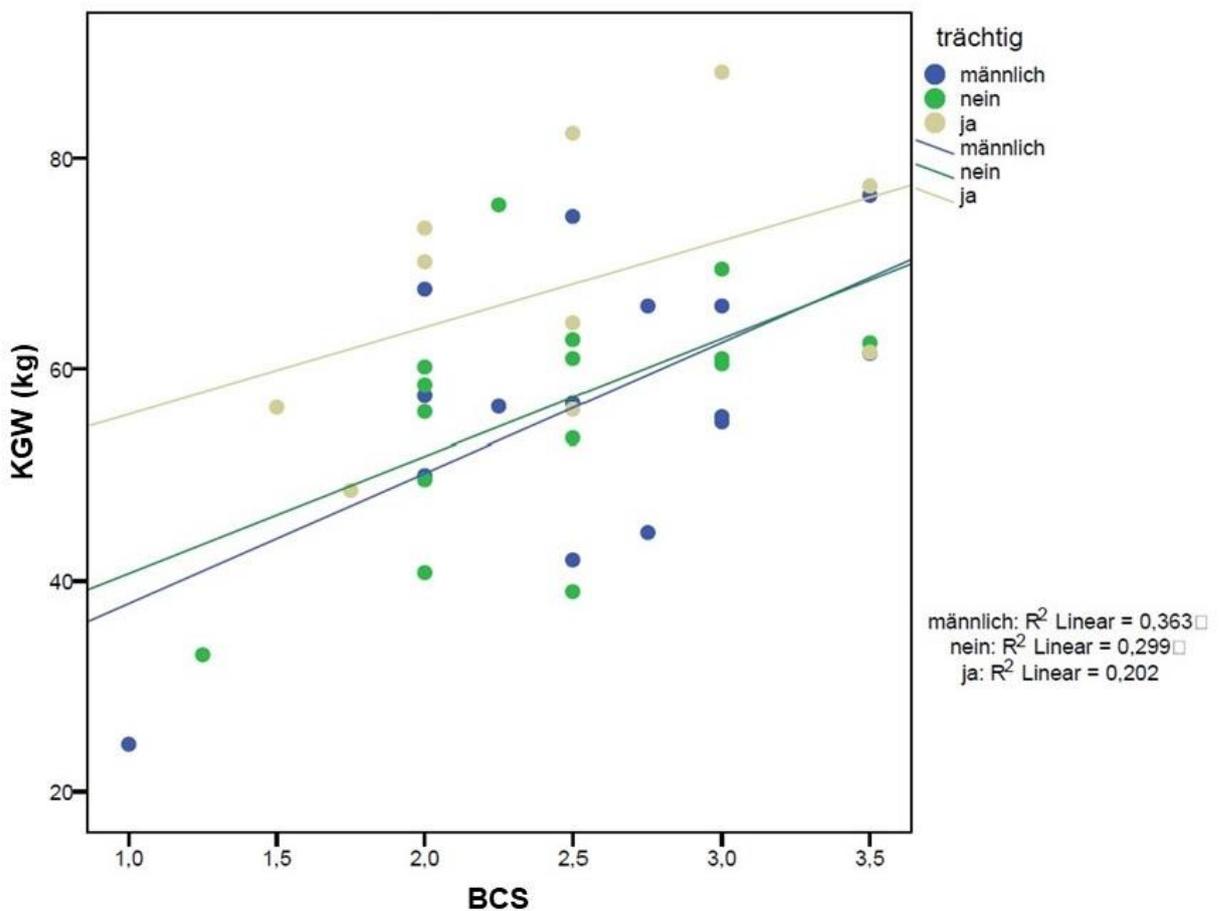


Abb. 14: Darstellung des Zusammenhangs zwischen KGW und BCS.

Ebenfalls sind die Regressionsgeraden der Subgruppen eingezeichnet inklusive des jeweiligen Bestimmtheitsmaßes R^2 .

5. Diskussion

Das Monitoring in Bezug auf den Ernährungszustand der Einzeltiere ist bei Neuweltkamelen sehr wichtig, da bei vielen Krankheiten Abmagerung oft als klinisches Symptom auftritt und darauf frühzeitig reagiert werden sollte (Wagener und Ganter 2020, Wittek und Franz 2021). Die wenigsten HalterInnen haben eine Waage, mit der sie die Tiere wiegen könnten, auch eine schriftliche Dokumentation über das Körpergewicht (KGW) fehlt in den meisten Fällen. Zu beachten ist, dass das Gewicht oft nicht aussagekräftig bezüglich des Ernährungszustandes des jeweiligen Tieres ist. Es berücksichtigt beispielsweise weder unterschiedliche Körpermaße noch eine unter Umständen bestehende Trächtigkeit, bei der ein Tier natürlicherweise zwar mehr Gewicht aufweist, aber nicht zwingend eine bessere Körperkondition (Burton et al. 2003). So wird der Ernährungszustand bisher besser über den Body Condition Score (BCS) bestimmt. Die Erhebung des BCS ist allerdings subjektiv, eine zweite untersuchende Person kann also einen von der ersten Untersuchung abweichenden BCS feststellen (Gauly et al. 2019, Wagener und Ganter 2020, Wittek und Franz 2021). Hierdurch ist er zum Beispiel für ein Monitoring des Ernährungszustandes nur geeignet, wenn er immer von der selben Person erhoben wird. Dieses kann zum Beispiel im Krankheitsfall bei Aufenthalt an einer Klinik oder bei regelmäßigen Bestandsuntersuchungen nicht immer gewährleistet werden.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist daher, zu überprüfen, ob eine sonographische Distanzmessung (SDM) des langen Rückenmuskels, der Haut und der Unterhaut auf Höhe des ersten und zweiten Lendenwirbels eine objektivere Methode und Alternative zur Körperkonditionsbeurteilung darstellen kann. Den durchgeführten Untersuchungen liegt die Hypothese zugrunde, dass diese Untersuchung methodisch möglich und gut durchführbar ist und ein positiver Zusammenhang zwischen den Ergebnissen der Distanzmessung, des BCS und des Körpergewichtes besteht.

Die hier bewertete Untersuchung mittels Ultraschall ist sehr einfach durchzuführen, da es wie bei der Rückenfettdickemessung beim Rind, nicht nötig ist, das Tier zu scheren, sondern ausreichend Ankopplung des Ultraschallkopfes an die Haut durch Verwendung von Alkohol als Kontaktmedium erreichbar ist. Die Übungsphase ist subjektiv auch bei ungeübten untersuchenden Personen deutlich kürzer als bei anderen Ultraschalluntersuchungen, da nach

wenigen Tieren die richtige Stelle zum Erstellen des Bildes sofort getroffen wurde und auch die Beurteilung des Bildes nach kurzer Zeit möglich ist. Dieser Eindruck könnte im Rahmen einer Studie zur Intra- und Interrater-Reliabilität zusätzlich untersucht werden. Die Schnelligkeit der Untersuchungsmethode und die, für das Tier, kurze Zeit der Fixation ergibt sich vor allem bei einem Gerät mit Speicherfunktion dadurch, dass die Vermessung später am Ultraschallgerät stattfindet, das Tier aber hierfür nicht weiterhin fixiert werden muss. Für die Untersuchung selber ist eine leichte Fixierung an Halfter und Strick notwendig, sie ist also am besten an Tieren durchzuführen, die schon Kontakt zu Menschen gewohnt sind (Windschnurer et al. 2020) und es wird mindestens eine Hilfsperson benötigt.

In der vorliegenden Arbeit wurde ein Ultraschallgerät verwendet, das auf den Gebrauch im Innenraum ausgelegt und auf eine externe Stromversorgung angewiesen ist. Ein weniger hochauflösendes, portables Gerät mit einer Rektalsonde, wie es in jeder modernen mobilen Wiederkäuerpraxis zu finden ist, eignet sich für die Untersuchung ebenso, beziehungsweise durch die Unabhängigkeit von einer externen Stromquelle sogar besser. Es ist nicht notwendig, die Untersuchung innerhalb eines Stalls durchzuführen, ein schattiger Platz oder andere Lösungen wie Brillen oder Lichtblenden für das Arbeiten auf der Weide sind für entsprechende Geräte erhältlich.

Die Lokalisation (zwischen erstem und zweitem Lendenwirbel) wurde gewählt, da an dieser Stelle auch die Palpation für den BCS vorgenommen wird, sowohl bei Neuweltkamelen als auch bei kleinen Wiederkäuern. Zusätzlich ist diese Position stets problemlos auffindbar. Bei Schaf und Ziege befindet sich die geeignetste Stelle für eine sonographische Unterhautfett- und Muskeldickemessung zur Schätzung der Zusammensetzung des Schlachtkörpers zwischen dem zweiten und vierten Lendenwirbel (Silva et al. 2007, 2016, Dias et al. 2020).

Neuweltkamele haben im Allgemeinen wenig Unterhautfett, weswegen im Vorfeld entschieden wurde, die Gesamtdistanz inkl. Haut, Unterhaut und *M. longissimus dorsi* zu vermessen, auch weil bei der Erhebung des BCS ebenfalls die Bedeckung der Wirbel mit Haut, Unterhaut und Muskel beurteilt wird. Im Laufe der Untersuchungen stellte sich heraus, dass wie bei Rindern und kleinen Wiederkäuern sowohl Haut als auch Unterhaut gut darstellbar sind. In einem weiteren Projekt wäre es vorstellbar, nur die Dicke des Unterhautfettes zu vermessen oder nur die Dicke des *M. longissimus dorsi*, da diese bei erkrankten Tieren ebenso deutlich abnimmt

und damit ebenfalls klinisch relevant ist (Baumgartner 2014). Etwaige Unterschiede in der SDM waren sowohl zwischen männlichen und weiblichen, tragenden und nicht tragenden und geschorenen oder nicht geschorenen Tieren nicht signifikant, diese Untersuchung kann also unabhängig von diesen Parametern eingesetzt werden.

Im Gegensatz zur SDM und dem BCS wiesen tragende Tiere, wie zu erwarten, ein signifikant höheres KGW auf als nicht tragende, im Schnitt 2,39 kg. Die Ursache ist im Gewicht des Fötus und des Fruchtwassers zu finden (Burton et al. 2003). Da bei den Tieren allerdings nicht unterschieden wurde, wie weit fortgeschritten die Trächtigkeit war, ist es mit den Ergebnissen dieser Arbeit nicht möglich, zu sagen, ab wann KGW und SDM nicht mehr korrelieren. Die SDM der tragenden Tiere fiel sogar geringgradig niedriger aus als die der nicht tragenden, allerdings war dieser Unterschied nicht signifikant. Eine Begründung hierfür könnte sein, dass der Energiebedarf tragender Tiere steigt und sie deswegen tendenziell eher schlechter mit Energie versorgt sind und als Folge die Körperkondition eher abnimmt. Weitere Studien mit definierten Gruppen von Trächtigkeitsstadien können diesbezüglich sinnvoll sein.

Das normale Gewicht von Stuten liegt laut Literatur zwischen 60 und 75 kg, Hengste können bis 100 kg erreichen (Wagner und Ganter 2020). Die Tiere in dieser Studie waren deutlich leichter (24,5-88,2 kg), was sich durch die Auswahl der Tiere erklären lässt (größtenteils Patiententiere). Zusätzlich waren Stuten im Durchschnitt schwerer als die männlichen Tiere, da bei den weiblichen Tieren tragende Tiere dabei waren, ist das aber nicht verwunderlich.

Das Wiegen der Tiere war bei einem großen Teil der Alpakas sehr gut machbar. Hierbei ließen sich die Alpakas, die im Rahmen eines Betriebsbesuches vermessen wurden, leichter wiegen, da sie in gewohnter Umgebung und mit gewohnter Führungsperson weniger Angst vor dem fremden Untergrund hatten. Aufgrund von z. B. notwendigen genauen Dosierungen von Medikamenten bei bekanntem Gewicht wird empfohlen, sich als Neuweltkamele haltender Betrieb eine Waage anzuschaffen.

Da Alpaka bei der Schur ungefähr drei Kilo an Vlies verlieren (Gergely 2016), hätte man erwartet, dass die geschorenen Tiere tendenziell etwas leichter sind als die nicht geschorenen.

Das konnte in diesem Fall nicht beobachtet werden, allerdings war der Unterschied nicht signifikant und er könnte mit der Verteilung der tragenden Tiere in den Gruppen geschoren und ungeschoren zusammenhängen, sowie mit dem Abstand der Tiere zur letzten Schur. Beide Kriterien sind hier nicht mit untersucht worden. Obwohl die ungeschorenen Tiere tendenziell leichter waren, war im Durchschnitt der BCS höher als bei den geschorenen. Der Unterschied war nicht signifikant und könnte darauf zurückgeführt werden, dass bei der subjektiven Beurteilung die Muskelbedeckung der Knochen unter dem Vließ palpatorisch überschätzt wurde.

Durch diese Aspekte ist die Messung der Muskeldicke vor allem für einen halbjährlichen oder jährlichen Bestandsbesuch inklusive Bestandsuntersuchung und Dokumentation durch die tiermedizinisch betreuende Person geeignet sowie für ein engmaschiges Monitoring im Krankheitsfall.

Die vorliegende Untersuchung hat mit einer eher kleinen Kohorte an Alpakas gezeigt, dass die SDM in jeder der Untergruppen „männlich“, „weiblich tragend“ und „weiblich nicht tragend“ eine auf dem Level von $p < 0,05$ signifikante mittlere Korrelation mit dem BCS aufweist ($r(\text{männlich}) = 0,584$; $r(\text{weiblich tragend}) = 0,684$; $r(\text{weiblich nicht tragend}) = 0,731$). Allerdings wiesen die erhobenen Daten Bestimmtheitsmaße von $R^2 < 50\%$ auf, woraus sich ergibt, dass zunächst noch keine Aussage zur Umrechenbarkeit der Muskeldicke zu BCS gemacht werden kann. Hierfür müsste man in weiteren Studien Verlaufsuntersuchungen mit einzelnen Tieren über einen längeren Zeitraum machen, in denen die einzelnen Änderungen von BCS und SDM miteinander in Beziehung gesetzt werden können.

Auch wäre es sinnvoll, Tiere mit extremen Ernährungszuständen (kachektisch und adipös) in folgende Untersuchungen mit aufzunehmen, um eine ausreichende Korrelation zwischen der SDM und BCS-Erhebung in diesen Bereichen zu untersuchen. Die Ergebnisse der Regression zeigen bei dieser Gesamtstichprobe daher trotz guter Korrelationswerte eher unbefriedigende Ergebnisse hinsichtlich des Bestimmtheitsmaßes. Eine präzise Schätzung des BCS aufgrund der erhobenen Muskeldicke konnte hier nicht erreicht werden, weitere Untersuchungen in diese Richtung wären wünschenswert.

Diese Untersuchung beschäftigte sich ausschließlich mit Alpakas im Alter von über zwölf Monaten. Ob sich in einer Studie mit Lamas ähnliche Ergebnisse zeigen, könnte ebenfalls im Rahmen einer weiterführenden Studie erhoben werden. Aufgrund des höheren Gewichts und der größeren Statur ist allerdings davon auszugehen, dass die erhobenen Werte beider Arten (Lama und Alpaka) in den Studien getrennt ausgewertet werden sollten.

Ebenfalls ein interessanter Ansatz wäre, ob sich durch die Bildung eines Quotienten mit einer Strecke, gemessen an einer anderen anatomischen Struktur, Unterschiede in Größe oder Alter ausgleichen lassen. Des Weiteren wäre es ebenfalls interessant, ob eine Muskeldickemessung an anderen Lokalisationen, wie zum Beispiel analog zur Rückenfettdicke beim Rind, ähnliche Ergebnisse bringt. Für Betriebe ohne Waage wäre auch ein Vergleich mit dem Gewicht bei nicht tragenden Tieren sinnvoll, um z. B. Medikamente richtig dosieren zu können. Ebenfalls sollte sich eine Studie zur Intra- und Interrater-Reliabilität anschließen, um die Objektivität der Ergebnisse zu überprüfen, da diese in der vorliegenden Studie aufgrund fehlender Möglichkeit von Wiederholungsmessungen nicht behandelt werden konnte.

Abschließend lässt sich sagen, dass sich die ursprünglich der Untersuchung zugrunde liegende Hypothese, dass eine sonographische Distanzmessung der Haut, Unterhaut und des *M. longissimus dorsi* ohne viel Aufwand möglich und gut durchführbar ist, bestätigt hat. Ebenso hat sich gezeigt, dass ein positiver Zusammenhang zwischen den Ergebnissen der Distanzmessung, des BCS und des Körpergewichtes besteht, welcher allerdings durch das niedrige Bestimmtheitsmaß nicht zufriedenstellend ist und in einer weiteren Studie mit einer breiter gestreuten Tierausswahl überprüft werden sollte.

Die sonographische Distanzmessung hat das Potential, bei der Einzeltierbetreuung im Krankheitsfall den Ernährungszustand über einen längeren Zeitraum überprüfen zu können. Sie ist ebenfalls bei der Bestandsbetreuung im Rahmen des Monitorings einsetzbar, um frühzeitig Veränderungen in der Körperkondition einzelner Tiere oder der gesamten Herde erkennen zu können.

6. Zusammenfassung

Ziel dieser Arbeit war es, zu untersuchen, ob die sonographische Distanzmessung (SDM) von Haut, Unterhaut und *M. longissimus dorsi* im Bereich des 1./2 Lendenwirbels bei Alpakas eine praxistaugliche und objektive Alternative zum Body Condition Score (BCS) als Körperkonditionsbestimmung darstellt.

Änderungen des Ernährungszustandes sind bei Neuweltkamelen, zu denen die Alpakas gehören, häufig die einzigen von außen erkennbaren Krankheitsanzeichen. Die häufigste Ursache sind Endo- und Ektoparasiten sowie infektiöse Krankheiten. Es existieren verschiedene Möglichkeiten und Skalen zur Erhebung des Body Condition Scores, die am häufigsten verwendete wird in einer fünfstufigen Skala angegeben von kachektisch bis adipös. Vergleichbar mit der Körperkonditionsbestimmung beim Neuweltkamel gibt es auch beim Rind und beim kleinen Wiederkäuer verschiedene Verfahren, den Body Condition Score zu bestimmen, zum Beispiel Schemata mit fünf oder zehn Abstufungen. Insgesamt ist der Body Condition Score eine subjektive Einschätzung, was diese Beurteilung fehleranfällig macht, sobald mehrere Personen diesen erheben und vergleichen wollen. Für das Rind hat sich als objektive Methode die sonographische Messung der Rückenfettdicke etabliert, die für diese Arbeit als Anhaltspunkt diente.

Für diese Arbeit wurden insgesamt 54 Alpakas vermessen. Erhoben wurden das Geschlecht, der Trächtigkeitstatus, der Schurstatus, das Körpergewicht, der Body Condition Score und die sonographische Distanzmessung des *Musculus longissimus dorsi*, der Haut und der Unterhaut.

Die Untersuchung hat sowohl bei männlichen, bei weiblichen tragenden als auch bei weiblichen nicht tragenden Tieren mindestens eine mittlere Korrelation, die signifikant war, zwischen dem Body Condition Score und der sonographischen Distanzmessung gezeigt ($r > 0,584$ bei einem Signifikanzlevel von $p < 0,05$). Die sonographische Messung ist sehr einfach, schonend und ohne großen Aufwand durchzuführen.

Eine Zuordnung einer Muskeldicke zu einem bestimmten Body Condition Score ist allerdings auf Grundlage der verwendeten Daten noch nicht möglich, da kaum Tiere mit extremen Ernährungszuständen (kachektisch, adipös) untersucht wurden. Es sollten sich Arbeiten zu Alpakas und Lamas mit einer breiteren BCS-Streuung und dann eventuell möglichen Unterteilungen wie zum Beispiel Trächtigkeitsfortschritt anschließen.

7. Summary

The aim of this work was to investigate, whether the sonographic measurement of the distance of cutis, subcutis and *M. longissimus dorsi* in the range of the 1st/2nd. lumbar vertebrae in alpacas represent a practical and objective alternative to the body condition score as a body condition determination.

Changes in the nutritional status of new world camelids to which alpacas belong are often the only outwardly recognizable signs of illness. The most common causes are endo- and ectoparasites as well as infectious diseases.

There are various possibilities and scales for the elevation of the body condition score, the most commonly used is a five-point scale ranging from cachectic to adipose.

Similar to the body condition determination of the new world camelids, there are also different ways of cattle and of small ruminants to determine the body condition score, for example schemes with 5 or 10 gradations.

Overall, the body condition score is a subjective assessment, which makes this assessment prone to errors as soon as several people want to collect and compare it.

For cattle, the sonographic measurement of back fat thickness has been established as an objective method, which served as a point of reference for this work.

A total of 54 alpacas were measured for this work. Gender, state of pregnancy, grooming status, weight, body condition score and sonographic distance measuring of *m. longissimus dorsi*, skin and subcutis were recorded.

The study showed a middle correlation with significance between the body condition score and the sonographic distance measuring ($r > 0.584$ with a significance level of $p < 0.05$) in male, female pregnant and female non-pregnant animals. The sonographic examination is very easy, gentle and can be carried out without much effort.

However, it is not yet possible to assign muscle thickness to a specific body condition score based on the data used, because animals with extreme body condition (cachectic, obese) weren't examined. Work on alpacas and llamas with a larger range of the bcs and then possible subdivisions such as pregnancy progress should follow.

8. Abkürzungsverzeichnis

Abb. Abbildung

BCS Body Condition Score

KGW Körpergewicht

LW Lendenwirbel

M. Musculus

SDM sonographische Distanzmessung von Haut, Unterhaut und *M. longissimus dorsi*

9. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Body condition scoring per Adspektion und Palpation von Milchkühen der Rasse Holstein Friesian (Metzner et al. 1993)	12
Abb. 2: Beispielhafte Darstellung des Verlaufs der Körperkondition abhängig vom Laktationsstadium innerhalb einer Milchviehherde. Der optimale BCS bewegt sich im Bereich zwischen den zwei Linien (Metzner et al. 1993).....	13
Abb. 3: Rückenfettdickemessung bei einem Rind mit normalem Ernährungszustand, Rückenfettdicke hier: 16 mm (Schröder und Staufenbiel 2006), Beschriftung von oben nach unten: Haut, Fascia superficialis, Fascia profunda, Musculus gluteus	14
Abb. 4: Referenzkurve der Rückenfettdicke (hier BFT) während der Laktation für die Rasse Holstein Frisian und Kreuzungen dieser Rasse (arithmetisches Mittel und Standardabweichung). Beschriftung: BFT: Backfat thickness (Rückenfettdicke), DIM: Days in Milk (Laktationstag) (Schröder und Staufenbiel 2006)	15
Abb. 5: Referenzkurve der Rückenfettdicke bei der Rasse Fleckvieh mit arithmetischem Mittel (durchgezogene Linie), 95 % Konfidenzintervall (schwarz gestrichelt) und Standardabweichung (grau punktiert) (Boge et al. 2020).....	16
Abb. 6: Schematische Darstellung von Querschnitten durch Lendenwirbel, Fett und Muskulaturabdeckung mit Beurteilung des BCS von 1=abgemagert bis 5=adipös (Wagener und Ganter 2020)	20
Abb. 7: Schema zur Erhebung des BCS bei Neuweltkamelen (Van Saun 2013).....	22
Abb. 8: Waage beim Betriebsbesuch.....	25
Abb. 9: Scheiteln des Vlieses für die Sonographie im Bereich der Lendenwirbelsäule	27
Abb. 10: Richtige Positionierung des Linearschallkopfes zur sonographischen Distanzmessung von M. longissimus dorsi, Unterhaut und Haut.....	27
Abb. 11: exemplarisches Bild einer Sonographie mit Distanzmessung auf Höhe des ersten und zweiten Lendenwirbels (LW)	28
Abb. 12: Darstellung des Zusammenhangs zwischen SDM und BCS.....	34
Abb 13: Darstellung des Zusammenhangs zwischen SDM und KGW.....	35
Abb. 14: Darstellung des Zusammenhangs zwischen KGW und BCS.....	36

10. Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Anzahl der Tiere, aufgeteilt nach Geschlecht und Trächtigkeitsstatus	30
Tab. 2: Anzahl der Tiere, aufgeteilt nach Schurstatus.....	30
Tab. 3: Absolute Messwerte (BCS, KGW, SDM) mit Anzahl (N), kleinstem Wert (Min), größtem Wert (Max), Mittelwert (M), Standardabweichung (SD) und Medianwert ...	31
Tab. 4: Nach Geschlecht getrennte Anzahl (N), Mittelwert (M) und Standardabweichung (SD) der Kategorien BCS, KGW und SDM.....	32
Tab. 5: Innerhalb der weiblichen Tiere nach Trächtigkeitsstatus getrennte Anzahl (N), Mittelwert (M) und Standardabweichung (SD) der Kategorien BCS, KGW und SDM	32
Tab. 6: Nach Schurstatus getrennte Anzahl (N), Mittelwert (M) und Standardabweichung (SD) der Kategorien BCS, KGW und SDM.....	32

11. Literaturverzeichnis

- Australian alpaca association limited. 2008. Alpaca fact sheet #4, BODY CONDITION SCORE (BCS) OF ALPACAS. <https://alpacalibrary.com/index.php/husbandry-for-beginners/body-condition-for-beginners/alpaca-fact-sheet-4-body-condition-score-bcs-of-alpacas>. aufgerufen am 18.04.2022
- Ballweber LR. 2009. Ecto- and Endoparasites of New World Camelids. *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 25(2):295–310.
- Bauerstatter S, Lambacher B, Stanitznig A, Wittek T, Franz S. 2018. Neuweltkamele in Österreich – Untersuchungen zur Population, Haltung, Herdenmanagement und Gesundheitsprophylaxe. *Wiener tierärztliche Monatsschrift*, 105:191–199.
- Baumgartner W. 2014. *Klinische Propädeutik der Haus- und Heimtiere*. 8. Auflage. Stuttgart: Enke Verlag.
- Boge S, Tichy A, Leeb F, Schmausser M, Drillich M, Pothmann H. 2020. Der Konditionsverlauf von Milchkühen der Rasse Fleckvieh - ein Update der Referenzkurve der Rückenfettdicke mit Berücksichtigung der Wachstumsphase von jüngeren Kühen. *Wiener tierärztliche Monatsschrift*, 108(September):96–103.
- Brown DJ, Savage DB, Hinch GN, Hatcher S. 2015. Monitoring liveweight in sheep is a valuable management strategy: A review of available technologies. *Animal Production Science*, 55(4):427–436.
- Van Burgel AJ, Oldham CM, Behrendt R, Curnow M, Gordon DJ, Thompson AN. 2011. The merit of condition score and fat score as alternatives to liveweight for managing the nutrition of ewes. *Animal Production Science*, 51(9):834–841.
- Burton S, Robinson TF, Roeder BL, Johnston NP, Latorre E V., Reyes SB, Schaajle B. 2003. Body condition and blood metabolite characterization of alpaca (*Lama pacos*) three months prepartum and offspring three months postpartum. *Small Ruminant Research*, 48(2):69–76.
- Cebra C, Van Saun RJ, Anderson DE, Tibary A, Johnson LRW. 2014. *Llama and Alpaca Care: Medicine, Surgery, Reproduction, Nutrition, and Herd Health: First Edition*. St. Louis: Elsevier Ltd.
- Cebra CK, Garry FB, Powers BE, Johnson LW. 1995. Lymphosarcoma in 10 New World Camelids. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 9(6):381–385.

- Dadak AM, Wieser C, Joachim A, Franz S. 2013. Efficacy and safety of oral praziquantel against *Dicrocoelium dendriticum* in llamas. *Veterinary Parasitology*, 197(1–2):122–125.
- DeLaval. 2014. Introducing DeLaval body condition scoring BCS. <https://www.delaval.com/de/unsere-losungen/farm-management/delpro-precision-analytics/delaval-body-condition-scoring-kamera-bcs/>. aufgerufen am 18.04.2022
- Dias LG, Silva SR, Teixeira A. 2020. Simultaneously prediction of sheep and goat carcass composition and body fat depots using in vivo ultrasound measurements and live weight. *Research in Veterinary Science*, 133(March):180–187.
- Duff JP, Maxwell AJ, Claxton JR. 1999. Chronic and fatal fascioliasis in llamas in the UK. *Veterinary Record*, 145(11):315–316.
- Edmonson AJ, Lean IJ, Weaver LD, Faryer T, Webster G. 1989. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 72 (1):68–78.
- Fahrmeir L, Heumann C, Künstler R, Pigeot I, Tutz G. 2016. Statistik. Der Weg zur Datenanalyse. 8. überarb 8. überarb. Berlin: Springer Spektrum.
- Fowler M. 2010. *Medicine and surgery of camelids*. Third Edit. Wiley-Blackwell, Ames, Iowa.
- Fowler ME. 1994. Health care of the geriatric llama and alpaca. *The Veterinary clinics of North America. Food animal practice*, 10(2):391–399.
- Franz S. 2018. Kameliden : der dermatologische Patient. *Klauentierpraxis*, 26:27–31.
- Gauly M, Vaughan J, Cebra C. 2019. *Neuweltkameliden - Haltung, Zucht, Erkrankungen*. 4. aktualisierte Auflage. Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG.
- Gergely A. 2016. Aufbau und Beurteilung der Alpakafaser – eine Übersicht. *Klauentierpraxis* 24:27-31.
- Geurden T, Deprez P, Vercruysse J. 2003. Treatment of sarcoptic, psoroptic and chorioptic mange in a Belgian alpaca herd. *Veterinary Record*, 153(11):331–332.
- Gunsser I, Hänichen T, Maierl J. 1999. Leberegelbefall bei Neuweltkameliden: Parasitologie, Pathologie: Klinik und Therapie. *Tierärztliche Praxis Großtiere*, 27(3):187–192.
- Hayes CJ, O'Brien PJ, Wolfe A, Hoey S, Chandler C, Rhodes V, Carty CI, Piras IM, Ryan EG. 2021. Acute fasciolosis in an alpaca: a case report. *BMC Veterinary Research*, 17(1):1–11.

- Hund A, Wittek T. 2018. Abomasal and Third Compartment Ulcers in Ruminants and South American Camelids. *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 34(1):35–54.
- Johnson LW. 1994. Update. Llama nutrition. *The Veterinary clinics of North America. Food animal practice*, 10(2):187–201.
- Keinprecht H, Pichler M, Pothmann H, Huber J, Iwersen M, Drillich M. 2016. Short term repeatability of body fat thickness measurement and body condition scoring in sheep as assessed by a relatively small number of assessors. *Small Ruminant Research*, 139:30–38.
- Lama und Alpaka Register Austria.
- Lambacher B, Wittek T, Joachim A, Dadak A, Stanitznig A, Hinney B, Tichy A, Duscher G, Franz S. 2016. From the New World to the Old World: Endoparasites of South American Camelids in Austria. *Wiener Tierärztliche Monatsschrift*, 103(1–2):33–42.
- Leguía G. 1991. The epidemiology and economic impact of llama parasites. *Parasitology Today*, 7(2):54–56.
- Martin JM, Valentine BA, Cebra CK, Bildfell RJ, Löhr C V, Fischer KA. 2009. Malignant Round Cell Neoplasia in Llamas and Alpacas. *Veterinary Pathology*, 46(2):288–298.
- Martin JM, Valentine BA, Cebra CK. 2010. Clinical, ultrasonographic, and laboratory findings in 12 llamas and 12 alpacas with malignant round cell tumors. *Canadian Veterinary Journal*, 51(12):1379–1382.
- Metzner M, Heuwieser W, Klee W. 1993. Die Beurteilung der Körperkondition im Herdenmanagement. *Der praktische Tierarzt*, 74:991–8.
- Mullins IL, Truman CM, Campler MR, Bewley JM, Costa JHC. 2019. Validation of a Commercial Automated Body Dairy Farm. *Animals*, 9(287):1–9.
- Niehaus A. 2009. Dental Disease in Llamas and Alpacas. *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 25(2):281–293.
- Niehaus AJ, Anderson DE. 2007. Tooth root abscesses in llamas and alpacas: 123 cases (1994–2005). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 231(2):284–289.
- Pothmann H, Tichy A, Drillich M. 2014. Der Verlauf der Rückenfettdicke von Österreichischen Fleckviehkühen - Erstellung einer Referenzkurve. *Wiener Tierärztliche Monatsschrift*, 101(9–10):206–213.

- Pothmann H, Erlen A, Pichler M, Huber J, Drillich M. 2015. Korrelation und Vergleich der Wiederholbarkeit von Body Condition Scoring und Rückenfettdickenmessung unterschiedlicher Untersucher bei Milchkühen. *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift*, 128(7–8).
- Santucci PM, Branca A, Napoleone M, Bouche R, Aumont G, Poisot F, Alexandre G. 1991. Body condition scoring of goats in extensive conditions. *Goat Nutrition*. 240–255, Pudoc, Niederlande: Morand-Fehr, P.;
- Van Saun RJ. 2009a. Nutritional Requirements and Assessing Nutritional Status in Camelids. *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 25(2):265–279.
- Van Saun RJ. 2009b. Nutritional Diseases of Llamas and Alpacas. *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 25(3):797–810.
- Van Saun RJ. 2013. Body Condition Scoring of Llamas and Alpacas. <https://extension.psu.edu/body-condition-scoring-of-llamas-and-alpacas>. aufgerufen am 25.07.2021
- Schäfers M, Metzner M, Klee W. 2002. Untersuchungen zur Körperkonditionsbeurteilung bei Milchkühen der Rasse »Fleckvieh« unter den Haltungsbedingungen des nördlichen Oberbayerns. *Tierärztliche Umschau*, 57(3):152–160.
- Schlögl C. 2010. Erhebungen zum Vorkommen von Endo- sowie Ektoparasiten bei Neuweltkameliden. [Dissertation] München.
- Schröder UJ, Staufenbiel R. 2006. Invited review: Methods to determine body fat reserves in the dairy cow with special regard to ultrasonographic measurement of backfat thickness. *Journal of Dairy Science*, 89(1):1–14.
- Scott DW, Vogel JW, Fleis RI, Miller WH, Smith MC. 2011. Skin diseases in the alpaca (*Vicugna pacos*): A literature review and retrospective analysis of 68 cases (Cornell University 1997-2006). *Veterinary Dermatology*, 22(1):2–16.
- Selbitz H-J, Truyen U, Valentin-Weigand P. 2011. *Tiermedizinische Mikrobiologie, Infektions- und Seuchenlehre*. 9. vollstä. 9. vollstä. Stuttgart: Enke Verlag.
- Semakula J, Corner-Thomas RA, Morris ST, Blair HT, Kenyon PR. 2020. The effect of age, stage of the annual production cycle and pregnancy-rank on the relationship between liveweight and body condition score in extensively managed romney ewes. *Animals*, 10(5):1–19.

- Semakula J, Corner-Thomas RA, Morris ST, Blair HT, Kenyon PR. 2021. Predicting ewe body condition score using adjusted liveweight for conceptus and fleece weight, height at withers, and previous body condition score record. *Translational Animal Science*, 5(3): 1-12.
- Silva SR, Guedes CM, Santos VA, Lourenço AL, Azevedo JMT, Dias-da-Silva A. 2007. Sheep carcass composition estimated from Longissimus thoracis et lumborum muscle volume measured by in vivo real-time ultrasonography. *Meat Science*, 76(4):708–714.
- Silva SR, Payan-Carreira R, Quaresma M, Guedes CM, Santos AS. 2016. Relationships between body condition score and ultrasound skin-associated subcutaneous fat depth in equids. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 58(1):37–42.
- Smith BB, Pearson EG, Timm KI. 1994. Third compartment ulcers in the llama. *The Veterinary clinics of North America. Food animal practice*, 10(2):319–330.
- Song X, Bokkers EAM, Mourik S Van, Koerkamp PWGG, Tol PPJ Van Der. 2019. Automated body condition scoring of dairy cows using 3-dimensional feature extraction from multiple body regions Automated body condition scoring of dairy cows using 3-dimensional feature extraction from multiple body regions. *Journal of Dairy Science*, 102(5):4294–4308.
- Steinparzer R. 2012. Untersuchungen zur Gewichtsbestimmung und Beurteilung der Körperkondition bei Neuweltkameliden [Diplomarbeit]. Wien.
- Thompson J, Meyer H. 1994. Body condition scoring of sheep. Extension circular (Oregon State University. Extension Service), 1433(April):3–6.
- Tornquist SJ, Van Saun RJ, Smith BB, Cebra CK, Snyder SP. 1999. Hepatic lipidosis in llamas and alpacas: 31 cases (1991-1997). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 214 (9):1368–1372.
- Tornquist SJ, Cebra CK, Van Saun RJ, Smith BB, Mattoon JS. 2001. Metabolic changes and induction of hepatic lipidosis during feed restriction in llamas. *American Journal of Veterinary Research*, 62(7):1081–1087.
- Trah M, Wittek T. 2013. Fütterung. Alpakas und Lamas, Fütterung und fütterungsbedingte Erkrankungen. 1. Auflage. 9–12, Kaufbeuren: LAMAS Verlag;

- Valentine BA, Martin JM. 2007. Prevalence of Neoplasia in Llamas and Alpacas (Oregon State University, 2001-2006). *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 19(2):202–204.
- Wagener MG, Ganter M. 2020. Body condition scoring in South American camelids. *Praktischer Tierarzt*, 101(7):684–696.
- Waringo P. 2018. Untersuchung der systematischen Anatomie der Wirbelsäule und der Wirbelsäulenmuskulatur des Alpakas (*Vicugna pacos*)[Dissertation]. München.
- Wheeler J. 1982. Aging llamas and alpacas by their teeth. *Llama World*, 1(2):12–17.
- Windschnurer I, Eibl C, Franz S, Gilhofer EM, Waiblinger S. 2020. Alpaca and llama behaviour during handling and its associations with caretaker attitudes and human-animal contact. *Applied Animal Behaviour Science*, 226(March):104989.
- Wittek T, Franz S. 2021. *Praxishandbuch Neuweltkamele*. Hannover: Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH&Co KG.