

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

Institut für Tierernährung und Funktionelle Pflanzenstoffe
(Leiter: Univ.-Prof. Dr.sc.agr. Qendrim Zebeli)

**Auswirkungen einer Ruminotomie während einer experimentellen
Fistulierung auf die Gesundheit der Wiederkäuer und die
physiologische Funktion des Pansens**

Diplomarbeit

Veterinärmedizinische Universität Wien

vorgelegt von
Laura Beissel

Wien, im Juni 2023

Betreuer: Dr. Thomas Hartinger (Institut für Tierernährung und Funktionelle Pflanzenstoffe)

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

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen bedanken, die mich bei der Erstellung dieser Diplomarbeit unterstützt haben.

Ein besonderer Dank kommt Dr. Thomas Hartinger zu, der mir immer alle meine Fragen beantwortet hat, sowie immer mit konstruktiver Kritik zur Seite stand und eine entscheidende Stütze war.

Einen wichtigen Beitrag leisteten auch alle Mitarbeiter des Lehr- und Forschungsguts, sowie des Instituts der Tierernährung und funktionelle Pflanzenstoffe, der Veterinärmedizinischen Universität Wien, die mich bei diesem Projekt unterstützt haben.

Zu guter Letzt sei auch meiner Familie und meinen Freunden gedankt, die mich während des ganzen Studiums unterstützt haben und immer an meiner Seite standen.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Literaturübersicht	3
2.1. Die physiologische Verdauung der Wiederkäuer	3
2.2. Pathologische Abweichungen der Vitalparameter	3
2.3. Herzfrequenz	4
2.4. Atemfrequenz	4
2.5. Innere Körpertemperatur	4
2.6. Pansenadspektion, -auskultation und -palpation	5
2.7. Nasssiebung von Kotproben	6
2.8. Pansenscore	6
2.9. Kotscore	7
2.10. Painscore	8
2.11. Fistulierung des Pansens	9
2.11.1. Nutzen der Pansenfistel	9
2.11.2. Operation zur Fistulierung des Pansens	10
3. Material und Methode	11
3.1. Tiere	11
3.2. Datenerhebung	11

3.3.	Gesundheitsvariablen	12
3.4.	Kotvariablen	13
3.5.	Statistische Auswertung	13
4.	Ergebnisse	15
4.1.	Gesundheitsvariablen	15
4.1.1.	Painscore	15
4.1.2.	Fresslust	15
4.1.3.	Herzfrequenz	15
4.1.4.	Atemfrequenz	15
4.1.5.	Innere Körpertemperatur	15
4.1.6.	Pansenauskultation und -palpation	17
4.1.7.	Pansenscore	17
4.1.8.	Gewicht und BCS	18
4.1.9.	Pasentemperatur und Tieraktivität	18
4.2.	Kotvariablen	19
4.2.1.	Kotscore	19
4.2.2.	Nasssiegung	20
5.	Diskussion	21
5.1.	Gesundheitsparameter	21
5.2.	Verdauungsparameter	23

6. Conclusio	25
7. Zusammenfassung	26
8. Summary	27
9. Literaturverzeichnis	28
10. Abbildungs-/ Tabellenverzeichnis	33
11. Abkürzungsverzeichnis	34

1. Einleitung

Die Verdauung der Wiederkäuer stellt einen sehr komplexen Prozess dar, welcher kontinuierlicher Forschung bedarf, um Abbauprozesse im Vormagensystem besser verstehen zu können und somit die Fütterung und potenzielle Umweltwirkungen positiv zu beeinflussen. Dabei ist der Pansensaft und seine Zusammensetzung eines der wichtigsten Hilfsmittel, um den Verdauungstrakt der Wiederkäuer zu erforschen (Castillo und Hernández 2021). Um einfach und effizient an Pansensaft zu gelangen, gibt es mehrere Methoden, wobei die permanente Pansenfistel eine der am meisten angewendeten Methoden darstellt (Castillo und Hernández 2021). Weitere Methoden sind die Entnahme über eine Maulschlundsonde (Spanghero et al. 2019) oder z. B. die Ruminozentese (Nordlund und Garrett 1994). Diese Methoden haben jeweils ihre Vor- und Nachteile. So stellt die Fistulierung des Pansens zwar einen größeren chirurgischen Eingriff dar (Martineau et al. 2015), jedoch müssen die Kühe in späterer Folge nicht für jede Probennahme ruhiggestellt werden, wie z. B. bei der Entnahme des Pansensafts mittels Maulschlundsonde (Spanghero et al. 2019). Nordlund und Garrett behaupteten 1994, dass der Pansensaft, der über die Maulschlundsonde gewonnen wird, im Vergleich zu dem, der über die Ruminozentese gewonnen wird, stark mit Speichel aus dem Maul kontaminiert ist. Steiner et al konnten dies 2015 jedoch widerlegen und die AutorInnen behaupten, dass die Speichelkontamination für die pH-Messung vernachlässigbar ist.

Die Pansenfistel kann nicht nur experimentell, sondern auch therapeutisch genutzt werden. Die Pansensaftübertragung von einer gesunden zu einer erkrankten Kuh ist eine weit verbreitete Methode, um das Vormagensystem bzw. die Fermentation der erkrankten Kuh wieder zu stabilisieren (Lafin und Gnad 2008, DePeters und George 2014). Derzeit spielt die Methode der Pansenfistel jedoch vor allem zu Versuchszwecken eine wichtige Rolle. So können z. B. die Fermentation im Vormagensystem überprüft, die Auswirkungen neuer Futterquellen ermittelt, verschiedene Erkrankungen des Pansens weiter untersucht, oder auch die Methanemissionen von Rindern kontrolliert und analysiert werden (Castillo und Hernández 2021). Der Vorteil der Pansenfistel gegenüber den anderen Methoden liegt insbesondere darin, dass man zu jeder Zeit und kontinuierlich Proben aus dem Pansen entnehmen kann, ohne das Tier in seinem Dasein zu beeinträchtigen. Außerdem können durch die Pansenfistel größere Probenvolumina entnommen werden (DePeters und George 2014).

Der Anblick der Pansenfistel löst bei manchen Menschen jedoch immer wieder einen ethischen Konflikt aus. Da die Pansenfisteln in den meisten Fällen nur zu experimentellen Zwecken angelegt werden und sie dadurch keine therapeutische Begründung haben, werden sie immer wieder kontrovers diskutiert. So wird die Fistulierung des Pansens einerseits als „Tierquälerei“ (Hadfield 2022), andererseits als „unentbehrlicher Teil der Forschung“ (Castillo und Hernández 2021) betitelt.

Bei den meisten Forschungsprojekten wird die Pansenfistel nur als Mittel zum Zweck genutzt. Derzeit gibt es also kaum Untersuchungen, ob eine solche Pansenfistulierung schädlich für die fistulierten Tiere ist, oder nicht. Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurde sich daher zum Ziel gesetzt, zu prüfen, ob das Anlegen einer Pansenfistel Einflüsse auf die Gesundheit von Holstein Milchkühen bzw. auf deren physiologische Verdauung hat. Die Hypothese dabei war, dass eine Pansenfistulierung zu keinen Beeinträchtigungen in der Gesundheit und Verdauung der Rinder führt.

2. Literaturübersicht

2.1. Die physiologische Verdauung der Wiederkäuer

Charakteristisch für das Verdauungssystem der Wiederkäuer ist die Unterteilung in die drei Vormägen (Haube, Pansen und Blättermagen) und den Labmagen. Bei einem adulten Rind nimmt der Hauben-Pansen-Komplex im Durchschnitt ein Viertel des Körpergewichts ein, was ungefähr 150 L Volumen bei einer Kuh mit einer hohen Milchleistung entspricht (Breves et al. 2022). Der Pansen stellt das größte Kompartiment dar, welches eine Vielzahl von Bakterien, Protozoen, anaeroben Pilzen und Viren enthält. Diese Mikroorganismen leben in einer Symbiose mit ihrem Wirtstier und führen dazu, dass Rinder problemlos eine große Vielfalt an Futtermitteln verdauen können, inklusive für Monogastrier unverdauliche Faser (Hall und Silver 2001). Die Pansentemperatur und der -pH müssen möglichst konstant sein, damit die Mikroorganismen in ihrem idealen Milieu arbeiten können (Umphrey und Staples 1992). Der physiologische Pansen-pH liegt zwischen 6,2 und 7,5 (Baumgartner und Wittek 2017). Diese konstanten Bedingungen sind auch notwendig, damit die Absorption von z. B. flüchtigen Fettsäuren, Laktat, Glucose, Natrium oder Magnesium über die Pansenschleimhaut physiologisch ablaufen kann (Hoover und Miller 1991). Es ist also wichtig, dass die Pansenschleimhaut intakt ist, damit das Futter effizient verwertet werden kann.

Des Weiteren spielt auch das Wiederkäuen eine sehr große Rolle. Es ist essenziell, damit die Verdauung nicht in ihrem physiologischen Ablauf gestört ist. Durch das Kauen wird die Speichelproduktion gefördert und durch seinen hohen Bikarbonat-Anteil dient der Speichel als Puffer für den Pansen und trägt dazu bei, den Pansen-pH konstant zu halten. Außerdem wird durch das Wiederkäuen die Partikelgröße verringert, was wiederum die Passage durch den Pansen erleichtert (Beauchemin 1991). Die im Kot verbleibende Partikelgröße entspricht jener Größe, mit welcher das verdaute Futter den Pansen verlässt, da die Partikel im unteren Verdauungstrakt nicht mehr bedeutend verkleinert werden (Rinne et al. 2002).

2.2. Pathologische Abweichungen der Vitalparameter

Die Vitalparameter wurden nach der Propädeutik von Baumgartner und Wittek (2017) erhoben. Im Folgenden werden die physiologischen Befunde und die pathologischen Abweichungen der erhobenen Parameter aufgelistet.

2.3. Herzfrequenz

Ein adultes Rind zeigt unter physiologischen Umständen eine Herzfrequenz von 60–80 Herzschlägen/Minute (Baumgartner und Wittek 2017). Eine dysrhythmische Herzfrequenz, d. h. eine zu schnelle, zu langsame oder auch unregelmäßige Herzfrequenz, kann häufig bei Rindern vorkommen. Diese Störungen des physiologischen Herzrhythmus entstehen z. B. durch Imbalancen des Säure-Basen-Haushalts, der Elektrolyt-Konzentration oder auch durch Erkrankungen, die den Verdauungstrakt betreffen. Auch primäre Herzerkrankungen können ein Grund für Arrhythmien darstellen (McGuirk 1991). Eine Erhöhung der Herzfrequenz muss nicht immer mit einem pathologischen Prozess einhergehen, sondern kann auch vorliegen, wenn Kühe Stress, Angst oder Schmerz fühlen (Kovács et al. 2014).

2.4. Atemfrequenz

Die physiologische Atemfrequenz eines adulten Rindes beträgt 10–30 Atemzüge/Minute und die Atembewegung zeigt sich kostoabdominal mit abdominaler Betonung (Baumgartner und Wittek 2017). Eine erhöhte Atemfrequenz, eine Tachypnoe, findet man physiologisch bei Anstrengungen oder Aufregung. Bei Fieber und Schmerz zeigen die Tiere auch meist eine erhöhte Atemfrequenz (Baumgartner und Wittek 2017). Tiere, die aufgrund der erhöhten Außentemperatur unter Hitzestress leiden, zeigen größtenteils auch eine Tachypnoe (Gaughan 2000). Eine Bradypnoe, d. h. eine verringerte Atemfrequenz, zeigt sich vor allem bei Krankheiten, die das Gehirn betreffen und somit das Atemzentrum beeinträchtigen (Baumgartner und Wittek 2017).

2.5. Innere Körpertemperatur

Physiologischerweise verändert sich die innere Körpertemperatur innerhalb des Tagesverlaufes. So zeigen die Tiere morgens eine niedrigere innere Körpertemperatur als abends (Wrenn et al. 1961). Die physiologische innere Körpertemperatur eines adulten Rindes liegt zwischen 38,3–38,8 °C. Man spricht von einer „geringgradigen“ Erhöhung der Temperatur, wenn diese sich bis zu 1 °C erhöht. Liegt die Erhöhung zwischen 1 und 2 °C, spricht man von einer „mittelgradigen“ Erhöhung. Von einer „hochgradigen“ Erhöhung spricht man, wenn die Temperatur über 2 °C höher ist, als die physiologische innere Körpertemperatur (Baumgartner und Wittek 2017).

Bei Nutzung des Begriffs „Fieber“ ist die erhöhte innere Körpertemperatur immer als Teil eines ganzen Symptomkomplexes zu betrachten. Zu diesem Symptomkomplex zählt unter anderem auch die unregelmäßige Verteilung der Hauttemperatur, Sträuben der Haare und Schüttelfrost, sowie eine Erhöhung der Puls- und Atemfrequenz, gestörtem Allgemeinverhalten und ein gestörter Stoffwechsel. Man kann außerdem zwischen infektiösem Fieber, aseptischem Fieber und nervalem Fieber unterscheiden. Bei ersterem liegt eine Infektionskrankheit zugrunde, bei zweiterem liegt ein Absterben der Körperzellen vor und bei letzterem liegt ein Versagen des wärmeregulierenden Zentrums im Hypothalamus vor (Baumgartner und Wittek 2017).

Die innere Körpertemperatur kann auch anhand der Pansentemperatur, welche mittels Bolus gemessen wird, festgelegt werden (Ipema et al. 2008). Somit kann ein kontinuierliches Monitoring der Temperatur durchgeführt werden. In einer Studie von Rose-Dye et al. (2011) wurde nachgewiesen, dass die rektal gemessene Temperatur um 0,13 °C höher war, als die, die im Pansen gemessen wurde.

2.6. Pansenadspektion, -auskultation und -palpation

Wölbt sich der Pansen deutlich in der linken Hungergrube hervor, geht man von einer vermehrten Füllung des Pansens aus. Diese vermehrte Füllung kann entweder durch vermehrte Futteransammlung oder vermehrte Gasansammlung entstehen. Im Fall einer vermehrten Gasansammlung liegt eine Fermentationsstörung vor, da die entstandenen Gase nicht mehr aufgestoßen werden und sich folglich im Pansen ansammeln (Hall und Silver 2001).

Mithilfe der Auskultation des Pansens wird festgestellt, ob die Verdauung im Pansen physiologisch abläuft. Hierfür wird der Pansen für mindestens zwei Minuten auskultiert. Innerhalb dieser zwei Minuten sollte man physiologisch 2–3 Pansenzyklen, bzw. Pansenkontraktionen, auskultieren können (Baumgartner und Wittek 2017). Während der Futteraufnahme kann man doppelt so viele Pansenkontraktionen auskultieren (Breves et al. 2022). Größere Volumina des Futters, vor allem Raufutter fördern die Kontraktionen des Pansens, wohingegen zu starke Dehnung und eine hohe Konzentration an kurzkettigen Fettsäuren die Motorik des Pansens hemmt (Breves et al. 2022). Während der Auskultation des Abdomens wird auch die Schwing- und Perkussionsauskultation durchgeführt, um einen eventuell verlagerten Labmagen nach links bzw. nach rechts festzustellen.

Um die physiologische Konsistenz und Füllung des Pansens feststellen zu können, wird dieser mit der Faust von dorsal nach ventral durchgetastet. Außerdem kann die Schichtung des Panseninhalts durch Perkussion mit Perkussionshammer und Plessimeter festgestellt werden. Im oberen Bereich hört man einen überlauten Schall, der jedoch bei physiologischer Schichtung nur bedingt darstellbar ist. Im mittleren Bereich wird der Schall durch die vorhandene schwimmende Schicht etwas gedämpft. Der Schall ist hell und laut. Im untersten Bereich, welcher durch die Flüssigkeit geprägt wird, hört man eine absolute Dämpfung (Baumgartner und Wittek 2017).

2.7. Nasssiegung von Kotproben

Die Untersuchung des Kotes mittels Sieb wird vor allem in der Futtermittelanalytik und in Studien zur Verdauungsphysiologie eingesetzt (Fritz et al. 2012). Dabei kann zum einen die Partikelgrößenverteilung im Kot untersucht werden (Khorrami et al. 2022), aber auch Fremdkörper oder die ungenügende mechanische Behandlung von Körnern in Maissilagen erkannt werden. Nach Uden und Van Soest (1982) ist bei verdauungsphysiologischen Versuchen die Nasssiegung der Trockensiegung vorzuziehen.

Ein erhöhter Anteil an großen Partikeln ($>1,18$ mm) im Kot deutet dies auf eine verminderte Wiederkauaktivität und damit auf eine beschleunigte Passage der Ingesta durch die Vormägen hin (Friedrich-Pfützner et al. 2017). Die erhöhte Passagerate kann fütterungsbedingt sein, kann aber auch auf eine unvollständige Verdauung zurückzuführen sein. Ein erhöhter Anteil von Körnern im Kot kann auf eine gestörte Struktur des Panseninhaltes hinweisen (Skidmore 1990).

Poppi et al. legten 1980 die „kritische“ Partikelgröße auf 1,18 mm fest. Alle Partikel, die nach der Nasssiegung auf dem Sieb mit einer Größe von 1,18 mm oder größer zurückgehalten wurden, wurden als „große Partikel“ definiert. Nach Poppi et al. (1981) bleiben <5 % der Partikel im Kot auf dem Sieb mit einer Maschenweite von 1,18 mm zurück. Auch Maulfair et al. (2011) bestätigen die Größe von 1,18 mm. In ihrer Studie wurden insgesamt mehr als 36 % der Kotpartikel in einem Sieb der Größe 1,18 mm oder größer gesammelt.

2.8. Pansenscore

Die Pansenfüllung ist abhängig von der Futteraufnahme und vom jeweiligen Laktationsstadium, in dem sich die zu beobachtende Kuh befindet (Götze et al. 2019). Durch die Veränderung bzw. den Rückgang der Futteraufnahme und der damit einhergehenden

Veränderung der Pansenfüllung können verschiedene Erkrankungen frühzeitig erkannt werden (Burfeind et al. 2010). Aus diesem Grund haben Zaaijer und Noordhuizen (2003) ein Fünf-Punkte-Scoring-System zur adspektorischen Bestimmung der Pansenfüllung entwickelt: Der Pansenscore wird anhand des Erscheinungsbildes der linken Flanke zwischen der letzten Rippe, den Querfortsätzen der Lendenwirbelsäule und dem Hüfthöcker bestimmt.

Pansenscore 1: Die Flanke sieht leer aus. Hinter der letzten Rippe und unterhalb des Querfortsatzes ist die Flanke mehr als eine Handbreit eingesunken. Die Hungergrube ähnelt einem leeren Rechteck. Diese Note tritt bei Kühen auf, die krankheitsbedingt wenig oder nichts gefressen haben.

Pansenscore 2: Hinter der letzten Rippe ist die Flanke bis zu einer Handbreit eingefallen, unter den Querfortsätzen ist die Tiefe kleiner als eine Handbreit. Die Hungergrube hat von der Seite gesehen die Form eines Dreiecks. Diese Note kommt physiologischer Weise in den ersten Wochen *post partum* vor. Wenn sich der Score innerhalb der darauffolgenden Zeit nicht verbessert, deutet dies auf eine verminderte Futteraufnahme hin.

Pansenscore 3: Hinter der letzten Rippe ist die Flanke weniger als eine Handbreit eingesunken. Unter den Querfortsätzen verläuft die Haut zunächst eine Handbreit senkrecht nach unten und biegt sich dann nach außen. Die Hungergrube ist noch sichtbar. Diese Note ist bei laktierenden Kühen mit angemessener Trockenmasseaufnahme erwünscht.

Pansenscore 4: Hinter der letzten Rippe ist keine Hungergrube mehr sichtbar. Auch unter den Querfortsätzen wölbt sich die Haut direkt nach außen. Von der Seite ist keine Hungergrube erkennbar. Bei trockenstehenden Kühen oder Kühen in der Spätlaktation ist ein Pansenscore 4 wünschenswert.

Pansenscore 5: Die letzte Rippe und die Querfortsätze sind nicht mehr sichtbar. Durch den stark gefüllten Pansen ist keine Hungergrube erkennbar. Dieser Score sollte nur bei Trockenstehern vorkommen.

Nach Untersuchungen von Schneider et al. (2022) ist es wichtig sich bei der Arbeit mit dem Pansenscore auf die relativen Veränderungen und nicht auf die absoluten Werte zu konzentrieren. Der Pansenscore kann auch durch den Rang der Kuh, die individuelle Futteraufnahme oder den individuellen Körpertyp beeinflusst werden.

2.9. Kotscore

Die Beurteilung der Kotkonsistenz erfolgt anhand des Fünf-Punkte-Scoring-System von Skidmore (1990).

Kotscore 1: Sehr flüssiger Kot, die Konsistenz ähnelt der einer Erbsensuppe, der Kot bildet eine Pfütze. Wenn Krankheiten ausgeschlossen werden können, deutet dies auf einen Überschuss an abbaubarem Protein oder abbaubarer Stärke in der Ration hin. Das überschüssige Eiweiß wird verdaut und der Harnstoff wird nicht nur über den Harn ausgeschieden, sondern in den hinteren Darmabschnitten reabsorbiert. Dadurch entsteht ein osmotischer Gradient, der Wasser in den Darm zieht und zu Durchfall führt. Auch eine übermäßige Fütterung mit einigen Mineralien, wie z. B. Kalium, kann ein osmotisches Gefälle entstehen lassen und dadurch Durchfall auslösen.

Kotscore 2: Der Kot bildet keinen Haufen, sondern verläuft und bildet Ringe. Der Kothaufen ist etwa 2,5 cm hoch. Ein solcher Kot weist auf eine faserarme Ration mit einem hohen Anteil an abbaubarem Protein hin. Eine faserarme Ration kann zu einer höheren Trockenmasseaufnahme und damit zu einer höheren Passagerate führen. Eine höhere Passagerate erhöht den Durchfluss von Stärke und abbaubarem Protein aus dem Pansen in den hinteren Darmabschnitt, wo sie fermentiert werden können. Der Kot enthält mehr Wasser, wenn eine starke Fermentation im hinteren Darmabschnitt stattfindet. Dies kann auch zu Verlusten an Stärke und Stickstoff über den Kot führen.

Kotscore 3: Der Kot hat eine haferbreiartige Konsistenz, der Kothaufen ist 4 cm hoch und bildet 4–6 Ringe. Diese Konsistenz deutet auf einen ausgeglichenen Eiweiß- und Wasserhaushalt hin.

Kotscore 4: Der Kot ist mäßig eingedickt, klebt nicht an den Klauen und bildet keine Ringe. Dieser Kotscore ist vor allem bei Trockenstehern und Färsen zu finden, die eine überwiegend heubasierte Ration erhalten und kein oder nur wenig Krafftutter.

Kotscore 5: Bei diesem Kotscore liegen feste Kotballen vor.

Bei einem Kotscore von 4 und 5 kann auf faserreiche Rationen geschlossen werden, die zu einer längeren Verweildauer im Verdauungstrakt und damit zu einer langsameren Passagerate führen. Laktierende und trockenstehende Kühe sollten einen Kotscore der Note 3 aufweisen. Kühe in der Früh-laktation sollten eher einen Kotscore von 2 haben.

2.10. Painscore

Das Painface Scoring ist ein weit verbreitetes Instrument zur Schmerzeinschätzung bei z. B. Pferden oder auch Katzen. Gleerup et al. haben es 2015 auch für Rinder angewandt und ein Scoring entwickelt, welches drei Stufen umfasst:

Painscore 0: Die Kuh ist aktiv (sie frisst, kaut wieder, führt Fellpflege durch) und aufmerksam (neugierig der Umwelt gegenüber). Beide Ohren, oder auch nur ein Ohr, sind vorwärtsgerichtet und hören aktiv zu. Der Gesichtsausdruck ist aufmerksam oder neutral. Die Kuh ist auf eine Aufgabe konzentriert (z.B. fressen, wiederkauen) oder schläft. Wenn sich eine Person sich der Kuh nähert, wird die Person angeschaut, der Kopf wird hochgehalten, beide Ohren sind nach vorne gerichtet oder die Kuh ist auf eine Aufgabe konzentriert. Die Rückenlinie ist gerade.

Painscore 1: Die Kuh ist zurückgezogen, ruhig, nicht aktiv, Blickkontakt wird vermieden und die Kuh wendet sich womöglich vom Beobachter ab. Die Kuh ist nicht aktiv, d.h. sie frisst nicht, kaut nicht wieder, pflegt ihr Fell nicht oder schläft. Die Ohren sind nach hinten gerichtet oder es werden asymmetrische Bewegungen durchgeführt. Der Gesichtsausdruck ist verkrampft, der Blick wirkt besorgt oder angespannt: über den Augen bilden sich Furchen, an den Nüstern bilden sich Falten. Wenn jemand sich der Kuh nähert, werden die Ohren nicht vorwärtsgerichtet und die Kuh wendet sich ab. Die Rückenlinie ist geringgradig gekrümmt.

Painscore 2: Der Kopf wird tief gehalten, die Kuh ist nicht aktiv (sie frisst nicht, kaut nicht wieder, schläft nicht und führt keine Fellpflege durch) und legt sich nach dem Aufstehen schnell wieder hin. Die Ohren hängen herab, sie sind seitlich abgewendet und tiefer als normal. Wenn sich jemand sich der Kuh nähert, kann es sein, dass die Kuh den Beobachter nicht beachtet und sich abwendet. Die Rückenlinie ist deutlich gekrümmt.

2.11. Fistulierung des Pansens

2.11.1. Nutzen der Pansenfistel

Das Anlegen einer permanenten Pansenfistel dient vor allem der weiteren Forschung bezüglich der Verdauung und Fütterung der Wiederkäuer. So wird sie eingesetzt, um die Fermentation des Pansens weiter zu erforschen, die Auswirkungen neuer Futterquellen zu bestimmen, Pansenerkrankungen näher zu untersuchen (Castillo und Hernández 2021). Durch die Untersuchung der verschiedenen Fütterungsstrategien anhand der Pansenfistel wird auch dazu beigetragen die Methanemissionen zu reduzieren (Wang et al. 2019). Eine permanente Pansenfistel bei einem gesunden Tier in der Herde kann auch dazu dienen, erkrankte Tiere in der Herde auf einfache Weise mit gesundem Pansensaft zu versorgen. Dieser Pansensaft soll dann die Verdauung des erkrankten Tieres wieder anregen und so helfen, die physiologische Verdauung schneller wieder zu erreichen (Lafin und Gnad 2008).

Pearson et al. beschrieben 1981 eine Methode zur Gewinnung von Labmagenflüssigkeit aus einer Pansenfistel, die für weitere Untersuchungen der Verdauung des Wiederkäuer sehr nützlich sein kann.

2.11.2. Operation zur Fistulierung des Pansens

Für die Pansenfistulierung stehen derzeit mehrere Methoden zur Verfügung. So wird hauptsächlich zwischen einer direkten Methode und einer zweistufigen Methode unterschieden. Welche davon die beste ist, wird immer wieder diskutiert (Castillo und Hernández 2021).

Für die Operation der Kühe in dieser Diplomarbeit wurde die zweistufige Methode vom Chirurgen ausgewählt. Nach Aussage des Chirurgen treten bei dieser Methode später weniger Komplikationen bei der Wundheilung auf. Bei der zweistufigen Operation wird in der ersten Phase der Pansen mit dem Peritoneum und der Haut verbunden. Erst vier Wochen später wird das veränderte Pansengewebe dann entfernt und die Pansenfistel angelegt (Martineau et al. 2015).

3. Material und Methode

3.1. Tiere

Im Rahmen eines Projekts des Instituts für Tierernährung und funktionelle Pflanzenstoffe der Veterinärmedizinischen Universität Wien wurden zwölf Kühe der Rasse Holstein-Friesian am Lehr- und Forschungsgut Kremesberg (VetFarm) der Veterinärmedizinischen Universität Wien mittels zweistufiger Methode am Pansen fistuliert und mit einer permanenten Pansenfistel versehen. Zum Zeitpunkt der ersten Operation befanden sich alle Kühe in der Frühlaktation, zum Zeitpunkt der letzten Datenerhebung in der Midlaktation.

Die Kühe erhielten während des gesamten Versuchs eine Mais- und Grassilagebetonte aufgewertete Grundration. Die zusätzliche Kraffutterfütterung wird über einen Transponder geregelt und beträgt insgesamt, je nach Milchleistung, ca. 30–45 % der Ration (Trockenmassebasis).

Die zu operierenden Tiere erhielten präoperativ Amoxicillin (15 mg/kg, einmalig i. m., Vetrinoxin® LA, Ceva Tiergesundheit GmbH, Düsseldorf, Deutschland) und Ketoprofen (3 mg/kg, einmalig i. m., Rifen® 10%, Vétoquinol GmbH, Ravensburg, Deutschland). Das Operationsfeld wurde an der linken Flanke vorbereitet und es wurde eine paravertebrale Lokalanästhesie, sowie ein umgekehrter L-Block mit Procain 2% (20 ml pro Injektionsstelle, Procamidol®, Richter Pharma AG, Wels, Österreich) durchgeführt. Mit Hilfe einer Petrischale wurde eine kreisförmige Linie auf der Haut markiert, um die Stelle zu bestimmen, an der später die Haut und die Muskelschichten entfernt werden. Die weiteren Schritte der Operation umfassen die Extraperitonealisierung des Pansens und die Verbindung des Pansens mit der Haut (Laflin und Gnad 2008). In diesem Fall wurde zwischen der Extraperitonealisierung und der anschließenden Öffnung des Pansens mit Einsetzen der Pansenfistel vier Wochen gewartet.

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurden sechs dieser Kühe prä- und postoperativ auf verschiedene Parameter untersucht, um festzustellen, ob die experimentelle Fistulierung des Pansens einen Einfluss auf die Pansenfunktion und den allgemeinen Gesundheitszustand der untersuchten Kühe hat. Das Vorhaben wurde von der zuständigen Ethikkommission genehmigt.

3.2. Datenerhebung

Die sechs Kühe wurden zu sieben festgelegten Zeitpunkten zwischen Mai und Juli 2022 untersucht und die Daten gesammelt. Diese sieben festgelegten Zeitpunkte wurden wie folgt

definiert: vor der ersten Operation (Baseline); einen Tag nach der ersten Operation (+1OP1); eine Woche nach der ersten Operation (+7OP1); einen Tag vor der zweiten Operation (-1OP2); einen Tag nach der zweiten Operation (+1OP2); eine Woche nach der zweiten Operation (+7OP2); vier Wochen nach der zweiten Operation (+28OP2).

Alle Parameter wurden jeweils zu den sieben Zeitpunkten etwa zur gleichen Tageszeit erhoben.

Die innere Körpertemperatur wurde an den verschiedenen Zeitpunkten zusätzlich zu drei verschiedenen Tageszeiten (morgens \cong ca. 08:00 Uhr, mittags \cong ca. 12:00 Uhr, später Nachmittag \cong ca. 17:00 Uhr) gemessen, um die diurnalen Schwankungen zu berücksichtigen.

Die Pansentemperatur und die Aktivität der Kühe wurden mittels Bolus (smaXtec®, smaXtec animal care GmbH, Graz, Österreich) kontinuierlich gemessen.

3.3. Gesundheitsvariablen

Zu den Gesundheitsvariablen gehören die Vitalparameter und die Untersuchung des Abdomens:

- Festlegen des Painscore und der Fresslust
- Bestimmung der Herzfrequenz und der Pulsqualität
- Bestimmung der Atemfrequenz
- Bestimmung der inneren Körpertemperatur
- Beurteilung der Lidbindehäute
- Adspektion (Pansenscore), Palpation (Pansenschichtung), Auskultation und Perkussion des Abdomens
- Bestimmung des Körpergewichts
- Bestimmung des Body Condition Score

Die genannten Parameter wurden mit Stethoskop (3M™ Littmann® Classic III™, 3M, Deutschland), Perkussionshammer (Perkussionshammer 17 cm, Hauptner Herberholz GmbH & Co. KG, Deutschland), Holz-Plessimeter und Thermometer (Microlife VT 1831, Microlife Corporation, China) bestimmt.

Zusätzlich wurde die Fresslust bzw. die Wiederkautätigkeit durch Beobachtung kontinuierlich ermittelt und die Kühe erhielten für die Zeitpunkte der Datenerhebung eine Note von 1 bis 3, wobei 1 für „sehr gut“, 2 für „gut“ und 3 für „schlecht“ steht.

Der Cow Pain Score wurde nach Gleerup et al. (2015) erhoben.

Der Body Condition Score (BCS) und das Körpergewicht wurden während der Baseline und am Zeitpunkt +28OP2 erhoben.

3.4. Kotvariablen

Die Kotvariablen umfassen die Bestimmung der Pansenaktivität durch Nasssiebung der Kotproben und die Erhebung des Kotscores.

Für diese Diplomarbeit wurde das Protokoll des Institutes für Tierernährung und Funktionelle Pflanzenstoffe der Veterinärmedizinischen Universität Wien übernommen. Ein ähnliches Protokoll wurde auch von Khorrani et al. (2022) beschrieben. In diesem Protokoll ist folgende Vorgehensweise beschrieben:

Es werden drei Siebe (Gewebesieb mit einem Durchmesser von 20 cm, F. Kurt Retsch GmbH & Co. KG, Haan, Deutschland) mit abnehmender Maschenweite (oben 3,15 mm, mittig 1,18 mm und unten 0,5 mm), eine Haushaltswaage, Eimer, Gefäße und Leitungswasser verwendet. Unmittelbar nach der rektalen Entnahme der Kotprobe, werden 200 g Kot in ein Gefäß eingewogen und für 15 Minuten in 1 Liter Leitungswasser eingeweicht und anschließend gut durchmischt. Anschließend wird diese Mischung auf das oberste Sieb (3,15 mm) der Siebkaskade gegeben und die Kotprobe wird mittels konstanten Wasserstrahls durch die drei Siebe mit unterschiedlicher Maschenweite gesiebt. Unter Sichtkontrolle wird festgestellt, ob sich noch kleinere Partikel im obersten Sieb befinden. Sind keine kleineren Partikel mehr vorhanden, wird das oberste Sieb entfernt. Dieser Vorgang wird für alle Siebe wiederholt. Wenn das in den Auffangbehälter abfließende Wasser klar ist, ist die Nasssiebung beendet.

Die zurückgehaltenen Partikel werden von Hand von jedem Sieb genommen und ausgedrückt, um das Restwasser zu entfernen, das die Ergebnisse verfälschen könnte, und anschließend gewogen. Wenn die Partikelmenge aller drei Siebe gewogen wurde, kann die prozentuale Verteilung der Partikel berechnet werden.

3.5. Statistische Auswertung

Die Auswertung der Daten erfolgte mittels ANOVA mit der SAS-Prozedur MIXED (SAS 9.4, SAS Institute Inc., Cary, USA). Dabei wurde der Zeitpunkt als fixer Effekt und die Kuh als zufälliger Effekt einbezogen. Zur Berücksichtigung der wiederholten Messungen im selben Tier wurde die autoregressive Struktur erster Ordnung mit heterogenen Varianzen

verwendet. Die Approximation der Freiheitsgrade wurde nach Kenward und Roger (1997) durchgeführt. Für die innere Körpertemperatur, die je Messzeitpunkt zu drei Tageszeiten erfasst wurde, wurde zudem der fixe Effekt der Tageszeit einbezogen, sowie dessen Interaktion mit dem fixen Effekt Zeitpunkt. Die multiplen Mittelwertvergleiche wurden stets mittels post-hoc Tukey-Kramer Test durchgeführt. Das Signifikanzniveau wurde bei $\alpha = 0,05$ festgelegt.

4. Ergebnisse

4.1. Gesundheitsvariablen

Die Ergebnisse zu den Gesundheitsvariablen werden in Tab. 1 aufgeführt.

4.1.1. Painscore

Zu allen sieben Messzeitpunkten hatten die sechs Kühe einen Pain Score von 0. Die Kühe zeigten also zu keinem Zeitpunkt der Datenerhebung Unterschiede in den Anzeichen von Schmerzen, die durch den Pain Score erfasst werden konnten.

4.1.2. Fresslust

An den sieben Messzeitpunkten zeigten die Kühe am Tag der Baseline, an +1OP1, +7OP1 und -1OP2 eine Fresslust von 1,2 Notenpunkten und an den anderen Tagen zeigten sie eine Fresslust der Note 1. Die Kühe zeigten also während der Dauer der Datenerhebung keine Veränderung der Fresslust ($P = 0,84$).

4.1.3. Herzfrequenz

Die Kühe zeigten signifikante Unterschiede in der Herzfrequenz an den verschiedenen Messtagen ($P < 0,01$). So stieg die Herzfrequenz am Tag +1OP2 bei allen Kühen an, die durchschnittliche Herzfrequenz betrug 88 Schläge/Minute. An Baseline und +7OP2 betrug die durchschnittliche Herzfrequenz 71 Schläge/Minute und war an diesen beiden Tagen am niedrigsten.

4.1.4. Atemfrequenz

In Bezug auf die Atemfrequenz gab es signifikante Unterschiede ($P < 0,01$). An -1OP2 und +7OP2 zeigten die Kühe die höchste durchschnittliche Atemfrequenz mit 39 bzw. 38 Atemzügen/Minute. Die niedrigste Atemfrequenz zeigten die Kühe am Tag der Baseline mit 26 Atemzügen/Minute.

4.1.5. Innere Körpertemperatur

Es konnte kein signifikanter Unterschied ($P = 0,40$) zwischen den einzelnen Tagen festgestellt werden (Abb. 1).

Der Haupteffekt der Tageszeit zeigte einen Einfluss ($P = 0,04$, Abb. 2), dabei war die morgendliche Durchschnittstemperatur ($38,43\text{ °C}$) niedriger als am Abend ($38,6\text{ °C}$), d. h. die Temperatur war am Morgen niedriger als am späten Nachmittag. Die Interaktion von Messzeitpunkt und Tageszeit war nicht signifikanter ($P = 0,51$).

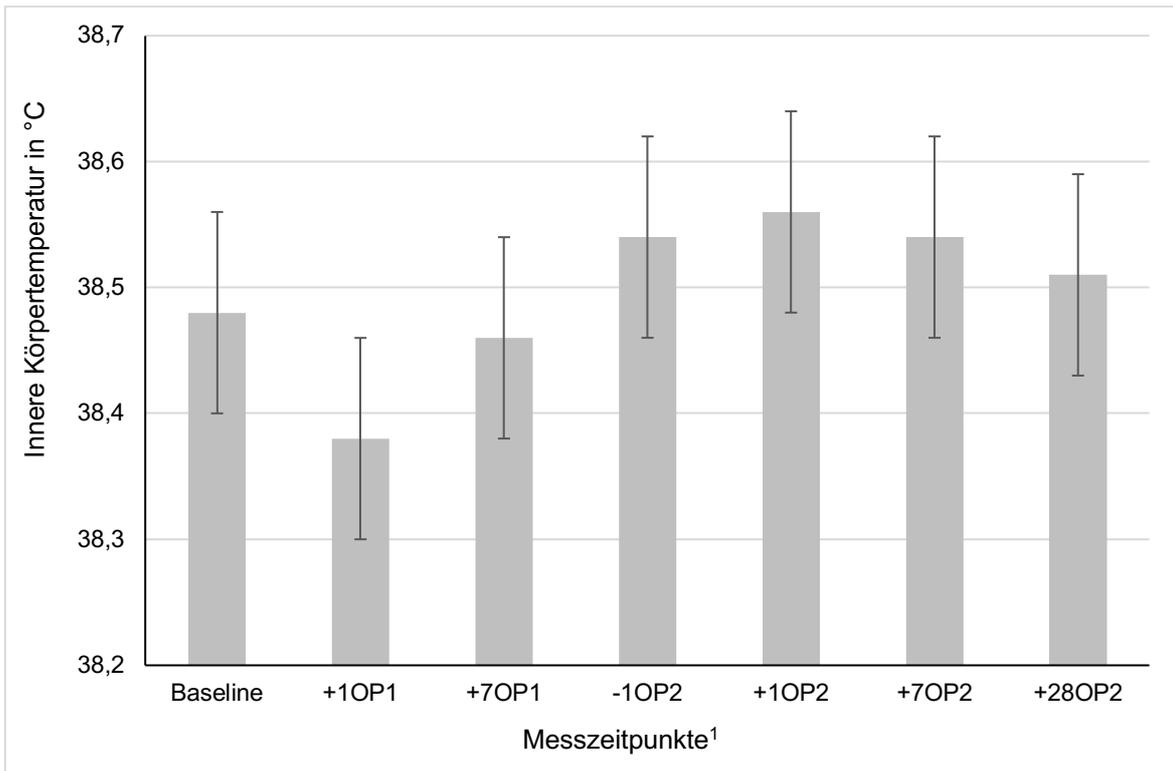


Abbildung 1. Verlauf der inneren Körpertemperatur über die gesamte Versuchsdauer. Dargestellt sind die Least Square Mittelwerte \pm Standardfehler der Mittelwerte.

¹Messzeitpunkt: vor der ersten Operation = Baseline; einen Tag nach der ersten Operation = +1OP1; eine Woche nach der ersten Operation = +7OP1; einen Tag vor der zweiten Operation = -1OP2; einen Tag nach der zweiten Operation = +1OP2; eine Woche nach der zweiten Operation = +7OP2; vier Wochen nach der zweiten Operation = +28OP2

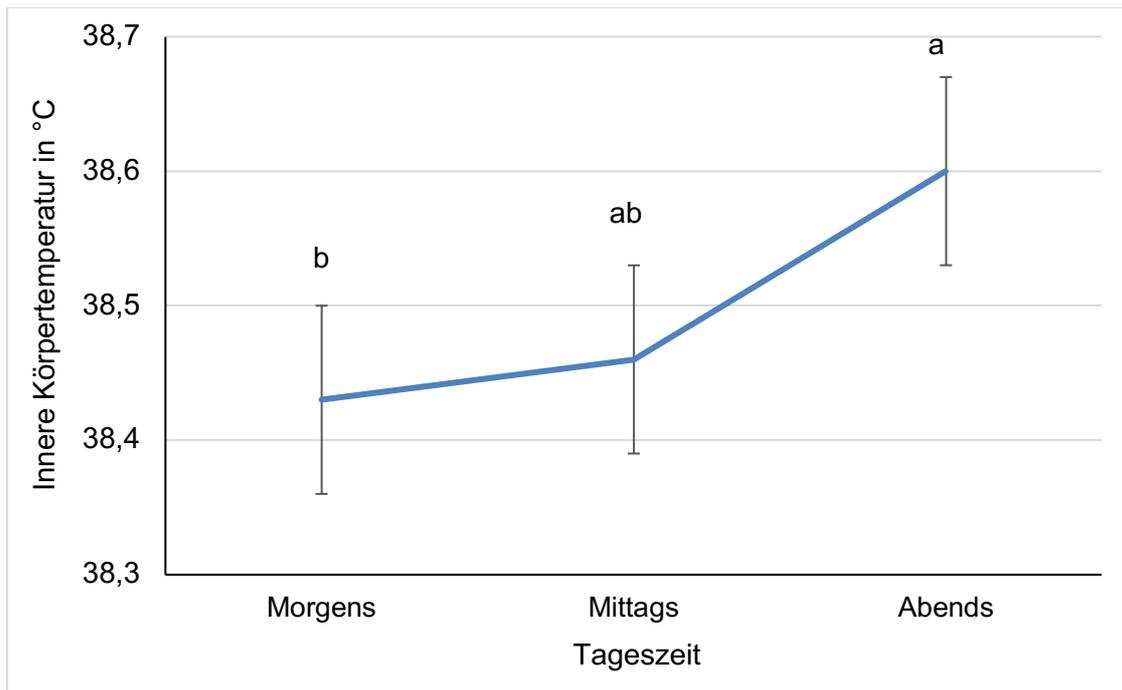


Abbildung 2. Diurnaler Verlauf der inneren Körpertemperatur je Beprobungstag
 Dargestellt sind die Least-Square Mittelwerte \pm Standardfehler der Mittelwerte. Unterschiedliche Hochbuchstaben zeigen einen statistisch signifikanten Unterschied der Werte an ($P < 0,05$).

4.1.6. Pansenauscultation und -palpation

Mit $P < 0,01$ gab es signifikante Unterschiede zwischen den verschiedenen Zeitpunkten hinsichtlich der Pansenzyklen. Am Tag der Baseline zeigten die Kühe durchschnittlich 4 Pansenzyklen/5 Minuten. An +1OP2 und +7OP2 wurden durchschnittlich 2,2 bzw. 2,3 Pansenzyklen/5 Minuten festgestellt.

Die Palpation und die Perkussion des Pansens entsprach immer den physiologischen Befunden und zeigte keine, der Norm abweichende, pathologischen Befunde. Die Schwing- und Perkussionsauscultation war beidseits immer negativ und wurde daher nicht weiter statistisch bewertet.

4.1.7. Pansenscore

Der Pansenscore zeigte über die Dauer der Datenerhebung keine signifikanten Unterschiede ($P = 0,09$). Es wurde immer ein Pansenscore zwischen 2–3 festgestellt.

4.1.8. Gewicht und BCS

Das durchschnittliche Gewicht und der durchschnittliche BCS haben zwischen Baseline und +28OP2 um 43,33 kg bzw. einer Note von 0,5 abgenommen ($P < 0,01$).

4.1.9. Pansentemperatur und Tieraktivität

Es gab keine signifikanten Unterschiede in der Aktivität der Kühe zwischen den verschiedenen Zeitpunkten ($P = 0,34$). Die Datenauswertung zeigte signifikante Unterschiede in der Pansentemperatur ($P < 0,01$). So war die Temperatur an +28OP2 um 0,37 °C höher als an +1OP1.

Tabelle 1. Übersicht der erfassten Gesundheitsvariablen zu den verschiedenen Messzeitpunkten¹

Variable	Messzeitpunkte ¹							SEM ³	P-Wert
	Baseline	+1OP1	+7OP1	-1OP2	+1OP2	+7OP2	+28OP2		
Painscore	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Fresslust	1,17	1,17	1,17	1,17	1,00	1,00	1,00	0,13	0,84
Herzfrequenz (F/min)	70,67 ^b	74,67 ^b	71,33 ^b	79,33 ^{ab}	88,00 ^a	71,33 ^b	77,33 ^{ab}	2,30	< 0,01
Atemfrequenz (F/min)	26,33 ^b	32,00 ^{ab}	36,33 ^{ab}	38,67 ^a	34,00 ^{ab}	37,67 ^a	35,67 ^{ab}	2,32	< 0,01
Pansenzyklen (F/2min)	4,00 ^a	3,00 ^{ab}	3,00 ^{ab}	2,67 ^{ab}	2,17 ^b	2,33 ^b	2,83 ^{ab}	0,31	< 0,01
Pansenscore	2,33	2,00	2,67	2,17	2,50	2,17	2,00	0,22	0,10
Aktivität	10,41	7,85	9,65	10,98	8,96	25,86	25,89	7,98	0,34
Pasentemperatur (°C)	39,37 ^{ab}	39,26 ^b	39,41 ^{ab}	39,33 ^b	39,47 ^{ab}	39,37 ^{ab}	39,63 ^a	0,08	< 0,01
Gewicht (kg)	632,33	-	-	-	-	-	589,00	28,30	< 0,01
BCS ²	2,50	-	-	-	-	-	2,00	0,13	0,01

¹Messzeitpunkte: vor der ersten Operation = Baseline; einen Tag nach der ersten Operation = +1OP1; eine Woche nach der ersten Operation = +7OP1; einen Tag vor der zweiten Operation = -1OP2; einen Tag nach der zweiten Operation = +1OP2; eine Woche nach der zweiten Operation = +7OP2; vier Wochen nach der zweiten Operation = +28OP2

² BCS = Body Condition Score

³ SEM = Standardfehler der Mittelwerte

Unterschiedliche Hochbuchstaben zeigen einen statistisch signifikanten Unterschied der Werte an (P < 0,05)

4.2. Kotvariablen

Die Ergebnisse zu den Kotvariablen werden in Tab. 2 aufgeführt.

4.2.1. Kotscore

Der durchschnittliche Kotscore der beprobten Kühe lag zwischen 2 und 3 und war nicht zwischen den Zeitpunkten verschieden (P = 0,41).

4.2.2. Nasssiebung

Für die Siebweite von 3,15 mm Sieb gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den verschiedenen Tagen, an denen die Kühe beprobt wurden ($P = 0,08$). Der Anteil der Partikel, die auf dem 1,18 mm Sieb zurückgehalten wurden, war am Tag der Baseline und an +1OP1 signifikant höher als an -1OP2, +7OP2 und +28OP2 ($P < 0,01$). Die Partikelgröße nahm also während der Dauer der Datenerhebung ab.

Auch beim Sieb mit der Maschenweite von 0,5 mm ist der Anteil am Zeitpunkt +28OP2 im Vergleich zu +1OP1 signifikant zurückgegangen ($P = 0,03$).

Der Vergleich des Anteils der Partikel mit einer Größe von $<0,5$ mm ergab keinen signifikanten Unterschied zwischen den Zeitpunkten ($P = 0,28$).

Tabelle 2. Übersicht der erfassten Variablen im Kot zu den verschiedenen Messzeitpunkten¹

Variable	Messzeitpunkte ¹							SEM ²	P-Wert
	Baseline	+1OP1	+7OP1	-1OP2	+1OP2	+7OP2	+28OP2		
Kotscore	2,33	2,50	2,67	2,33	2,67	2,67	2,17	0,21	0,42
Nasssiebung:									
Sieb 3,15mm (%)	9,22	8,46	11,10	19,84	18,00	16,04	13,14	3,21	0,08
Sieb 1,18mm (%)	10,97 ^a	12,80 ^a	10,03 ^{ab}	6,59 ^b	9,41 ^{ab}	7,96 ^b	6,10 ^b	1,04	$< 0,01$
Sieb 0,5 mm (%)	8,86 ^{ab}	11,01 ^a	9,94 ^{ab}	7,64 ^{ab}	7,73 ^{ab}	8,45 ^{ab}	7,41 ^b	0,81	0,03
<0,5mm (%)	70,96	67,68	68,94	65,93	64,86	67,55	73,35	2,75	0,30

¹Messzeitpunkte: vor der ersten Operation = Baseline; einen Tag nach der ersten Operation = +1OP1; eine Woche nach der ersten Operation = +7OP1; einen Tag vor der zweiten Operation = -1OP2; einen Tag nach der zweiten Operation = +1OP2; eine Woche nach der zweiten Operation = +7OP2; vier Wochen nach der zweiten Operation = +28OP2
Unterschiedliche Hochbuchstaben zeigen einen statistisch signifikanten Unterschied der Werte an ($P < 0,05$).

²SEM: Standardfehler der Mittelwerte.

5. Diskussion

5.1. Gesundheitsparameter

In dieser Studie wurde untersucht, ob das Anlegen einer Pansenfistel einen Einfluss auf die Gesundheit von Kühen bzw. auf deren physiologische Verdauung hat. Es wurde die Hypothese aufgestellt, dass eine Pansenfistulierung zu keiner Beeinträchtigung der Gesundheit und der Verdauung der Rinder führt.

Nach dem Painscoring von Gleerup et al. (2015) zeigten die Kühe während der gesamten Datenerhebung keine Anzeichen von Schmerzen. Auch bei Betrachtung der Ergebnisse der Fresslust, kann behauptet werden, dass die Kühe nicht in ihrer Futteraufnahme beeinträchtigt wurden und demnach aller Wahrscheinlichkeit nach keinerlei Schmerzen oder Unwohlsein verspürt haben. Bei der Erfassung dieser beiden Parameter handelt es sich jedoch nur um eine kurze Momentaufnahme. Es muss auch in Betracht gezogen werden, dass eventuelle geringgradige Schmerzen durch die Lokalanästhesie während der Operation und die Schmerzmittelgabe vor der Operation ausgeschaltet wurden. Bezüglich der Fresslust muss ebenso angemerkt werden, dass es sich hierbei nicht um eine objektive, sondern um eine subjektive Beurteilung handelt. Um die tatsächliche Futteraufnahme und die damit einhergehende Fresslust zu beurteilen, bedarf es quantifizierbarer Methoden, wie z. B. der Bestimmung der täglichen Trockenmasseaufnahme.

Die physiologische Herzfrequenz einer adulten Kuh liegt zwischen 60 und 80 Schlägen/Minute. Da die Herzfrequenz an +1OP2 bei 88 Schlägen/Minute lag, kann man sagen, dass die Herzfrequenz an diesem Tag geringgradig erhöht war. Es scheint, als ob der zweite Eingriff, die Entfernung des nekrotischen Pansengewebes und das Einsetzen der Pansenfistel, die Kühe beeinflusst hat. Da sich die anderen Parameter an diesem Tag nicht signifikant von den anderen Messtagen unterschieden, der Painscore aller Kühe bei 0 lag und ihre Fresslust nicht vermindert war, kann davon ausgegangen werden, dass die Erhöhung der Herzfrequenz nicht direkt durch post-operative Schmerzen verursacht wurde. Da alle Kühe betroffen waren, wird vermutet, dass an diesem Tag mehr Stress im Stall herrschte. Ob dies nun allerdings im Zusammenhang mit den eingesetzten Pansenfisteln steht, oder nicht, kann mit den erhobenen Daten nicht festgelegt werden. Stress und Aufregung können zu einer erhöhten Herzfrequenz führen (Kovács et al. 2014), was folglich aber nicht direkt als gesundheitliche Beeinträchtigung zu sehen ist.

Mit einer durchschnittlichen Atemfrequenz von 39 Atemzügen/Minute an -1OP2 und von 38 Atemzügen/Minute an +7OP2, zeigten die Kühe eine geringgradig erhöhte Atemfrequenz

im Vergleich zum physiologischen Wert von 10–30 Atemzügen/Minute. An diesen genannten Tagen geben die anderen erhobenen Vitalparameter keinen Hinweis auf einen pathologischen Prozess. Berücksichtigt man die Wetteraufzeichnung von -1OP2, so könnte Hitzestress in Betracht gezogen werden. An -1OP2 betrug die Außentemperatur 27 °C und die relative Luftfeuchtigkeit 65 % (meteoblue AG 2023). Hitzestress beginnt für Rinder bereits bei einer Umgebungstemperatur von 24 °C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 70 % und äußert sich unter anderem durch eine erhöhte Atemfrequenz (Gasteiner 2014). Der Grund für die erhöhte Atemfrequenz an +7OP2 ist hingegen nicht klar ersichtlich. Es kann vermutet werden, dass die Tiere zum Zeitpunkt der Messung mehr Aufregung verspürten, als an den anderen Tagen, was allerdings nicht durch den zweiten OP-Eingriff erklärt werden kann, da es zum Zeitpunkt +1OP2 keine Erhöhung der Atemfrequenz gab. Es sollte also ausgeschlossen sein, dass die geringe Erhöhung der Atemfrequenz auf Schmerz oder pathologische Prozesse zurückzuführen ist. Außerdem wurde die Atemfrequenz nur an einem bestimmten Zeitpunkt des Tages erfasst. Die erhobenen Werte stellen nur eine Momentaufnahme dar, welche nicht mit einer ganztäglichen Messung vergleichbar ist.

Bei der inneren Körpertemperatur wurden nur im diurnalen Verlauf signifikante Unterschiede festgestellt. Es handelte sich hierbei um eine Differenz von 0,2 °C zwischen der ersten Messung des Tages und der letzten Messung des Tages, d. h. morgens vs. abends. Dieser Unterschied ist auf die physiologischen diurnalen Temperaturschwankungen zurückzuführen, welche bereits 1961 von Wrenn et al. festgestellt wurden. Tiere weisen morgens physiologisch bedingt eine niedrigere innere Körpertemperatur als abends auf. Insgesamt blieb die innere Körpertemperatur über den gesamten Versuchszeitraum im physiologischen Bereich, was auch anhand der kontinuierlich, mittels Bolus, aufgenommenen Pansentemperatur bestätigt wurde. Es gab keine pathologischen Erhöhungen der inneren Körpertemperatur, welche auf eine Infektion hinweisen könnten, dadurch kann davon ausgegangen werden, dass es zu keiner systemischen Inflammation durch die Eingriffe gekommen ist, was die aufgestellte Hypothese bestätigt.

Bezüglich der Körperkondition, wiesen die Kühe ein durchschnittliches Ausgangsgewicht von 632 kg und einen durchschnittlichen BCS von 2,5 auf. Am Ende des Versuches betrug das durchschnittliche Gewicht 589 kg und der BCS 2. Alle Kühe haben also an Körpermasse verloren, was auf die physiologische Entwicklung des Körpergewichtes während der Laktation zurückzuführen ist. In der Periode der Früh- bis zur Midlaktation kommt es durch Mobilisation von Körpermasse, insbesondere Fett, zu einer Gewichtsabnahme und folglich auch zu einer Abnahme des BCS (Gallo et al. 1996). Es ist zu beachten, dass ein BCS von

2,5 zu niedrig ist (Edmonson et al. 1989). Da der Ausgangswert bereits niedrig war, ist der zu niedrige BCS nicht auf die Eingriffe zurückzuführen.

5.2. Verdauungsparameter

Bei der Palpation und Perkussion des Pansens gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Messtagen. Die Tiere zeigten über den gesamten Zeitraum physiologische Befunde. Daraus kann geschlossen werden, dass die Operation und das Einsetzen der Pansenfistel keinen Einfluss auf die Füllung und Schichtung des Pansens hatte. Auch die Adspektion des Pansens, die Bestimmung des Pansenscores, zeigte während der Versuchsdauer keine Unterschiede. Die Tiere wiesen einen, ihrem Laktationsstadium entsprechenden, Pansenscore der durchschnittlichen Note 2,26 auf (Götze et al. 2019).

Vor Versuchsbeginn (Baseline) zeigten die Kühe mehr Pansenzyklen als nach dem Einsetzen der Pansenfistel, die Frequenz der Zyklen war während der Baseline-Messung allerdings höher als physiologisch zu erwarten. Da die Fütterung der Tiere sowohl vor als auch nach den Operationen gleich geblieben ist, kann die erhöhte Pansenaktivität nicht auf die Fütterung zurückgeführt werden. Unmittelbar nach Beginn der Nahrungsaufnahme kann eine erhöhte Frequenz der Pansenkontraktionen beobachtet werden. Diese nimmt während der Dauer der Futteraufnahme wieder ab und befindet sich anschließend wieder im physiologischen Bereich (Baumont und Deswysen 1991). Da es keine Hinweise darauf gibt, dass alle Kühe an diesem Tag größere Mengen an Futter als an den anderen Tagen aufgenommen haben, ist es möglich, dass die Auskultation des Pansens an Baseline näher am Zeitpunkt der Futteraufnahme durchgeführt wurde. Da es neben der erhöhten Futteraufnahme und des Zeitpunktes der Auskultation kaum andere Einflüsse gibt, die die Frequenz der Pansenkontraktionen erhöhen, kann ein pathologischer Prozess ausgeschlossen werden (Baumont und Deswysen 1991, Breves et al. 2022).

Hinsichtlich des Kotscores gab es keine signifikanten Unterschiede während der Dauer des Versuchs. Die Kotkonsistenz wird hauptsächlich durch die Fütterung bestimmt und zeigt nur bei manifesten Krankheitsprozessen starke Veränderungen (Skidmore 1990). Da die Fütterung während des Versuches sowohl hinsichtlich der Zeiten als auch der Rationszusammensetzung konstant war und keine manifesten Krankheitsprozesse bei den Kühen auftraten, war zu erwarten, dass sich die Kotkonsistenz nicht verändern würde. Das zeigt, dass die Fistulierung des Pansens die Verdauung der Kühe nicht beeinflusst hat und bestätigt die vorliegende Hypothese.

Dies konnte auch anhand der Nasssiebung dargestellt werden. Die kritische Partikelgröße liegt nach Poppi et al. (1980) bei 1,18 mm. Bei den beprobten Kühen gab es keine signifikanten Unterschiede unter den Anteilen des Siebs mit einer Maschenweite von 3,15 mm, sondern nur bei den Partikeln, die auf dem Sieb mit einer Maschengröße von 1,18 mm zurückgehalten wurden. Insgesamt nahm der Prozentsatz der Partikel größer als 1,18 mm während Versuchsdauer ab. Obwohl die SAS-Analyse keinen signifikanten Unterschied für das Sieb mit einer Maschenweite von 3,15 mm ergab, ist zu beachten, dass der Anteil gegen Ende des Versuchs zunahm. Khorrami et al. (2022) zeigten in ihrer Studie, dass ein erhöhter Krafffutteranteil und der Zeitpunkt der Sammlung der Kotprobe die Verteilung der Partikelgröße beeinflussen können. Ist der Krafffutteranteil in der Ration erhöht, steigt der Anteil großer Partikel ($> 1,18$ mm) in frischen Kotproben an. Da die Ration während der Dauer des Versuchs gleich geblieben ist, kann angenommen werden, dass der Anteil der größeren Partikel durch den Zeitpunkt der Probenahme beeinflusst wurde. Der Gesamtanteil der Partikel größer als 1,18 mm (Durchschnittlicher Wert: 22 %) blieb jedoch insgesamt während der Dauer des Versuches konstant.

Auf dem Sieb der Größe 0,5 mm blieb an +1OP1 signifikant mehr liegen als an +28OP2. Für den verbleibenden Anteil der Partikel, d. h. kleiner als 0,5 mm, gab es nach der SAS-Analyse keinen signifikanten Unterschied. Betrachtet man die absoluten Zahlen, so stieg der Anteil der Partikel $< 0,5$ mm gegen Ende des Versuchs (+28OP2) an. Laut Khorrami et al. (2022) ist dies auf einen verstärkten Abbau und eine verstärkte Fermentierung zurückzuführen.

Liegt der Anteil der kleinen Partikel, d. h. der Anteil an Partikel der Größe 0,5–1,18 mm, unter 20 %, liegt das Risiko einer subakuten Pansenazidose vor (Khorrami et al. 2022). Bei den beprobten Tieren lag dieser Wert nur an +1OP1 über 20 % (23,81 %). Die subakute Pansenazidose wird vor allem durch die Fütterung hervorgerufen (Plaizier et al. 2008). Die Veränderungen der Verteilung der Partikelgröße des Kotes der beprobten Tiere kann also durchaus auf die Schwankungen des Pansen-pHs zurückzuführen sein. Die Verteilung der verschiedenen Anteile blieb, über die gesamte Dauer betrachtet, konstant. Über den gesamten Versuchszeitraum ergaben sich nur minimale Veränderungen der Verteilung der Partikelgrößen im Kot, welche nicht auf eine Beeinträchtigung der Verdauung hindeuten. Die Ergebnisse der Nasssiebung passen somit zu den anderen Variablen und zeigen, dass die Fistulierung des Pansens die Verdauung der Kühe nicht beeinträchtigt hat.

6. Conclusio

Betrachtet man die Ergebnisse einzeln, findet man einzelne Abweichungen der Variablen von der physiologischen Norm an bestimmten Messzeitpunkten. Keine dieser Abweichungen ist in den Augen der Autorin besorgniserregend. Insgesamt betrachtet gibt es also keine Hinweise, dass die permanent eingesetzte Pansenfistel die Tiergesundheit und Verdauung der ausgewählten Kühe beeinträchtigt hat. In dieser Diplomarbeit konnte somit gezeigt werden, dass die Gesundheit und die Pansenfunktion der Kühe nicht durch die experimentell eingesetzte Pansenfistel beeinträchtigt wurde. Die aufgestellte Hypothese wurde somit bestätigt.

Aufgrund der eher geringen Anzahl an beprobten Tieren sind weitere Untersuchungen empfehlenswert, um die vorliegenden Ergebnisse zu bestätigen.

7. Zusammenfassung

Um die Effizienz und das Wohlbefinden von Rindern, insbesondere Milchkühen, zu verbessern, wird deren Verdauung tiefgreifend untersucht. Hierbei steht vor allem die mikrobielle Fermentation in den Vormägen im Mittelpunkt der Forschung. Diese Forschung erfordert in der Regel einen kontinuierlichen Zugang zum Pansen und dessen Inhalt, wodurch der Methode der Pansenfistulierung eine große Bedeutung zukommt.

Für diese Diplomarbeit wurde bei sechs Kühen der Rasse Holstein-Friesian, eine Pansenfistel angelegt und untersucht, ob der Vorgang der Pansenfistulierung einen Einfluss auf die Gesundheit der Wiederkäuer und die physiologische Funktion des Pansens hat.

Es wurde die Hypothese aufgestellt, dass eine permanent eingesetzte Pansenfistel zu keinen Beeinträchtigungen in der Gesundheit der Rinder und der physiologischen Funktion des Pansens führt.

Insgesamt konnten keine negativen Einflüsse auf die erfassten Gesundheits- und Verdauungsparameter festgestellt werden. Nach Auswertung der Daten zeigte beispielsweise ein durchgehender Painscore der Note 0 keine Hinweise auf Schmerzen durch die Pansenfistel festgestellt werden. Ebenso war die innere Körpertemperatur zu keinem Zeitpunkt pathologisch erhöht, sodass inflammatorische Prozesse ausgeschlossen werden können und die Gesundheit der Kühe nicht durch die Pansenfistel beeinträchtigt wurde. Anhand des konstant physiologischen Kotscores und den nur minimal gebliebenen Unterschieden in der Partikelgrößenverteilung im Kot wurde belegt, dass die Verdauung nicht negativ durch die Eingriffe beeinflusst wurde.

Die Pansenfistel ist, zumindest zum jetzigen Zeitpunkt, für die Forschung in der Wiederkäuerernährung unverzichtbar. Durch die bisher fehlende Datengrundlage konnten ethische Bedenken bezüglich dieses Eingriffs der Pansenfistulierung weder bestätigt noch widerlegt werden. Die vorliegende Arbeit konnte nun zeigen, dass die Fistulierung kein Problem für die Gesundheit und Verdauung der Tiere darstellt. Weitere Untersuchungen sind empfehlenswert, um diese Ergebnisse zu bestätigen.

8. Summary

In order to improve the efficiency and welfare of cattle, especially dairy cows, their digestion is being studied in depth. The main focus of the present study is the microbial fermentation in the forestomach system. Such research generally requires continuous access to the rumen and its content, which makes the fistulation of the rumen very important.

For this thesis, a rumen fistula was implemented in six Holstein Friesian cows, with the aim to investigate whether the process of rumen fistulation has an influence on ruminant health and the physiological function of the rumen.

It was hypothesized that a permanently implemented rumen fistula would not lead to any adverse effects on the health of cattle and the physiological function of the rumen.

Based on the data collected, no negative influences on the recorded health and digestive parameters could be determined. After evaluating the data, no evidence of pain caused by the rumen fistula was found, for example, on the basis of the continuous pain score of 0. The body temperature, which was not pathologically elevated at any time, indicated that the cows' health was not affected and inflammatory processes can be excluded. The constantly physiological feces score and the minimal differences in the fecal particle size distribution revealed that physiological digestion was not negatively affected by the surgeries.

The rumen fistula is, at least at the present time, indispensable for research in ruminant nutrition. In this thesis, a small number of animals were sampled. Due to the lack of data so far, ethical concerns could neither be confirmed nor dismissed. The present study has now shown that rumen fistulation does not pose a problem for the health and digestion of the animals. Further studies are recommended to confirm these results.

9. Literaturverzeichnis

- Baumgartner W, Wittek T, Hrsg. 2017. Propädeutik. Klinische Propädeutik der Haus- und Heimtiere. 9., aktualisierte und erweiterte Auflage. Stuttgart: Enke Verlag.
- Baumont R, Deswysen AG. 1991. Mélange et propulsion du contenu du réticulo-rumen. *Reproduction, Nutrition, Development*, 31(4):335–3359.
- Beauchemin KA. 1991. Ingestion and mastication of feed by dairy cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 7(2):439–463.
- Breves G, Diener M, Gäbel G, Hrsg. 2022. Physiologie der Haustiere. 6., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage 6. Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG.
- Burfeind O, Sepúlveda P, von Keyserlingk MAG, Weary DM, Veira DM, Heuwieser W. 2010. Technical note: Evaluation of a scoring system for rumen fill in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 93(8):3635–3640.
- Castillo C, Hernández J. 2021. Ruminal fistulation and cannulation: A necessary procedure for the advancement of biotechnological research in ruminants. *Animals*, 11(7):1870.
- DePeters EJ, George LW. 2014. Rumen transfaunation. *Immunology Letters*, 162(2, Part A):69–76.
- Edmonson AJ, Lean IJ, Weaver LD, Farver T, Webster G. 1989. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 72(1):68–78.
- Friedrich-Pfützner A, Grude T, Klee W, Lorenz I, Matthies K, Metzner M, Rademacher G, Wendel H. 2017. *Klinische Propädeutik am Rind [Skript]*. München: Ludwigs-Maximilians-Universität München.
- Fritz J, Streich WJ, Schwarm A, Clauss M. 2012. Condensing results of wet sieving analyses into a single data: a comparison of methods for particle size description. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 96(5):783–797.

Gallo L, Carnier P, Cassandro M, Mantovani R, Bailoni L, Contiero B, Bittante G. 1996. Change in body condition score of Holstein cows as affected by parity and mature equivalent milk yield. *Journal of Dairy Science*, 79(6):1009–1015.

Gasteiner J. 2014. Hitzestress bei Milchkühen [Vortrag]. In: Nutztierschutztagung Raumberg-Gumpenstein 2014. Irdning: Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein.

Gaughan JB, Holt S, Hahn GL, Mader TL, Eigenberg. 2000. Respiration Rate: Is it a good measure of heat stress in cattle?. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 13(Vol. C):329-332.

Gleerup KB, Andersen PH, Munksgaard L, Forkman B. 2015. Pain evaluation in dairy cattle. *Applied Animal Behaviour Science*, 171:25–32.

Götze K, Crivellaro P, Pieper L, Engelhard T, Staufenbiel R. 2019. Assessment of rumen fill in dairy cows for evaluation of the individual feed intake in herd management. *Tierärztliche Praxis. Ausgabe G, Grosstiere/Nutztiere*, 47(1):5–13.

Hadfield K. 2022. Holey cow: The legal exploitation of cattle in the United States. *Ecology Law Currents*, 49:24.

Hall JB, Silver S. 2001. Nutrition and feeding of the cow-calf herd: digestive system of the cow. Virginia Cooperative System. Publication 400-010.

Hoover WH, Miller TK. 1991. Rumen digestive physiology and microbial ecology. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 7(2):311–325.

Ipema AH, Goense D, Hogewerf PH, Houwers HWJ, van Roest H. 2008. Pilot study to monitor body temperature of dairy cows with a rumen bolus. *Computers and Electronics in Agriculture*, 64(1):49–52.

Kenward MG, Roger JH. 1997. Small sample inference for fixed effects from restricted maximum likelihood. *Biometrics*, 53(3):983–997.

Khorrani B, Kheirandish P, Zebeli Q, Castillo-Lopez E. 2022. Variations in fecal pH and fecal particle size due to changes in dietary starch: Their potential as an on-farm tool for assessing the risk of ruminal acidosis in dairy cattle. *Research in Veterinary Science*, 152:678–686.

Kovács L, Jurkovich V, Bakony M, Szenci O, Póti P, Tózsér J. 2014. Welfare implication of measuring heart rate and heart rate variability in dairy cattle: literature review and conclusions for future research. *Animal*, 8(2):316–330.

Laflin SL, Gnad DP. 2008. Rumen cannulation: Procedure and use of a cannulated bovine. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 24(2):335–340.

Martineau R, Proulx JG, Côrtes C, Brito AF, Duffield TF. 2015. Two-stage rumen cannulation technique in dairy cows. *Veterinary Surgery*, 44(5):551–556.

Maulfair DD, Fustini M, Heinrichs AJ. 2011. Effect of varying total mixed ration particle size on rumen digesta and fecal particle size and digestibility in lactating dairy cows¹. *Journal of Dairy Science*, 94(7):3527–3536.

McGuirk SM. 1991. Treatment of Cardiovascular Disease in Cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 7(3):729–746.

meteoblue AG. 2023. Wetterarchiv Pottenstein.

https://www.meteoblue.com/de/wetter/historyclimate/weatherarchive/pottenstein_%c3%96steereich_2768468?fcstlength=1m&year=2022&month=6 (Zugriff: 01.06.2023)

Nordlund KV, Garrett EF. 1994. Rumenocentesis: A technique for collecting rumen fluid for the diagnosis of subacute rumen acidosis in dairy herds. *The Bovine Practitioner*(28):109–112.

Pearson EG, Guard CL, Smith DF. 1981. A method for obtaining abomasal fluid via a rumen fistula. *The Cornell Veterinarian*, 71(2):183–187.

Plaizier JC, Krause DO, Gozho GN, McBride BW. 2008. Subacute ruminal acidosis in dairy cows: The physiological causes, incidence and consequences. *The Veterinary Journal*, 176(1):21–31.

Poppi DP, Norton BW, Minson DJ, Hendricksen RE. 1980. The validity of the critical size theory for particles leaving the rumen. *The Journal of Agricultural Science*, 94(2):275–280.

Poppi DP, Minson DJ, Ternouth JH. 1981. Studies of cattle and sheep eating leaf and stem fractions of grasses. 3. The retention time in the rumen of large feed particles. *Australian Journal of Agricultural Research*, 32(1):123–137.

Rinne M, Huhtanen P, Jaakkola S. 2002. Digestive processes of dairy cows fed silages harvested at four stages of grass maturity¹. *Journal of Animal Science*, 80(7):1986–1998.

Rose-Dye TK, Burciaga-Robles LO, Krehbiel CR, Step DL, Fulton RW, Confer AW, Richards CJ. 2011. Rumen temperature change monitored with remote rumen temperature boluses after challenges with bovine viral diarrhoea virus and *Mannheimia haemolytica*. *Journal of Animal Science*, 89(4):1193–1200.

Schneider M, Hart L, Gallmann E, Umstätter C. 2022. A novel chart to score rumen fill following simple sequential instructions. *Rangeland Ecology & Management*, 82:97–103.

Skidmore A. 1990. Beurteilung der Kotkonsistenz. *Herd Health and Production Management in Dairy Production*. Wageningen 1997, 250.

Spanghero M, Chiaravalli M, Colombini S, Fabro C, Froidi F, Mason F, Moschini M, Sarnataro C, Schiavon S, Tagliapietra F. 2019. Rumen inoculum collected from cows at slaughter or from a continuous fermenter and preserved in warm, refrigerated, chilled or freeze-dried environments for in vitro tests. *Animals*, 9(10):815.

Steiner S, Neidl A, Linhart N, Tichy A, Gasteiner J, Gallob K, Baumgartner W, Wittek T. 2015. Randomised prospective study compares efficacy of five different stomach tubes for rumen fluid sampling in dairy cows. *Veterinar Record*, 176(2):50–50.

Uden P, Van Soest PJ. 1982. The determination of digesta particle size in some herbivores. *Animal Feed Science and Technology*, 7(1):35–44.

Umphrey JE, Staples CR. 1992. General anatomy of the ruminant digestive system. *Dairy Production Guide*. University of Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agriculture Sciences, EDIS.

Wang R, Wang M, Zhang XM, Wen JN, Ma ZY, Long DL, Deng JP, Tan ZL. 2019. Effects of rumen cannulation on dissolved gases and methanogen community in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 102(3):2275–2282.

Wrenn TR, Bitman J, Sykes JF. 1961. Diurnal patterns of bovine body temperature. *Journal of Dairy Science*, 44(11):2077–2080.

Zaaijer D, Noordhuizen JPTM. 2003. A novel scoring system for monitoring the relationship between nutritional efficiency and fertility in dairy cows. *Irish Veterinary Journal*, 56(3):145–151.

10. Abbildungs-/ Tabellenverzeichnis

Abbildung 1. Verlauf der inneren Körpertemperatur über die gesamte Versuchsdauer.	16
Abbildung 2. Diurnaler Verlauf der inneren Körpertemperatur je Beprobungstag	17
Tabelle 1. Übersicht der erfassten Gesundheitsvariablen zu den verschiedenen Messzeitpunkten ¹	19
Tabelle 2. Übersicht der erfassten Variablen im Kot zu den verschiedenen Messzeitpunkten ¹	20

11. Abkürzungsverzeichnis

BCS = Body Condition Score

Baseline = vor der ersten Operation

+1OP1 = ein Tag nach der ersten Operation

+7OP1 = eine Woche nach der ersten Operation

-1OP2 = ein Tag vor der zweiten Operation

+1OP2 = ein Tag nach der zweiten Operation

+7OP2 = eine Woche nach der zweiten Operation

+28OP2 = vier Wochen nach der zweiten Operation

SEM = Standardfehler der Mittelwerte