



Einstreuversuch in einem Milchviehstall

Bachelor-Thesis

Bachelorarbeit von Vanessa Wyss
Vorgelegt bei Dr. med. vet. Samuel Kohler
Zollikofen, 13. August 2021

Selbstständigkeitserklärung und Gewährung der Nutzungsrechte

Durch meine Unterschrift erkläre ich, dass

- ich die „Richtlinien über den Umgang mit Plagiaten an der Berner Fachhochschule“ kenne und mir die Konsequenzen bei deren Nichtbeachtung bekannt sind,
- ich diese Arbeit in Übereinstimmung mit diesen Grundsätzen erstellt habe,
- ich diese Arbeit persönlich und selbständig erstellt habe,
- ich mich einverstanden erkläre, dass meine Arbeit mit einer Plagiat-Erkennungssoftware getestet und in die BFH-Datenbank der Software aufgenommen wird,
- ich der HAFL ein kostenloses, unbefristetes, nicht-exklusives Nutzungsrecht an meiner Arbeit gewähre.

Ort, Datum Aetzikofen, 13.08.2021

Unterschrift 

Mitteilung über die Verwendung von studentischen Arbeiten der Hochschule für Agrar-, Forst und Lebensmittelwissenschaften HAFL

Alle Rechte an Semesterarbeiten, Minorarbeiten sowie Bachelor und Master-Thesis der Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL sind im Besitze des/der Verfassers/in der Arbeit. Die HAFL genießt jedoch ein kostenloses, unbefristetes, nicht-exklusives Nutzungsrecht an den Arbeiten ihrer Studierenden.

Semesterarbeiten, Minorarbeiten sowie Bachelor und Master-Thesis sind Bestandteile des Ausbildungsprogramms und werden von den Studierenden selbständig verfasst. Die HAFL übernimmt keine Verantwortung für eventuelle Fehler in diesen Arbeiten und haftet nicht für möglicherweise daraus entstehende Schäden.

Zollikofen, Dezember 2015

Die Direktion

Inhalt

Abbildungsverzeichnis	4
Tabellenverzeichnis	5
Abkürzungsverzeichnis	6
Abstract	7
1 Einleitung und Ziel	8
1.1 Einleitung	8
1.2 Ziel	8
1.3 Fragestellung und Hypothesen	9
1.3.1 Fragen	9
1.3.2 Hypothesen	9
2 Stand der Forschung	10
2.1 System Kompostierungsstall	10
2.2 Rindergesundheit und Wohlbefinden	10
2.3 Rotteprozess	12
2.3.1 Ab- und Umbauphase	12
2.3.2 Aufbauphase	12
2.4 Kompomo	13
2.4.1 Einstreumaterial Bio-Waldboden	13
2.4.2 Grundeinstreu und Verbrauch	13
2.4.3 Planung und Management	13
2.5 Zellzahlen als Indikator für Mastitis	14
2.6 Einfluss auf die Eutergesundheit & Typisierung der Mastitiserreger	14
2.6.1 Staphylokokken aureus	14
2.6.2 Streptokokken	14
2.6.3 Truperella pyogenes	14
2.6.4 C. bovis	15
2.6.5 Coliforme	15
2.6.6 Schimmelpilze	15
2.6.7 Bacillus	15
2.6.8 Bacillus hämolysierend	15
2.7 Verfahrenstechnik im Bereich Kompost/Waldboden	15
3 Material und Methoden	17
3.1 Allgemeine Informationen zu den Versuchsbedingungen	17
3.2 Versuchsdesign	17
3.3 Milchkühe für Stichprobe	17
3.4 Pflege und Management des Waldbodens bei den Herren Wolleb/Fehlmann	18
3.5 Stallgebäude	18
3.6 Zeitpunkt und Art der Probenentnahmen und Erhebungen	20
3.6.1 Zellzahlen	20
3.6.2 Scoring	20
3.6.3 Liegeverhalten	21
3.6.4 Bakteriologische Untersuchung	21
3.6.5 Temperaturmessung	22
3.7 Analyse der Milch- und Einstreuproben	23
3.7.1 Zellzahlmessung	23
3.7.2 Mikrobiologische und bakteriologische Untersuchung (Bamos)	23
3.8 Statistische Auswertung	23
3.8.1 Erhebungen	23

3.8.2	Temperaturdaten	23
4	Ergebnisse mit Teildiskussion	24
4.1	Zellzahlen	24
4.2	Teildiskussion Zellzahlverläufe	29
4.3	Sauberkeit	31
4.4	Teildiskussion Sauberkeit	34
4.5	Haarlose Stellen, kleine Verletzungen und Schwellungen an Integument	35
4.6	Teildiskussion Irritationen am Integument	37
4.7	Liegeverhalten	38
4.8	Teildiskussion Liegeverhalten	38
4.9	Temperaturverlauf	39
4.10	Teildiskussion Temperaturverlauf	39
4.11	Bakteriologische Untersuchung	40
4.12	Teildiskussion bakteriologische Untersuchung	40
4.12.1	Staphylokokken und Streptokokken	40
4.12.2	Coliforme und Bacillus	40
4.12.3	Schimmelpilze	41
4.13	Eigene Beobachtungen ohne wissenschaftliche Erhebung	41
4.13.1	Klauensauberkeit und Klauengesundheit	41
4.13.2	Nässende und haarlose Stellen am ganzen Körper	42
4.13.3	Scheidenausfluss	43
4.13.4	Podeste	43
4.13.5	Fliegen	44
5	Kostenvergleich Stroh vs. Waldboden	45
6	Schlussfolgerungen	47
7	Dank	48
8	Literaturverzeichnis	49
9	Anhang	52
9.1	Auftrag BT	52
9.2	Disposition	54
9.3	Protokoll Versuch	59
9.4	Zellzahlerhebungen	62
9.5	Scoring Sauberkeit und Irritationen am Integument, Status Quo	63
9.6	Scoring Sauberkeit und Irritationen am Integument, 1. Versuchserhebung	64
9.7	Scoring Sauberkeit und Irritationen am Integument, 2. Versuchserhebung	65
9.8	Scoring Sauberkeit und Irritationen am Integument, 3. Versuchserhebung	66
9.9	Scoring Sauberkeit und Irritationen am Integument, 4. Versuchserhebung	67
9.10	Scoring Sauberkeit und Irritationen am Integument, 5. Versuchserhebung	68
9.11	Liegeverhalten während Versuch, März bis Mai 2021	69
9.12	Bakteriennachweis Grundeinstreu und Beprobung während Versuch	70
9.13	Temperaturdaten während Versuch	71

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Kompostierungsprozess (Quelle: Menzel et al. 2015)	12
Abbildung 2 Hanskamp Betting Cleaner, (Quelle: Hanskamp ohne Datum)	15
Abbildung 3 Planieren mit Rollstriegel	18
Abbildung 4 Milchviehstall, Vogelperspektive, (Quelle: Googlemaps.ch)	19
Abbildung 5 Milchviehstall (innen) mit Schlauchlüftung (orange)	19
Abbildung 6 Vogelperspektive Stall	19
Abbildung 7 Scoring Sauberkeit, (Quelle: Hulslen 2012)	20
Abbildung 8 Scoring haarlose Stellen, kleine Verletzungen und geschwollene Gliedmassen (Quelle: Hulslen 2012)	21
Abbildung 9 Standorte (S1 und S2)	22
Abbildung 10 Standorte Temperatursonden	22
Abbildung 11 Ausprägungen von hohen Zellzahlen, (Quelle: Braunvieh Schweiz ohne Datum)	30
Abbildung 12 Nr.48 7 Tage auf Waldboden, 9 Tage p.p.	41
Abbildung 13 Kuh Nr. 48 auf Stroh-Matratze, 2 Tage Post Partum (p.p.)	41
Abbildung 14 Kuh Nr. 11 Versuchsende, Irritationen am Brustbein	42
Abbildung 15 Kuh Nr. 11 Versuchsbeginn,	42
Abbildung 16 Brunstschleim	43
Abbildung 17 Abbluten	43
Abbildung 18 Angetragenes Podest	43
Abbildung 19 Einstreu nass, zerfällt nicht, Klumpenbildung	61
Abbildung 20 Einstreu feucht, zerfällt nach 2-3 x schütteln, kleine Klumpen	61
Abbildung 21 Einstreu trocken, zerfällt, keine Klumpen	61

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Mittelwerte der MLP pro Kuh, Stauts Quo, n=27	24
Tabelle 2 Zellzahlwerte pro Kuh während Versuch, n=27	26
Tabelle 3 Mittelwerte der Zellzahlen pro Kuh während Versuch, n=27	27
Tabelle 4 Mittelwerte der Zellzahlen aller Stichprobenkühe pro Erhebungsdatum, n=27	27
Tabelle 5 Vergleich der Zellzahlen vor und nach dem Versuch, n=27	28
Tabelle 6 Sauberkeitsindex Status Quo der Stichprobenkühe, 09.03.2021, n=27	31
Tabelle 7 Sauberkeitsindex Scoring der Stichprobenkühe während Versuch, 24.03.2021, n=27	31
Tabelle 8 Sauberkeitsindex Scoring der Stichprobenkühe während Versuch, 07.04.2021, n=27	32
Tabelle 9 Sauberkeitsindex Scoring der Stichprobenkühe während Versuch, 21.04.2021, n=27	32
Tabelle 10 Sauberkeitsindex Scoring der Stichprobenkühe während Versuch, 05.05.2021, n=27	33
Tabelle 11 Sauberkeitsindex Scoring der Stichprobenkühe während Versuch, 19.05.2021, n=27	33
Tabelle 12 Mittelwerte Sauberkeitsindex «Status Quo vs. Versuch», n=27	34
Tabelle 13 Häufigkeit Irritationen am Integument Status Quo, n=27	35
Tabelle 14 Häufigkeit haarlose Stellen und kleine Verletzungen am Integument während Versuch, n=27	35
Tabelle 15 Häufigkeit geschwollenes Integument während Versuch, n=27	36
Tabelle 16 Häufigkeit geschwollenes Vorderknie während Versuch, n=27	36
Tabelle 17 Liegeverhalten während Versuch, n= 45	38
Tabelle 18 Tagesdurchschnittstemperaturen während Versuch	39
Tabelle 19 Zusammenfassung der nachweisbaren Mastitiserreger während Versuch	40
Tabelle 20 Wirtschaftlichkeitsrechnung Stroh vs. Waldboden auf dem Betrieb Wolleb/Fehlmann, eigene Darstellung, n=45, Quelle: (Gazzarin 2020).....	45
Tabelle 21 Zellzahlen der Stichprobenkühe, n=27	62
Tabelle 22 Scoring Sauberkeit und Irritationen am Integument, Status Quo, n=27	63
Tabelle 23 Scoring Sauberkeit und Irritationen am Integument, 1. Versuchserhebung, n=27	64
Tabelle 24 Scoring Sauberkeit und Irritationen am Integument, 2.Versuchserhebung, n=27	65
Tabelle 25 Scoring Sauberkeit und Irritationen am Integument, 3. Versuchserhebung, n=27	66
Tabelle 26 Scoring Sauberkeit und Irritationen am Integument, 4. Versuchserhebung, n=27	67
Tabelle 27 Scoring Sauberkeit und Irritationen am Integument, 5. Versuchserhebung, n=27	68
Tabelle 28 Liegeverhalten pro Woche während Versuch, März bis Mai 2021, n=45	69
Tabelle 29 Nachweis und Gehalte der einzelnen Bakterienstämmen, Grundeinstreu und Versuchsproben	70
Tabelle 30 Mittelwerte der Tagestemperaturen während Versuch von März bis Mai 2021	71

Abkürzungsverzeichnis

Empf.	Empfindlich
E. coli	Escherichia Coli
Ebd.	Eben da
Et al.	Et alli
ÖLN	Ökologischer Leistungsnachweis
Staph.	Staphylokokken
Strep.	Streptokokken
TS	Trockensubstanz
p.p.	Post-Partum
Pen.	Penicillin
Verschm.	Verschmutzung

Abstract

WYSS, Vanessa. Einstreuversuch in einem Milchviehstall

Diese Bachelor-Thesis befasst sich mit der Eignung des Einstreumaterials «Bio-Waldboden» in einem Milchviehstall mit Tiefstreuhaltung. Das Ziel dieser Arbeit ist es, den Bio-Waldboden für Milchkühe hinsichtlich Tierwohl, Sauberkeit, Einwirkungen auf die Gliedmassen und Eutergesundheit zu untersuchen. Zusätzlich sollen die Verfahrenstechnik und die Betriebswirtschaft bewertet werden.

Ausgehend der Literaturrecherche wurden bestehende Ansätze mit den erhobenen Daten und Erkenntnissen aus dem Praxisversuch ergänzt, verglichen und beurteilt. Die Sauberkeit und die Irritationen am Integument wurden im 14-Tages-Rhythmus gescort. Ebenfalls wurde im 14-Tages-Rhythmus Milchproben für die Zellzahlmessung und Einstreuproben für die bakteriologische Untersuchung entnommen. Temperaturlogger lieferten alle zwei Stunden Daten. Wöchentlich wurde das Liegeverhalten quantitativ erhoben.

Die Ergebnisse zeigten auf, dass sich die Sauberkeit der Kühe in zehn Wochen um mehr als ein Notenpunkt verbessert hat und die Irritationen am Integument ausheilen konnten. Die in der Einstreu nachgewiesenen Keime sind betreffend der Eutergesundheit unbedenklich. Die Zellzahl Mittelwerte der Herde zeigten eine abfallende Tendenz an. Die Kerntemperatur des Waldbodens hat sich bei 25°C eingependelt. Der Anteil liegender Kühe war bei jeder Erhebung über 77% und die Kühe wurden in verschiedenen Liegepositionen vorgefunden, was auf eine hohe Akzeptanz und ein hohes Tierwohl verweist. Die Verfahrenstechnik ist zurzeit noch sehr aufwändig, sei es bezüglich der täglichen manuellen Ausmisttätigkeit oder der Arbeitsbelastung beim Nachstreuen.

Ein grosser Vorteil vom Waldboden ist der geringe Verbrauch und die damit verbundenen tieferen Kosten in den Bereichen Entmistung und Ausbringung auf dem Feld. Auf der Ebene Betriebswirtschaft schneidet der Waldboden im Vergleich zur herkömmlichen Stroh-Matratze besser ab.

Der Versuch lieferte vielversprechende Ergebnisse. Der Waldboden hat in allen untersuchten Bereichen eine Verbesserung erzielt und kann durchaus für Milchkühe verwendet werden. Nur im Bereich des Managements müssen noch weitere Schritte verfolgt werden, damit das tägliche Handling rationalisierter durchgeführt werden kann.

Schlüsselwörter: Litter, Compost, Waldboden, Udder Health, Integument, Animal Welfare

1 Einleitung und Ziel

1.1 Einleitung

Weich, komfortabel, gut verformbar, griffig und trocken. Diese Bedingungen soll eine Liegefläche für Milchkühe erfüllen, um maximalen Tierkomfort und hohe Leistung der Tiere zu gewährleisten. Der Kaufpreis und die Verfahrenstechnik der Einstreue dürfen dabei nicht vernachlässigt werden (Strickhof ohne Datum).

Aufgrund der Verfügbarkeit und dem beachtlichen Kostenfaktor in der Milchviehhaltung werden gegenüber der traditionellen Stroh-Mist-Matratze Alternativen gesucht. Sand, Feststoff aus der Separierung von Gülle oder Kompost sind Alternativen, die sich für die Milchviehhaltung anbieten (Zähler et al. 2009).

Kompost hat sich in den letzten Jahren als vielversprechendes Einstreumaterial durchgesetzt. Kompost bietet einen hohen Tierkomfort, saubere Kühe, eine weiche Liegefläche und damit verbunden führt der Kompost zu einer guten Euter- und Klauengesundheit (Ofner-Schröck et al. 2014).

Ähnlich wie Kompost soll sich der Bio-Waldboden der Firma Kompomo verhalten. Neu wird in der Milchviehhaltung in Form von Versuchen die Bio Pferdeinstreu «Waldboden» getestet. Nach einer zweijährigen Entwicklungsphase stellt sich der Waldboden als die Verbindung von Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit dar. In der Pferdebranche hat sich der Waldboden bereits gut etabliert (Kompomo ohne Datum). Gemäss den Angaben des Herstellers erfüllt der Waldboden die Kriterien für eine rundum optimale Liegefläche für Milchkühe. Weiter überzeugt der Waldboden mit einem neutralen pH-Wert und der Fähigkeit Staub binden zu können. Dank der mikrobiellen Aktivität kann Urin abgebaut werden und sorgt damit für eine geruchsfreie Einstreu. Nicht nur in der Nutztierhaltung soll der Waldboden zukünftig eingesetzt werden, sondern auch in der Heimtierhaltung (ebd.).

Der Kompost sowie der Waldboden haben eines gemeinsam, und zwar, dass die beiden Systeme kostenintensiver pro 100kg Einstreumaterial sind als Stroh. Im Gegensatz dazu fällt der Jahresverbrauch an Einstreumaterial beim Kompost und dem Waldboden tiefer aus. Hier bringt der Waldboden mit seiner Fähigkeit, Urin abzubauen einen weiteren sehr zentralen Vorteil. Aufgrund dieser Eigenschaft wird weniger Einstreumaterial pro Kuh und Jahr benötigt und senkt somit die Kosten (Ofner-Schröck et al. 2014).

Grundlage dieser Arbeit war ein Praxisbetrieb, der bereits im Jahr 2000 einen Tiefstreulaufstall baute, um den Tierkomfort und das damit verbundene Tierwohl auf einem hohen Niveau zu halten. Bis zum Einstreuversuch wurde die Liegefläche konventionell mit Stroh bewirtschaftet.

1.2 Ziel

In dieser empirischen Arbeit wird die Bio-Waldboden-Einstreu auf ihre Tauglichkeit in einem Milchviehstall geprüft. In erster Linie sollen die Auswirkungen der Einstreue auf den Temperaturverlauf, die Sauberkeit und Irritationen am Integument der Kühe sowie die Eutergesundheit und das Tierwohl (Liegeverhalten) in Erfahrung gebracht werden. In einem weiteren Schritt werden die Verfahrenstechnik und die Kostenfaktoren analysiert.

Es handelt sich dabei, um eine quantitative sowie qualitative Vorgehensweise, wobei Literaturrecherche betrieben wird und die erhobenen Praxisdaten mittels deskriptiver Statistik ausgewertet werden.

1.3 Fragestellung und Hypothesen

Nachfolgend sind die Versuchsfragen sowie die Hypothesen getrennt aufgelistet, welche im Kapitel 4 «Ergebnisse mit Teildiskussionen» beantwortet werden.

1.3.1 Fragen

- Wie wirkt sich die Bio-Waldbodeneinstreu auf die Sauberkeit der Milchkühe aus?
- Wie wirkt sich die Bio-Waldbodeneinstreu auf die haarlosen und geschwollenen Stellen und die kleinen Wunden am Integument aus?
- Hat die Bio-Waldbodeneinstreu einen Einfluss auf das Liegeverhalten der Milchkühe?
- Hat die Bio-Waldbodeneinstreu einen Einfluss auf die Eutergesundheit?
- Welche eutergesundheitsrelevanten Bakterien können zu Beginn und im Verlauf des Versuches nachgewiesen werden?
- Wie verhält sich die Quantität der Bakterien im Verlauf des Versuches?
- Wie muss die Bio-Waldbodeneinstreu gepflegt werden?
- Ist die Bio-Waldbodeneinstreu preiswert?

1.3.2 Hypothesen

- Die Sauberkeit der Milchkühe verbessert sich durch die Bio-Waldbodeneinstreu.
- Die Bio-Waldbodeneinstreu zeigt keine Veränderung auf die haarlosen Stellen sowie die kleinen Verletzungen am Integument.
- Die Bio-Waldbodeneinstreu zeigt ebenfalls keine Veränderung auf die geschwollenen Gelenke (v.a. Sprunggelenk und Vorderfusswurzelgelenk).
- Die Zellzahlen verzeichnen durch die Bio-Waldbodeneinstreu zuerst einen Anstieg und sinken anschliessend kontinuierlich.
- Der Bakteriengehalt in der Bio-Waldbodeneinstreu nimmt ebenfalls zuerst zu, bevor er kontinuierlich sinkt und anschliessend stagniert.
- Ebenso steigt die Temperatur zuerst an und stagniert anschliessend.
- Insgesamt liegen die Milchkühe in der Bio-Waldbodeneinstreu mehr. Die Kühe sind dank dem Bio-Waldboden vermehrt in der Schlafposition und der totalen Seitenlage vorzufinden.
- Das Strecken eines Vorderbeins sowie der Hinterbeine wird durch die Bio-Waldbodeneinstreu vermehrt festgestellt.

2 Stand der Forschung

Kompostställe im klassischen Verfahren sind in der Milchviehhaltung bereits bekannt. Anders bei Tiefstreulaufställen mit Waldboden. Hierzu gibt es noch keine bis sehr wenige Erkenntnisse dazu.

2.1 System Kompostierungsstall

Der Kompostierungsstall ist längst ein etabliertes Haltungssystem für Milchkühe (Möcklinghoff-Wicke 2018). Ein Kompostierungsstall bietet eine grosszügige Liegefläche aus organischem Material. Der Kompostierungsstall ermöglicht einer Kuh, ihre artgemässe Liegeposition einzunehmen, ohne von Stalleinrichtungsgegenständen eingeschränkt zu werden. Des Weiteren können die Kühe ihr natürliches Verhalten resp. den sozialen Kontakt in der Herde ausleben. (Huber et al. 2013). Der Kompost wird regelmässig mit einem Grubber bearbeitet, wobei der Kot und der Urin der Kühe mit der Einstreu durchmischt werden. Der Kompostierungsstall ist ein innovatives Stallsystem, das in den Bereichen Tierwohl, Ökonomie und Umwelt vorteilhaft ist (Möcklinghoff-Wicke 2018).

Das Management des Kompostierungsstalles darf auf keinen Fall vernachlässigt werden. Nur trockene und saubere Liegeflächen gewährleisten einen hohen Gesundheitsstatus (Möcklinghoff-Wicke 2018).

Bei der Grundeinstreue wird eine 20 bis 25cm hohe Matratze eingestreut. Anschliessend wird alle zwei bis sieben Wochen 0.4 bis 1.3m³ pro Tier nachgestreut (Huber et al. 2013).

Gemäss Huber et al. (2013) wird in Israel eine Fläche von 13 bis 20m² pro Kuh angestrebt, wobei in den USA nur gerade 7.5 bis 9.2m² pro Kuh zur Verfügung stehen. Die Wirtschaftlichkeit der Kompostierungsställe ist grösser, da die Kosten im Liegebereich fast entfallen. Ein Kompostierungsstall ist für Betriebe mit viel Grünland und wenig bis kein Ackerbau ein sehr interessantes Haltungssystem (Huber et al. 2013).

2.2 Rindergesundheit und Wohlbefinden

Eine Studie aus den USA belegt, dass die Gesundheit bei der Komposthaltung besser ist. Insgesamt war die Häufigkeit an Lahmheiten geringer, das Vorkommen von Veränderungen am Integument wie haarlose Stellen, kleine Verletzungen und geschwollene Sprunggelenke war im Kompostierungsstall kleiner als in Vergleichsställen. Auch die Zellzahlen und die damit verbundenen Mastitiden waren aufgrund einer kleineren Keimbelastung geringer. Die natürlicheren Haltungsbedingungen sowie ein fester, griffiger Untergrund wirkt sich unter anderem auch positiv auf die Fruchtbarkeit aus (Huber et al. 2013).

Ein Kompostierungsstall bietet den Kühen eine artgerechte Haltung. Verschiedene Liegepositionen können ungehindert eingenommen werden und die Kühe können den Kontakt mit Artgenossen pflegen. Ein freies und stressfreies Bewegen, Liegen und Stehen auf weichen, rutschfesten, sauberen und trockenen Flächen sind die wichtigsten Wohlfühlfaktoren für eine Milchkuh. Ebenfalls sind in einem Kompostierungsstall keine Restriktionen beim Abliegen und Aufstehen vorhanden, sowie vorgegebenen Wege und Sackgassen (Heil 2012). Aufgrund eines trockenen und weichen Untergrundes sind die Klauen und die empfindliche Haut oberhalb der Klauensubstanz optimal entlastet, wodurch Klauenprobleme und Paratitien minimiert werden können. Bei Klauenkrankheiten wie Dermatitis digitalis kann der Infektions-

druck reduziert werden. Sind die Kühe auf einer trockenen und sauberen Fläche, trocknet die Infektionskrankheit aus und verweilt in einem inaktivierten Stadium (Ofner-Schröck et al. 2014). Anhand von Praxisberichten der Uni Göttingen (Heil 2012) konnte die Erkrankungsrate von Dermatitis digitalis von 50 auf 2% der Gesamtherde minimiert werden. Vor allem eine gute Entlastung resp. Abfederung beim Gehen und Stehen durch den Untergrund wirkt sich positiv auf die Klauengesundheit aus. Da der Klauenabrieb durch den weichen Untergrund weniger stark beansprucht wird, ist eine regelmässige Klauenpflege unabdingbar (Ofner-Schröck et al. 2014).

Druckstellen, haarlose Sprunggelenke mit kleinen Verletzungen und Lahmheiten sind bei Kompostierungsställen nicht zu finden.

Ein solides funktionelles Fundament wirkt sich zugleich positiv auf die Fruchtbarkeit aus. Die Fruchtbarkeit wird von vielen Faktoren beeinflusst. Die Kühe können ihre Brunst dank den optimalen Haltungsbedingungen, dem rutschfesten und weichen Boden deutlich zeigen (Ofner-Schröck et al. 2014). Nicht nur die Klauengesundheit und das Wohlbefinden der Tiere wird verbessert, sondern auch die Eutergesundheit. Dank des Kompostierungsprozesses und der Abtrocknung an der Oberfläche können sich Bakterien generell weniger gut vermehren. Die Gehalte an umweltassoziierten Mastitiserregern können dadurch stark eingedämmt werden (Krömker 2012). Umweltassoziierte Erreger stammen aus der Einstreu, der Laufflächen etc., es handelt sich dabei um Erreger der Streptokokkusstämmen wie *Str. uberis*, Enterokokken sowie Coliforme Keime (Krömker 2012). Vorsicht ist geboten, wenn der Kompostierungsstall nicht optimal funktioniert. Nasse Einstreu erhöht den Infektionsdruck mit euterpathogenen Erregern (Ofner-Schröck et al. 2014; Krömker 2012). Krömker (2012) betont ebenfalls, dass das Management der Einstreu und Stallhygiene der zentralste Faktor im Bereich der Eutergesundheit ist. Weiter stellt er aus eigenen Untersuchungen fest, dass anorganische Einstreu besser ist als organische, alkalisches Material besser ist als neutrales und dass das Material nicht staubend und reizend sein soll.

Weiter kommt dazu, dass die Zellzahlgehalte nicht nur von der Einstreu abhängig sind. Die kuhassoziierten Faktoren wie die Melkbarkeit, das Alter, die Genetik und der Laktationsabschnitt beeinflussen den Zellzahlgehalt ebenfalls. Die kuhassoziierten Mastitiserreger stammen aus dem kranken Euterviertel und besiedeln in erster Linie Läsionen an der Zitzenhaut und im Zitzenkanal. Über die Melkerhände, Zitzengummis und die Milch können die kuhassoziierten Mastitiserreger verschleppt werden (Krömker 2012). Zu den kuhassoziierten Mastitiserregern gehören gemäss (Krömker 2012) *Staphylokokkus aureus*, *Streptokokkus dysgalactiae* und *Streptokokkus agalactiae*. Auch die Melktechnik darf nicht vernachlässigt werden, Vakuumschwankungen, Blindmelken und eine ungenügende Melkhygiene lassen die Zellzahlen erhöhen (Braunvieh Schweiz ohne Datum).

2.3 Rotteprozess

Bei der mikrobiellen Umwandlung von pflanzlichen und teilweise auch tierischen Abfällen sowie der Beimengung von Erde wird der Stickstoff mineralisiert und pflanzenverfügbar gemacht. Aerobe Verhältnisse erfüllen die Bedingung für eine gute Rotte. Der Prozess ist in drei Phasen unterteilt, vgl. Abb. 1 (Holzeder 2012).

2.3.1 Ab- und Umbauphase

In der Abbauphase ist eine hohe Aktivität von Mikroorganismen zu verzeichnen. Durch die starke Aktivität der Mikroorganismen erwärmt sich das Material. Die hohen Temperaturen im untersten Drittel bis zu 80°C, in Versuchen von (Heil 2012) konnten ebenfalls Temperaturen bis zu 65°C in den untersten Schichten festgestellt werden, beschleunigen den Abbauprozess nochmals zusätzlich, töten Krankheitserreger und Unkrautsamen ab (Menzel et al. 2015) und lassen Flüssigkeiten aufgrund der hohen Temperaturen verdunsten (Heil 2012). Abgebaut werden in dieser Phase Eiweisse, Zucker, Zellulose, Pektin, Fette und Lignin. In der Umbauphase nimmt die Temperatur ab (Menzel et al. 2015). Im mittleren Dritten herrschen anschliessend Temperaturen von 40 bis 50°C und im obersten Drittel noch 30 bis 40°C (Heil 2012).

2.3.2 Aufbauphase

Anschliessend wird der Kompost in der Aufbauphase biologisch stabilisiert und Huminstoffe werden gebildet. Der Kompostierungsprozess dauert im Schnitt 25 Wochen, bevor der Kompost als wertvoller pflanzenverfügbare Dünger ausgebracht oder als Einstreumaterial verwendet werden kann (Menzel et al. 2015).

Der Kompostierungsprozess in einem Kompostwerk

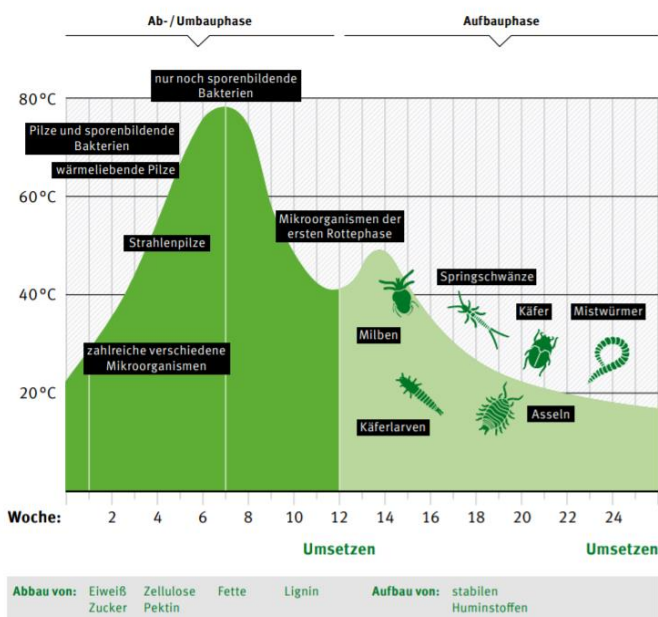


Abbildung 1 Kompostierungsprozess (Quelle: Menzel et al. 2015)

2.4 Kompomo

2.4.1 Einstreumaterial Bio-Waldboden

Wie es der Name bereits verrät, ähnelt der Bio-Waldboden dem echten Waldboden (Herren et al. ohne Datum). Der Bio-Waldboden ist ein Gemisch aus Kompost, rindenfreiem feingehäckseltem Holz und Erdanteilen (Kompomo ohne Datum). Seine Struktur, der Geruch sowie die dunkle Farbe sind mit dem Boden im Wald vergleichbar. Der Bio-Waldboden ist durch seine lebenden Mikroorganismen aktiv und zersetzt den Urin, anstatt ihn in Ammoniak abzubauen. Durch den Zersetzungsprozess wird der Ammoniak im Harnstoff zu Wasser, Wasserstoff und Stickstoffoxid umgewandelt (Herren et al. ohne Datum).

Durch die Restfeuchtigkeit im Waldboden wird Staub gebunden und sorgt für optimale Luftverhältnissen. Der neutrale pH von 7.2 wirkt sich positiv auf die Klauen- resp. Hufgesundheit aus. Dank dem, dass der Waldboden Stösse/Tritte dämpft, verweilen die Tiere gerne auf dem weichen Untergrund (Herren et al. ohne Datum).

Der Waldboden kann anschliessend ohne Nachkompostierung auf dem Feld als wertvoller Dünger verwendet werden. Er ist zudem in den Label Bio und Demeter zugelassen (Herren et al. ohne Datum).

2.4.2 Grundeinstreu und Verbrauch

Wird der Waldboden zum ersten Mal eingestreut, muss darauf Acht gegeben werden, dass mindestens 20cm Material als Grundeinstreu eingebracht werden. Anschliessend verdichtet sich der Waldboden innerhalb zwei Wochen und setzt sich ab. Die Einstreutiefe sollte zu jedem Zeitpunkt mindestens 15cm betragen, ansonsten ist die Funktionsweise der Mikroorganismen eingeschränkt (Herren et al. ohne Datum).

Die benötigte Menge an Einstreumaterial ist im Vergleich zu zum konventionellen Einstreumaterial Stroh tiefer. Somit muss auch weniger Lagerplatz auf dem Betrieb zur Verfügung stehen. Bei Pferden wurde in Versuchen erhoben, dass in einem Freilaufstall im Schnitt 50l (0.05m³) pro Woche und Pferd nachgestreut werden müssen. (Herren et al. ohne Datum)

2.4.3 Planung und Management

Bei der täglichen Entmistungsarbeiten sollen die untersten 5 bis 7cm bestehen bleiben. Dort entwickelt sich eine anaerobe Schicht, welche den Harnstoff aus dem Urin zersetzt. Damit den Mikroorganismen jederzeit optimale Arbeitsbedingungen gewährleistet werden können, spielt die Feuchtigkeit die zentrale Rolle. Gerade in heissen Sommermonaten muss die Einstreu befeuchtet werden, damit die Matratze nicht austrocknet und somit die Lebensbedingungen für die Mikroorganismen nicht mehr gewährleistet wären. Zudem sollen die obersten Schichten täglich planiert werden (Herren et al. ohne Datum). Nasse Stellen müssen nicht zwingend ausgemistet werden. Wird die Feuchtigkeit nicht verteilt aufgenommen, kann das Material der betroffenen Stelle entnommen werden und entweder mit trockenem Material vermischt oder an einem separaten Standort getrocknet werden.

Das Durchmischen der obersten Schichten führt zu einer guten Verteilung der Feuchtigkeit und sollte daher regelmässige Anwendung finden (Herren et al. ohne Datum).

2.5 Zellzahlen als Indikator für Mastitis

Die Zellzahl in der Milch gilt als Indikator für den Gesundheitszustand des Euters. Es handelt sich um körpereigene somatische Zellen. Genauer definiert sind es Leukozyten, die sich in Makrophagen, Lymphozyten und Granulozyten differenzieren. Diese Zellen werden über das Blut im ganzen Körper verteilt und sammeln sich dort an, wo eine Entzündung vorliegt. Die somatischen Zellen sind somit für die Infektionsbekämpfung zuständig. Vor allem die Makrophagen sowie die Granulozyten sind für die Phagozytose verantwortlich (Brockmann Solveig 2006). Ein Milchzellgehalt von weniger als 150'000 Zellen pro ml Milch wird gemäss Bodmer als normale Sekretion betrachtet und erfordert keine Behandlung (Bodmer Michèle ohne Datum)

2.6 Einfluss auf die Eutergesundheit & Typisierung der Mastitiserreger

Im Mastitsdiagnostikprogramm wurde der Waldboden auf die unten aufgeführten Erreger beprobt. Anschliessend folgte die Auflistung mit einer Charakterisierung der einzelnen Erreger. Nicht alle unter Punkt 2.6 aufgeführten Erreger wurden in dem Einstreumaterial nachgewiesen. Der Vollständigkeit halber wurden alle möglichen Erreger kurz charakterisiert.

2.6.1 Staphylokokken aureus

Staphylokokken sind mit 50% die wichtigsten Mastitiserreger für klinischen und subklinischen Mastitiden. Der Staphylokokkus aureus ist der häufigste Vertreter der Staphylokokken. Er ist ein kuh- sowie umweltassoziiertes Erreger und wird vorwiegend über die Melkarbeit verschleppt. Infektionen mit Staphylokokkus aureus sind vielfach ein Bestandesproblem und erfordern strikter Einhaltung von Hygieneregeln zur Sanierung. Präventiv helfen in erster Linie konsequent gleiche Melkvorgänge und Hygienemassnahmen. Eingeschleppt wird der Erreger selten durch Einstreumaterial aber dafür vielmehr durch den Zukauf von infizierten Tieren (Stephan et al. 2013).

2.6.2 Streptokokken

Streptokokken gehören zu den zweithäufigsten Mastitiserregern (40%) von klinischen wie auch subklinischen Mastitiden. Streptokokken können in Untergruppen unterteilt werden. Dazu gehören der Str. uberis, Str. dysgalactiae und Str. agalactiae. Str. uberis ist der weitverbreitetste Erreger. Es handelt sich um einen umweltassoziierten Erreger, welcher vor allem in der Galtzeit und in der Früh lactation zu Infektionen führt. Die Übertragung erfolgt in der Regel über die Melkmaschine.

Therapien in chronischen Fällen sind oft erfolglos. Ansonsten mittels Therapieverlängerung (5 Tage) behandelbar. Trockene und saubere Liegeflächen strikte Melkhygiene sowie die Anwendung von Euterschutz in der Galtphase wirken präventiv (Stephan et al. 2013).

2.6.3 Truperella pyogenes

T. pyogenes sind Erreger, die aus Wundinfektionen, Abszessen und eitrigem Genitalausfluss stammen. Der Erreger kann über Stechfliegen verbreitet werden. Präventiv sind saubere und trockene Liegeflächen, Fliegenbekämpfung sowie gute Klauengesundheit und das Verhindern von Panaritien die wichtigsten Massnahmen (Stephan et al. 2013).

2.6.4 C. bovis

C. bovis hat gemäss (Stephan et al. 2013) keine grosse Bedeutung als primärer Mastitiserreger. Es handelt sich bei Infektionen meist um subklinische Mastitiden mit Zellzahlerhöhung. Die Infektion heilt meistens spontan aus. Melk- und Stallhygiene sind wichtige Präventivmassnahmen.

2.6.5 Coliforme

Auch Enterokokken genannt. Sie sind für unter 1% der Mastitidfälle verantwortlich. Die Enterokokken können ebenfalls klinische wie subklinische Mastitiden auslösen. Es handelt sich um umweltassoziierte Keime. Präventiv wirken saubere und trockene Liegeflächen und Laufgänge sowie eine strikte Einhaltung der Zitzenreinigung und der Melkhygiene (Stephan et al. 2013).

2.6.6 Schimmelpilze

Gemäss Daetz-Heisler (2010) gehört Schimmel zu der Gruppe der Pilze. Mastitiden werden fast nur durch die Pilzgattung der Hefen ausgelöst. Im Zusammenhang mit Schimmelpilzen sind nur wenige Erkenntnis über den Zusammenhang mit Euterentzündungen vorhanden und stellen daher in der Einstreu kein Problem für die Eutergesundheit dar.

2.6.7 Bacillus

Der Bacillus tritt in erster Linie auf, wenn nicht siliertes Biertreber verfüttert wird und ist somit ein umweltassoziiertes Erreger. Bacillus spp. können primäre Mastitiserreger sein, sind aber vielfach nachweisbar durch Kontamination bei der Probengewinnung (Stephan et al. 2013).

2.6.8 Bacillus hämolysierend

Hämolysierend bedeutet, dass der Erreger die Erythrozyten auf dem Schafblut-Agar auflöst.

2.7 Verfahrenstechnik im Bereich Kompost/Waldboden

Die Firma Hanskamp aus den Niederlanden hat eine Gerätschaft entwickelt, um den Kot aus dem Liegebereich rauszusieben. Die durch eine Zapfwelle angetriebene Siebkette nimmt Einstreumaterial zusammen mit den Kuhfladen auf. Durch die Rotation der Siebkette wird der Kot paniert und es bilden sich Krokette, welche über die Siebkette in einen Auffangtank gelangen. Restliches Einstreumaterial fällt zwischen den einzelnen Stäben der Siebkette zurück auf die Einstreu (Hanskamp ohne Datum). Vgl. Abb. 2.

Als Erfolgsfaktor spielt hier die Kotkonsistenz eine sehr zentrale Rolle. Damit der Kot paniert werden kann, muss der Kot den Stiefeltest bestehen.



Abbildung 2 Hanskamp Betting Cleaner, (Quelle: Hanskamp ohne Datum)

Bleibt der Kot in grosser Menge an den Stiefel haften, lässt er sich mit dem Einstreumaterial gut panieren und anschliessend aussortieren.

Die innovative Cow Toilet ist ein automatisches System zur Gewinnung von Urin. Die Cow Toilet wurde ebenfalls von Hanskamp entwickelt. Die Idee dahinter ist, dass möglichst wenig Flüssigkeit in die Einstreu gelangt. Dazu kann der gewonnene Urin gesammelt, abgefüllt und als Präzisionsdünger verkauft werden. Die Cow Toilet beruht auf einem natürlichen Reflex der Kuh. Holt sich die Kuh ihre Kraftfütteration im Kraftfutterautomat ab, schliesst sich hinter ihr eine Türe. Anschliessend bewegt sich ein Auffanggefäss im Bereich zwischen Euter und Genitalien vertikal hin und her und löst damit den Reflex fürs Urinieren aus, wobei der Urin aufgefangen werden kann (Hanskamp ohne Datum).

3 Material und Methoden

3.1 Allgemeine Informationen zu den Versuchsbedingungen

Der Einstreuversuch begann am 10.3.2021 und endete am 31.05.2021. Es handelt sich um den Betrieb der ÖLN-Gemeinschaft (ökologischer Leistungsnachweis) von Christian Wolleb und Philipp Fehlmann. Der Betrieb befindet sich in Lupfig, Kanton Aargau auf 399 m.ü.M.

3.2 Versuchsdesign

Der Einstreuversuch wurde im Stall der ÖLN-Gemeinschaft Wolleb und Fehlmann durchgeführt. Der Betrieb ist breit aufgestellt. Nebst der Milchwirtschaft betreiben die Herren Wolleb und Fehlmann Ackerbau und Mutterkuhhaltung. Christian Wolleb und seine Frau, Ruth, sind mit viel Herzblut in der Pferdezucht tätig und bieten Pensionsplätze an (Wolleb und Fehlmann März bis 2021).

Die 45 Milchkühe der Rasse Holstein (rot und schwarz) produzieren im Schnitt 9'500kg IP Suisse Wiesenmilch pro Standardlaktation mit 4.02% Fett und 3.21% Eiweiss und einer Persistenz von 85. Gemolken werden die 45 Milchkühe vollautomatisch mit einem Boumatic Melkroboter.

Im Alter von 27.5 Monaten kalben die Rinder das erste Mal ab. Die Zwischenkalbezeit beträgt 387 Tage. Die Aufzucht der Rinder erfolgt auf einem reinen Aufzuchtbetrieb (Wolleb und Fehlmann März bis 2021). Die Milchkühe erhalten ganzjährig eine TMR (70% Maissilage, 20% Grassilage und 10% Heu). Während der Vegetationszeit nehmen die Kühe 30% ihres täglichen Trockensubstanz (TS) -Bedarfs auf der Weide auf. Das Selektionstor im Stall entscheidet, ob die Kuh den Roboter vor dem Weidegang aufsuchen muss (Wolleb und Fehlmann März bis 2021).

3.3 Milchkühe für Stichprobe

Vor dem Versuchsbeginn wurde eine Stichprobe von 27 Milchkühen ausgewählt. Es handelt sich dabei um Kühe, bei denen am 10. März 2021 bereits drei Milchleistungsprüfungen durchgeführt wurden. Weiter wurden nur Kühe ausgewählt, welche sich bis zum Versuchsbeginn in der Laktation befanden. Ebenfalls wurden keine Kühe ausgewählt, welche den Betrieb aus unterschiedlichen Gründen vor dem 31. Mai 2021 verlassen hätten.

Die dafür notwendigen Informationen wurden dem Herdenmanagement-Tool «redonline» entnommen.

3.4 Pflege und Management des Waldbodens bei den Herren Wolleb/Fehlmann

Die Grundeinstreu wurde gemäss den Vorgaben von Herren (2021) vorgenommen. Nach der Entmistung wurden anschliessend 25cm Waldboden auf der ganzen Liegefläche verteilt. Anschliessend wurde der Kot der Kühe nicht wie bei einem herkömmlichen Kompostierungsstall eingearbeitet, sondern aussortiert. Aufgrund noch fehlender Erfahrungen und geeigneter Maschinen in der Schweiz, wurde der Kot mit Mistgabel und Schubkarre 5x täglich auf der gesamten Liegefläche entfernt. Die manuelle Entmistung nahm pro Durchlauf und Person im Schnitt 30 bis 45 Minuten auf einer Fläche von 279m² Zeit in



Abbildung 3 Planieren mit Rollstriegel

Anspruch. Zu Beginn des Versuches wurde der Waldboden zwei Mal wöchentlich mit einem Rollstriegel, vgl. Abb. 3 planiert. Dieser Arbeitsaufwand erübrigte sich aber nach kurzer Zeit, da die Oberfläche nicht stark beansprucht wurde, resp. die Kühe im Vergleich zu den Pferden weniger scharren und damit die Oberfläche aufwühlen. Im Schnitt wurde jeden zweiten Tag 1m³ Waldboden nachgestreut. Die Verteilung erfolgte bis jetzt mit dem Teleskopklader

und wo nötig noch von Hand. Der Zeitaufwand pro Nachstreuung lag bei 15 Minuten für 279m² und zwei Personen. Beim Nachstreuen wurde darauf geachtet, dass bei den Stellen mit hohem Tierverkehr mehr Waldboden nachgestreut wurde als bei weniger stark belauften Stellen.

3.5 Stallgebäude

Die Milchkühe geniessen einen Tiefstreulaufstall mit viel Luft und freier Bewegung. Für die Familie Wolleb war klar, als sie im Jahr 2000 aussiedelten, dass der neue Milchviehstall einen hohen Tierkomfort erbringen muss. Deshalb haben sie sich bereits vor 21 Jahren dazu entschieden, die Milchkühe auf Tiefstreu zu halten. Die Liegefläche beträgt 279m². Pro Milchkuh ergibt das einen Quadratmeterplatz von 6.2m². Vor dem Versuchsstart wurde die Liegefläche mit Weizen- und Gerstenstroh eingestreut. Der bisher anfallende Mist wurde an eine Miete geführt, wo er 52 Wochen kompostiert wurde. Für eine genügende Luftdurchmischung sorgt die installierte Schlauchlüftung von B und M. Die nachfolgenden Abbildungen 4 und 5 zeigen einen Einblick in/auf den Stall.



Abbildung 5 Milchviehstall (innen) mit Schlauchlüftung (orange)



Abbildung 4 Milchviehstall, Vogelperspektive, (Quelle: Googlemaps.ch)

Die Abbildung 6 zeigt den schematischen Milchviehstall aus der Vogelperspektive mit den Längen- und Breitenmassen.

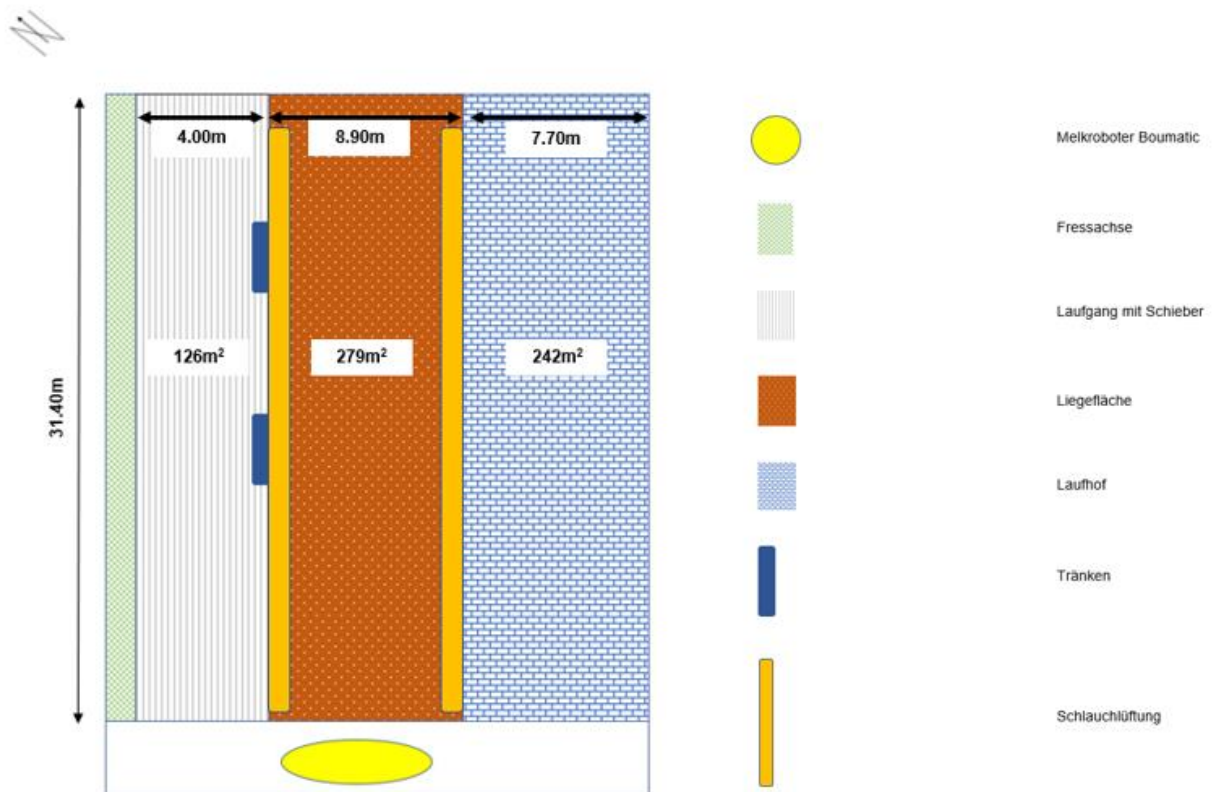


Abbildung 6 Vogelperspektive Stall

3.6 Zeitpunkt und Art der Probenentnahmen und Erhebungen

3.6.1 Zellzahlen

Die Zellzahl-Messung der Stichprobe wurde im 14-Tages-Rhythmus vorgenommen und mit dem vollautomatischen Milchprobenentnahme Gerät von Lely Astronaut Shuttle entnommen. Anschliessend wurden die Milchprobeflaschen von Hand mit der Identitätsnummer der Milchkuh beschriftet und nach Zollikofen in die Suisselab zur Zellzahlbestimmung verschickt. Die Milchprobenflaschen wurden mit einem Bronopol Zusatz versandt, um die Milch zu konservieren.

3.6.2 Scoring

Alle zwei Wochen wurden die Scorings für die Sauberkeit und die Irritationen am Integument erhoben. Die Erhebungen wurden während der gesamten Versuchsdauer immer von der gleichen Person durchgeführt, um eine möglichst repräsentative Beurteilung zu erhalten. Die Scorings wurden jeweils am Morgen bei der Hauptfresszeit ausgeführt.

Für die Sauberkeit der Stichprobenkühe festzuhalten, wurde eine Excelliste mit den zu beurteilenden Bereichen Euter, Hinterhand und Beinen erstellt. Die Beurteilung wurde mit Hilfe dem Kontrollbuch «Kuhsignale» von Jan Hulsen beurteilt. Vgl. Abb. 7

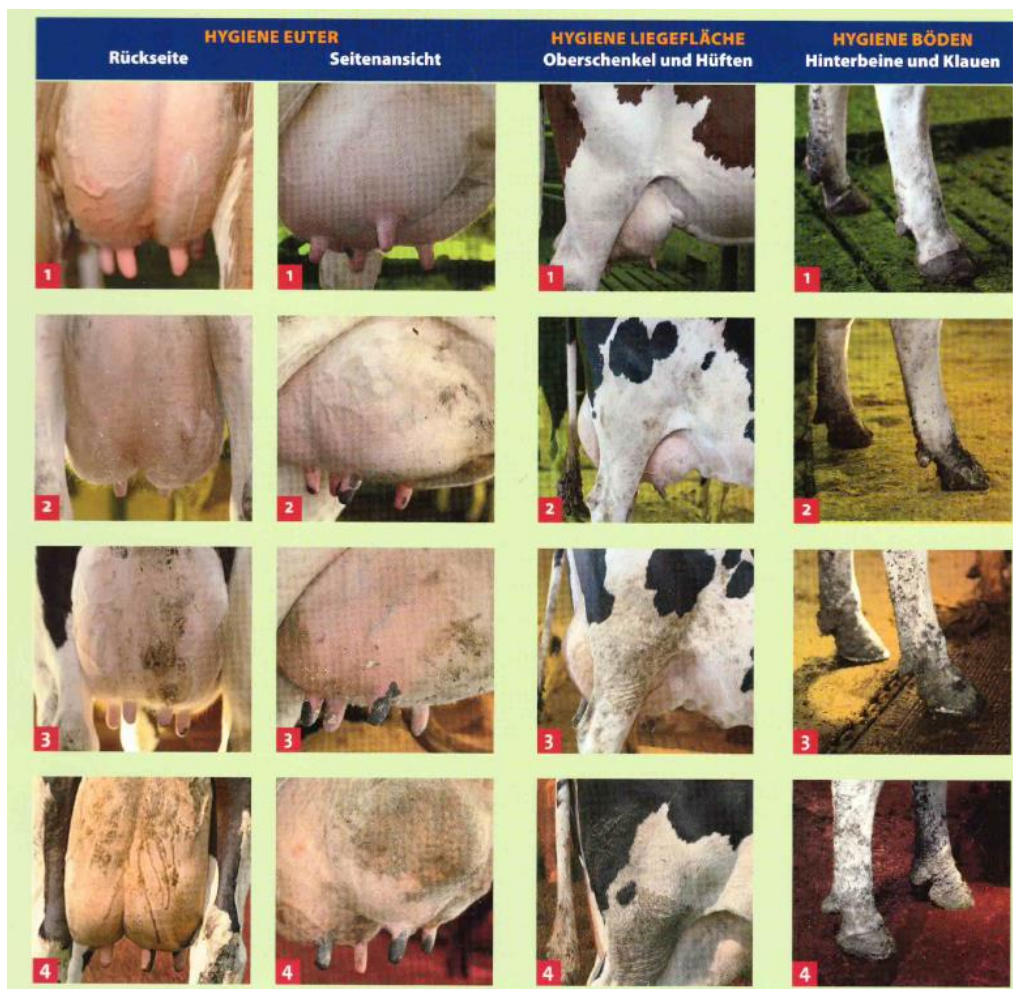


Abbildung 7 Scoring Sauberkeit, (Quelle: Hulsen 2012)

Ebenso wurde für die Beurteilung der Sprunggelenke und Vorderknie das Kontrollhandbuch von Jan Hulsen verwendet. Vgl. Abb. 8

Die haarlosen Stellen, die kleinen Verletzungen und die geschwollenen Gliedmassen wurden zusammen mit dem Sauberkeits-Scoring durchgeführt.



Abbildung 8 Scoring haarlose Stellen, kleine Verletzungen und geschwollene Gliedmassen (Quelle: Hulsen 2012)

3.6.3 Liegeverhalten

Wöchentlich wurde das Liegeverhalten der Kühe am Morgen bei Beginn der Stallarbeiten eruiert. Für die Erhebung des Liegeverhaltens wurde eine quantitative Erhebung durchgeführt. Es wurden die Anteile der liegenden, der stehenden Kühe im Liegebett und der Anteil Kühe ausserhalb der Liegefläche gezählt. Weiter wurde eine quantitative Analyse der Liegeposition (gestreckte/s Vorderbein/e, totale Seitenlage und Schlafposition) erhoben.

3.6.4 Bakteriologische Untersuchung

Während der gesamten Versuchsdauer wurden insgesamt vier Einstreuproben zur bakteriologischen Untersuchung eingesandt. Die Proben wurden im Labor der Firma Bamos AG untersucht. Dazu wurde pro Standort (S1 und S2) je 200g Einstreumaterial der Oberfläche entnommen. Zur Diagnostik wurde

das Profil «Mastitisiagnostik» ausgewählt, welches alle relevanten Bakterien nachweist, welche Mastitiden bei den Kühen auslösen können. Bis zur Analyse wurden die Proben gekühlt gelagert und anschliessend per A-Post versandt.

In der Abbildung 9 ist der Stallplan sowie die zwei Standorte ersichtlich, an denen die Proben entnommen wurden. Bei Standort 1 herrscht mehr Kuhverkehr, da die Kühe diesen Weg nutzen, um zum Melkroboter zu gelangen und anschliessend wieder in den Liegebereich oder in den Laufhof.

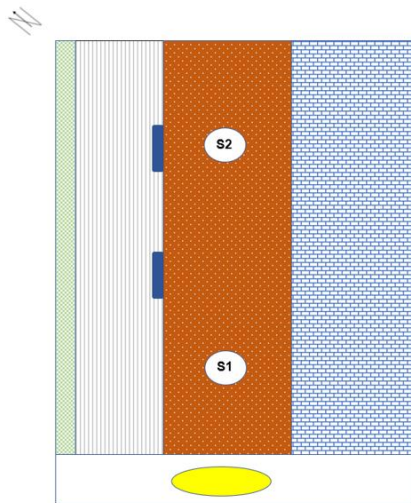


Abbildung 9 Standorte (S1 und S2)

3.6.5 Temperaturmessung

Zu Versuchsbeginn wurden zwei Temperatursensoren der Firma ThermoTrack auf 5cm Tiefe in die Einstreue gemäss Abbildung 10 vergraben. Die Sensoren messen alle zwei Stunden die Temperatur. Am Ende des Versuches konnten die Sensoren ausgelesen und in eine Exceldatei transformiert werden. Der Sensor bei T1 war defekt und zeichnete keine Daten auf.

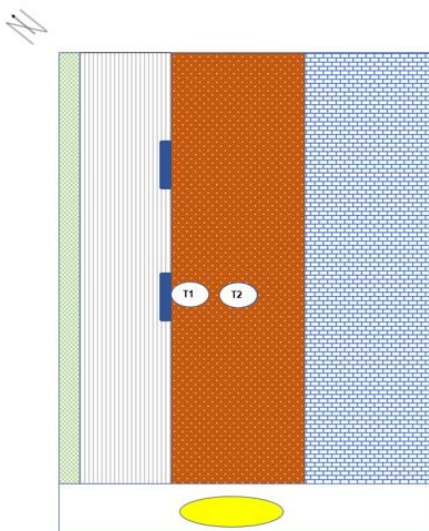


Abbildung 10 Standorte Temperatursonden

3.7 Analyse der Milch- und Einstreuproben

3.7.1 Zellzahlmessung

Die Zellzahlen werden bei Suisselab in Zollikofen mit Hilfe eines fluoreszierenden Fossomatic FC Gerät gemessen. Das Funktionsprinzip der Durchflusszytometrie basiert auf einem Farbstoff und Licht einer bestimmten Wellenlänge. Als erstes wird die DNS der Zellen mit einem fluoreszierenden Farbstoff angefärbt. Durch einen Trägerstrom wird die Milchprobe vermischt mit der Farbstofflösung durch die Durchflussmesszelle geführt. Anschliessend werden die eingefärbten Zellen während einer festgelegten Zeiteinheit mit Licht einer bestimmten Wellenlänge beleuchtet. Anhand der daraus entstehenden Lichtimpulse kann das Gerät die Anzahl Zellen messen (Landeskontrollverband Nordrhein-Westfalen e.V. ohne Datum).

3.7.2 Mikrobiologische und bakteriologische Untersuchung (Bamos)

Der Nachweis von Mastitisekeimen wird nach dem Messprinzip des Oberflächenausstrichs durchgeführt (Bamos AG 2021). Beim Oberflächenausstrich wird ein Nährboden mit dem Substrat beimpft. Die im Brutschrank auf 37°C vorgewärmten Nährböden werden mit einem bestimmten Volumen der Probe befüllt. Beimpft wird der Nährboden mit einer Impföse, welche vorgängig zur Desinfizierung abgeflammt wurde. Bei 37°C wird der Nährboden weiter bebrütet. Anhand der wachsenden Kolonien und des Farbumschlages können die einzelnen Erreger nachgewiesen und charakterisiert werden (Serani-Sabani 2006) .

3.8 Statistische Auswertung

3.8.1 Erhebungen

Die erhobenen Daten wurden rein deskriptiv analysiert. Dazu wurde das Programm «Excel» verwendet. Zur Bereinigung wurden die Daten der Stichprobenkühen gelöscht, welche den Betrieb unvorhergesehen, vorzeitig verlassen haben. Anschliessend wurden die Daten in ein Excel-File übernommen und mit der Funktion «Diagramme erstellen» deskriptiv dargestellt. Mit den Zusatzfunktionen konnten zusätzliche Datenreihen hinzugefügt werden und die Darstellungsausrichtung gewählt werden. Ebenfalls wurde die Achsenbeschriftung hinzugefügt.

3.8.2 Temperaturdaten

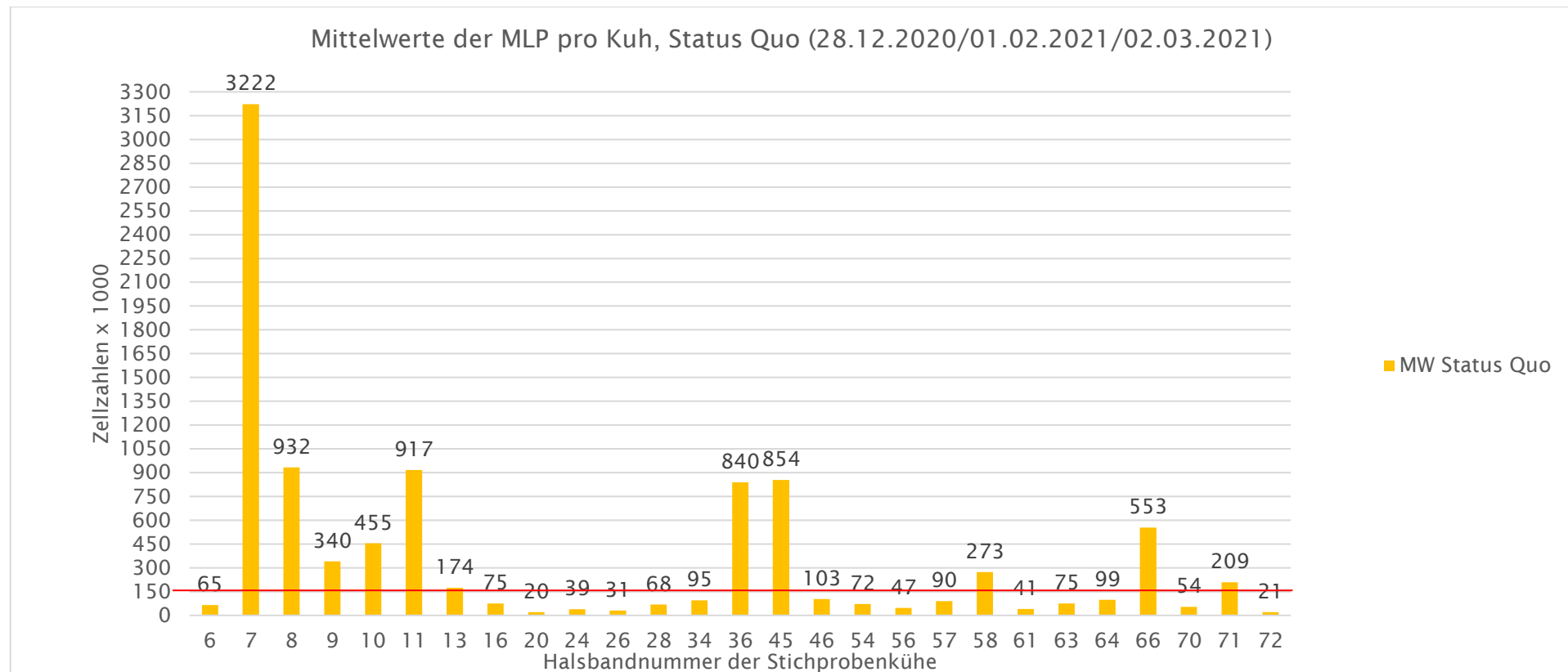
Die Temperaturwerte aus dem Datenlogger wurden als erstes ebenfalls in ein Excel File übernommen. Anschliessend erfolgte die Bereinigung der Daten. Werte der Logger vor dem Vergraben in Waldboden wurden gelöscht, ebenfalls Werte nach dem Entfernen der Logger im Waldboden. Anschliessend wurde für jeden Tag einen Tagesmittelwert mit Hilfe der Funktion «Mittelwert» erstellt. Anhand der Tagesmittelwerte konnte mit Hilfe der Funktion «Diagramme» eine Grafik mit den Temperaturen über die 70 Versuchstage erstellt werden.

4 Ergebnisse mit Teildiskussion

4.1 Zellzahlen

In der Tabelle 1 sind die Mittelwerte der Zellzahlen der drei Milchleistungsprüfungen vor Versuchsbeginn (28.12.2020, 01.02.2021 und 02.03.2021) ersichtlich. 7 von den 27 Stichprobenkühe weisen einen hohen Zellzahl-Gehalt von >350'000 Zellen/ml Milch auf. 4 von den 27 Stichprobenkühe weisen einen erhöhten Zellzahl-Gehalt 150'000 bis 350'000 Zellen/ml Milch auf und 16 von den 27 Stichprobenkühen verzeichneten einen tiefen Zellzahlgehalt <150'000 Zellen/ml Milch.

Tabelle 1 Mittelwerte der MLP pro Kuh, Status Quo, n=27

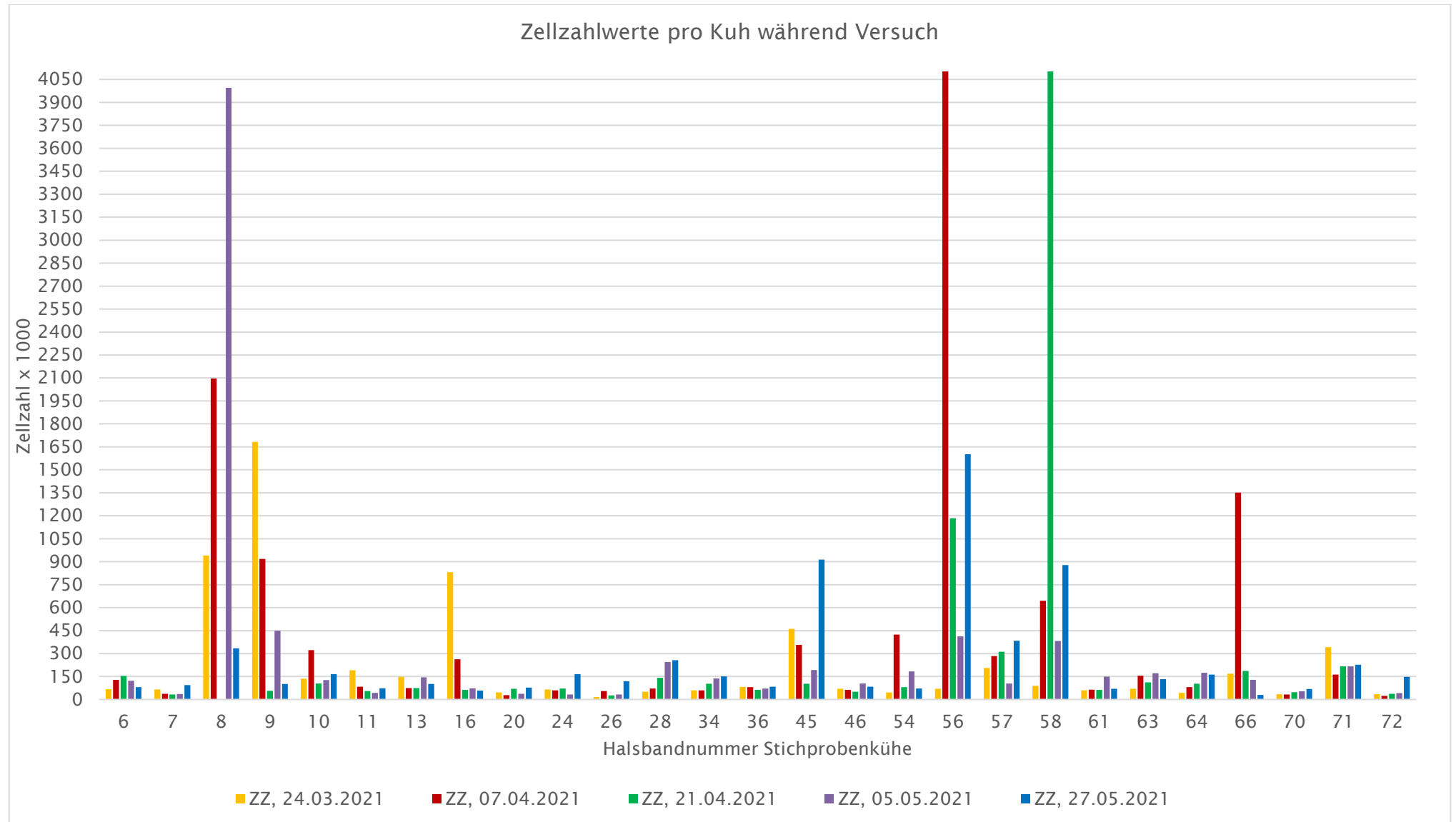


In der nachfolgenden Tabelle 2 wurden pro Stichprobenkuh die fünf Zellzahl-Messungen während des Versuches dargestellt.

Die Untersuchung zeigt eine grosse Auswahl an verschiedenen Möglichkeiten des Zellzahlverlaufes:

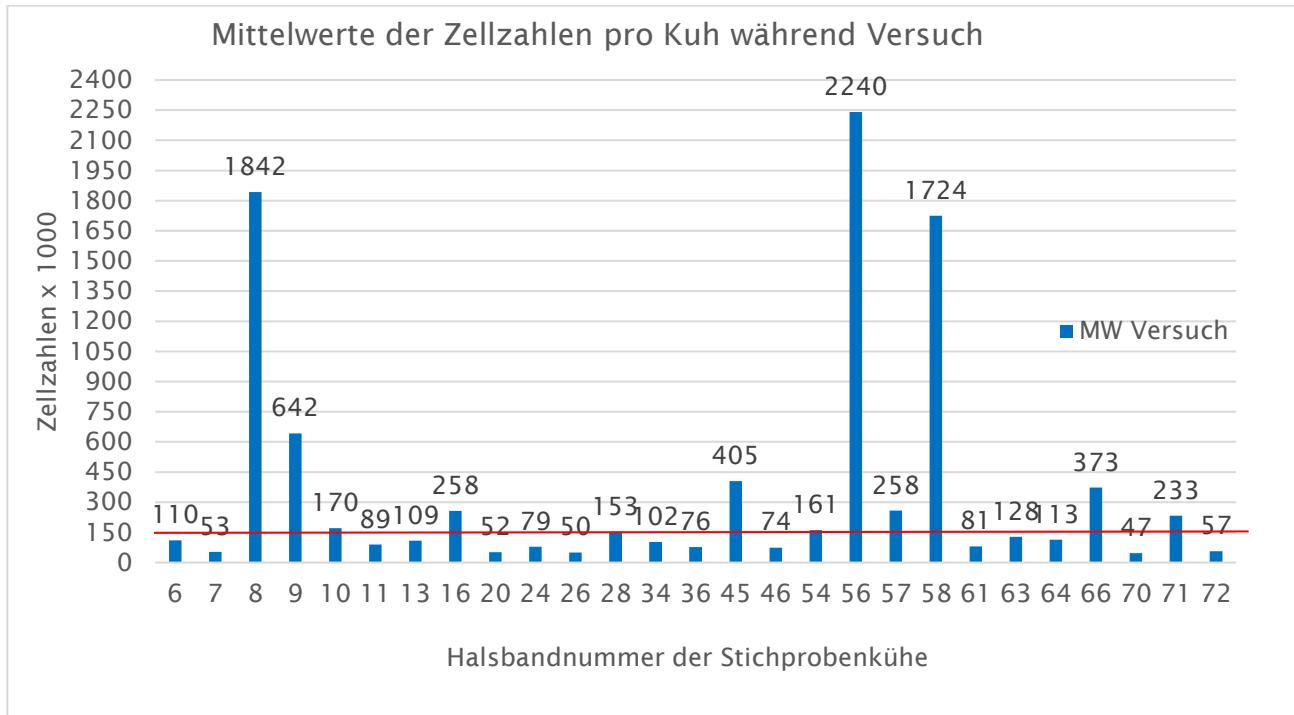
- Es fällt auf, dass die Mehrheit der Kühe über alle Messungen gesehen, tendenziell zu Beginn des Versuches resp. bei der zweiten Zellzahlerhebung einen Zellzahlanstieg verzeichneten.
- Einzelne Zellzahlverläufe stiegen im Verlauf des Versuches kontinuierlich an, wobei andere kontinuierlich sanken.
- Einzelne Kühe hatten individuelle Ausschläge.
- Die Stichprobenkühe Nummer 56 und 58 hatten bei der Zellzahl-Messung von 7. und 21.04.2021 einen Gehalt von über 4'500 Zellen/ml Milch.
 - Nr.56 07.04.2021 7934 Zellen/ml Milch
 - Nr.58 21.04.2021 6627 Zellen/ml Milch
 - Kuh Nr. 56 litt bei der Beprobung vom 07.04.2021 an einer Mastitis mit dem Erreger Str. uberis.
 - Bei der Kuh Nr. 58 wurde am 21.04.2021 keine Mastitis nachgewiesen, allerdings kämpfte die Kuh laut Betriebsleiter seit längerer Zeit mit einer chronischen Lungenentzündung.
- Kuh Nr. 8 hat am 07.04.2021 keinen Eintrag, weil die Milch für die Messung ausgelaufen ist.

Tabelle 2 Zellzahlwerte pro Kuh während Versuch, n=27



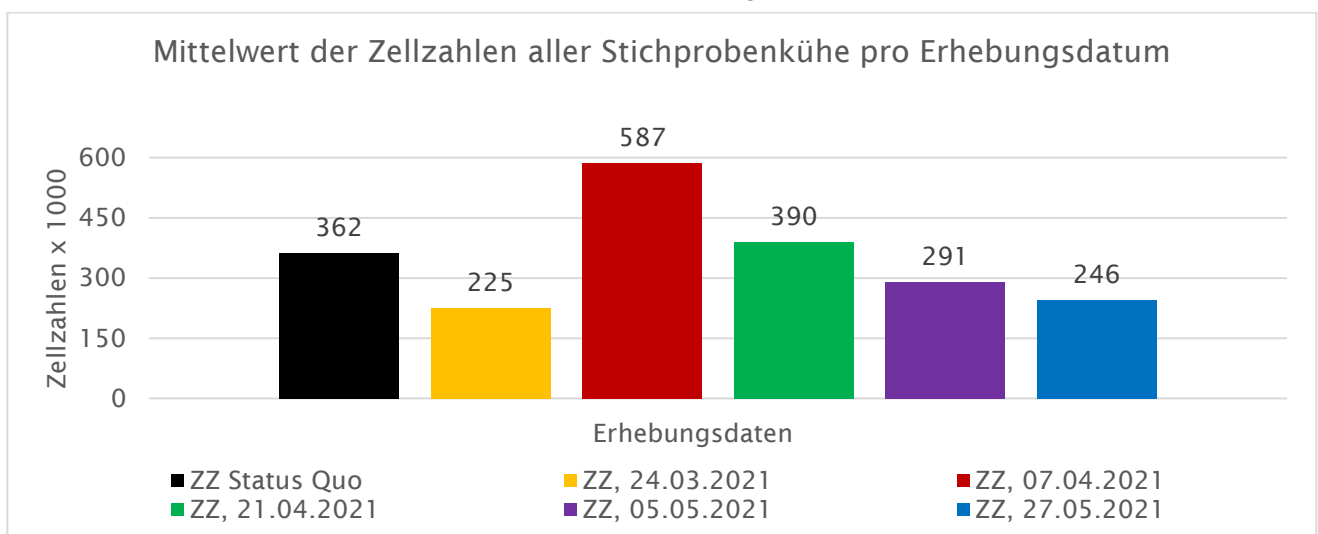
In der nächsten Tabelle 3 sind die Mittelwerte pro Stichprobenkuh der fünf Beprobungen während des Versuches abgebildet. 5 von den 27 Stichprobenkühe weisen einen hohen Zellzahl-Gehalt von >350'000 Zellen/ml Milch auf. 6 von den 27 Stichprobenkühe verzeichneten einen erhöhten Zellzahl-Gehalt 150'000 bis 350'000 Zellen/ml Milch. 16 von den 27 Stichprobenkühe weisen einen tiefen Zellzahlen-Gehalt <150'000 Zellen/ml Milch auf.

Tabelle 3 Mittelwerte der Zellzahlen pro Kuh während Versuch, n=27



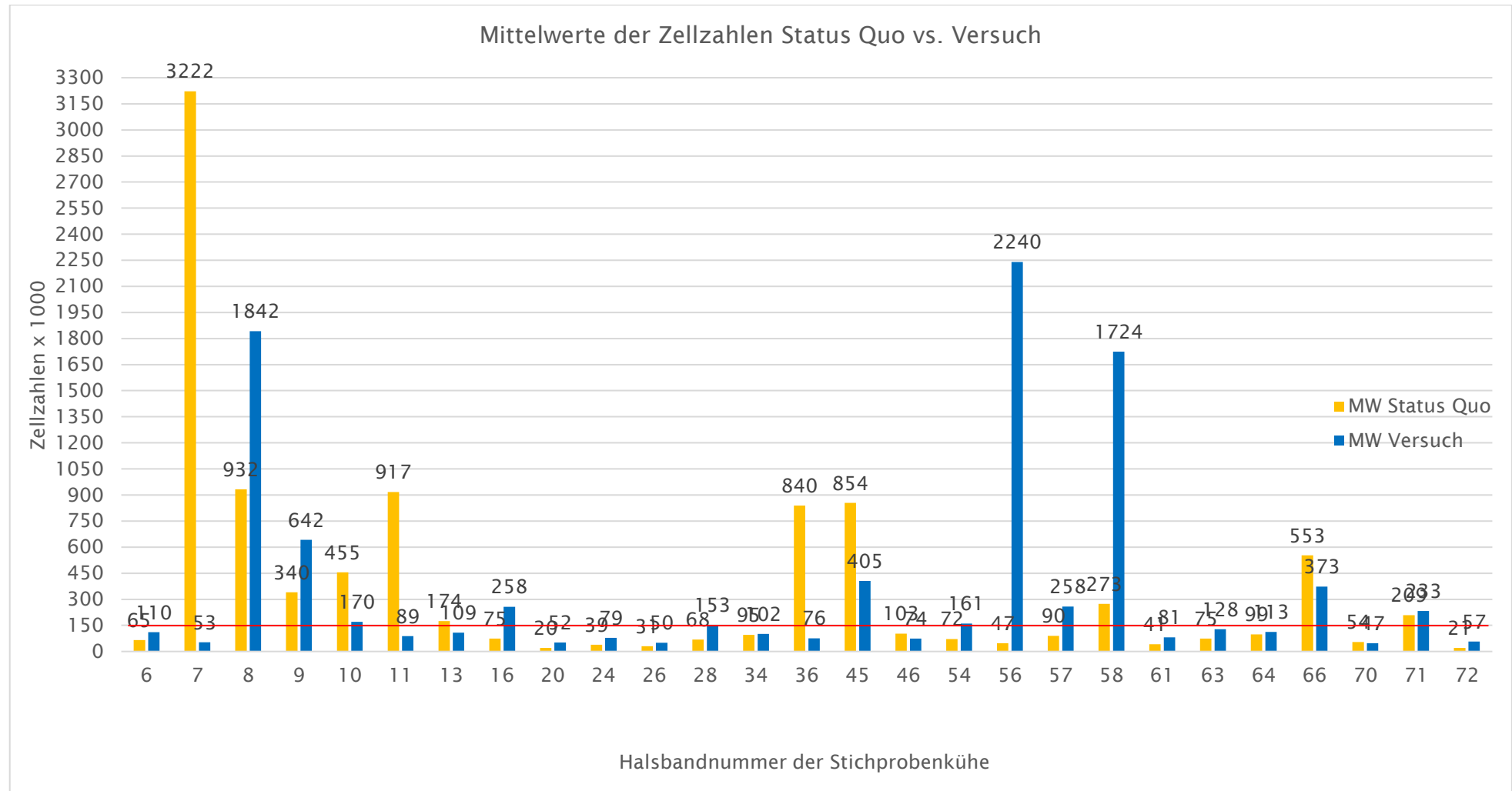
Die Tabelle 4 verdeutlicht noch einmal die Zellzahl-Verläufe im Mittelwert aller Stichprobenkühe pro Erhebungsdatum. Hier wiederum sehr schön zu sehen, wie die Zellzahlen bei der zweiten Erhebung am 07.04.2021 einen starken Anstieg auf knapp 600'000 Zellen/ml Milch verzeichneten. Anschliessend folgte ein kontinuierlicher Abfall der Zellzahl-Gehalte.

Tabelle 4 Mittelwerte der Zellzahlen aller Stichprobenkühe pro Erhebungsdatum, n=27



Die Tabelle 5 zeigt die Veränderungen der Zellzahlen vor und nach dem Versuch pro Stichprobenkuh. Insgesamt haben sich 12 der 27 Stichprobenkühe in den Zellzahlen verschlechtert und einen Wert von über 150'000 Zellen/ml Milch erreicht. 6 der 12 Kühe verzeichneten bereits einen Zellzahl-Wert von > 150'000 Zellen/ml Milch. Die Zellzahlen der restlichen 15 Stichprobenkühe haben sich im Bereich unter 150'000 Zellen/ml Milch eingependelt.

Tabelle 5 Vergleich der Zellzahlen vor und nach dem Versuch, n=27



4.2 Teildiskussion Zellzahlverläufe

Die Zellzahlverläufe haben sich während der Versuchszeit sehr unterschiedlich verhalten. Einige der Stichprobenkühe verzeichneten im Durchschnitt einen leichten (<150'000 Zellen/ml Milch) und andere einen enormen Anstieg (>150'000 Zellen/ml Milch). Einige hatten innerhalb der fünf Beprobungen einen oder mehrere Ausreisser und bei den restlichen Kühen haben sich die Zellzahlgehalte <150'000 Zellen/ml Milch verbessert.

Insgesamt verzeichnete die Stichprobenherde im Mittelwert am 07.04.2021 einen starken Zellzahlanstieg. Anschliessend nahmen die Zellzahlen von Erhebung zu Erhebung ab. (Als Randbemerkung: bei den weiteren Zellzahlmessungen nach Versuchsabschluss sanken die Zellzahlen nach wie vor und erreichten einen Wert, welcher in den vergangenen 12 Monaten nie erreicht wurde). Die Hypothese, dass sich die Zellen zu Beginn des Versuches erhöhen und anschliessend kontinuierlich sinken, hat sich somit bestätigt.

Gemäss Braunvieh Schweiz (ohne Datum) können kuhassoziierte Faktoren, die Umwelt (Haltung, Fütterung), Stress sowie die Melkanlage und -technik zu einem Anstieg der Zellzahlen führen. Eine Möglichkeit für den Anstieg könnte der Fütterungswechsel eine Woche vor dem 07.04.2021 darstellen, vgl. Anhang 9.3. Die Kühe hatten zu diesem Zeitpunkt neu Zugang zur Weide und es wurde ein neues Fahr-silo geöffnet, welches einen leichten Schimmelbefall aufwies. Gemäss Gasteiner (ohne Datum) kann verschmutztes, verschimmeltertes und mit Bakterien belastetes Futter zu Mastitiden führen. Weiter wurde in dieser Woche beim Melkroboter eine Klauenwasch- und Desinfektionsanlage für die Behandlung von Dermatitis digitalis installiert. Bis sich die Kühe an die Klauenwasch- und Desinfektionsanlage adaptiert hatten, verursachte der Melkvorgang inkl. Waschung und Desinfektion Stress. Nach diesem starken Anstieg reduzierten sich die Zellzahlen sukzessive. Je länger der Versuch dauerte, desto besser funktionierte das auch Management des Waldbodens, weil bereits auf erste Erfahrungen zurückgegriffen werden konnte. Zu Beginn bestand das Hauptproblem, dass die Einstreu zu feucht war. Wie Ofner-Schröck et al. (2014) erläuterte, führen nasse und unhygienische Liegeflächen zu Euterinfektionen. So kann der kontinuierliche Abfall der Zellzahlen auf ein besseres Management der Liegefläche, die Adaption auf die Wasch- und Desinfektionsanlage und die angepasste Fütterung zurückgeführt werden.

Insgesamt verzeichneten 6 Kühe innerhalb der fünf Beprobungen grosse Variationen. Braunvieh Schweiz (ohne Datum) hat dazu erste Versuche ausgewertet und drei verschiedene Schemen konstruiert. Vgl. Abb. 11. Das erste Quadrat zeigt eine normale Sekretion an Zellen über mehrere Wochen hinweg, beim zweiten Quadrat ist ein starker Ausschlag zwischen den Wochen fünf und sechs erkennbar. Die Kuh erkrankte an einer Mastitis. Im letzten Quadrat sind starke Schwankungen ersichtlich, dabei handelt es sich gemäss Braunvieh Schweiz (ohne Datum) um eine Kuh mit einer chronischen Mastitis. Die Mastitiden wechseln sich laufend in klinischen und subklinischen Erkrankungen ab. Das könnte eine mögliche Erklärung für die sechs Stichprobenkühe mit schwankenden Zellzahlverläufen sein. Die Kühe Nr. 8, 9, 45 und 58 kämpften bereits vor dem Versuch mit erhöhten Zellzahlen (>150'000 Zellen/ml Milch). Gemäss Krömker (2012) können Eutererreger wie der Staph. aureus Erreger auch dazu führen, dass die Kühe mit konstant hohen Zellzahlen auffallen. Klinische Mastitiden sind selten der Fall. Um die These zu bestätigen, wären zusätzliche Untersuchungen auf Mastitiserreger notwendig. Der Fachbericht über Risikofaktoren/Ursachen für Mastitiden der Universität Zürich (ohne Datum) beschreibt zusätzlich, dass

die Euterform (gestuftes Euter, tiefer Euterboden), die Zitzenform (zu dick, zu dünn oder Trichterzitzen) sowie die Zubildung von Warzen an den Zitzen zu erhöhten Zellzahl-Gehalten führen können. Wiederum müsst man die Kühe Nr. 8, 9, 45 und 58 optisch beurteilen, um die These verifizieren, resp. falsifizieren zu können. Die Kühe Nr. 16 und 56 erhöhten ihren Zellzahlgehalt. Bei Kuh Nr. 56 wurde am 07.04.2021 eine klinische Mastitis festgestellt und erklärt somit die hohen Zellzahlen. Die Kuh Nr. 16 zeigte bei den ersten beiden Beprobungen einen erhöhten Zellzahlgehalt, welcher einen erhöhten Mittelwert verursachte, aber gegen Ende des Versuches wieder einen Wert unter 150'000 Zellen/ml Milch erreichte.

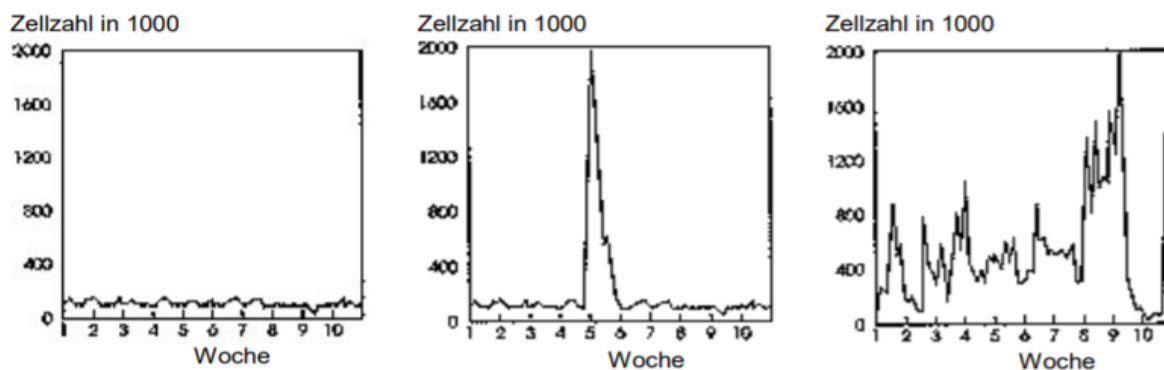


Abbildung 11 Ausprägungen von hohen Zellzahlen, (Quelle: Braunvieh Schweiz ohne Datum)

Einige Kühe hatten einen leichten Zellzahlanstieg während der 10 Versuchswochen. Die Gründe dafür sind nicht klar zuteilbar. Mehrere Aspekte könnten zu diesem Ereignis geführt haben.

Im Gegensatz dazu verbesserte sich der Zellzahl-Gehalt bei anderen Kühen sehr stark. Hier kann wiederum auf Ofner-Schröck et al. (2014) sowie Ofner-Schröck et al. (2013) verwiesen werden, der besagt, dass eine trockene und saubere Liegefläche sich positiv auf die Eutergesundheit auswirkt. Es können aber auch weitere Faktoren, wie eine leistungsangepasste Fütterung mit einwandfreier Qualität oder eine bessere Melkhygiene zu diesem Resultat geführt haben (Braunvieh Schweiz ohne Datum). Weiter wird in einer Arbeit von Gasteiner (ohne Datum) erwähnt, dass Infektionen des Euters entweder galaktogen über den Strichkanal, lymphogen über das Lymphsystem und hämatogen über die Blut-Euter-Schranke erfolgen können. Lymphogene Infektionen können von Wunden am Sprunggelenk stammen. Diese Erkenntnis könnte ein weiterer Grund für die fallenden Zellzahlen sein, weil durch den Waldboden die Irritationen an den Sprunggelenken geheilt wurden.

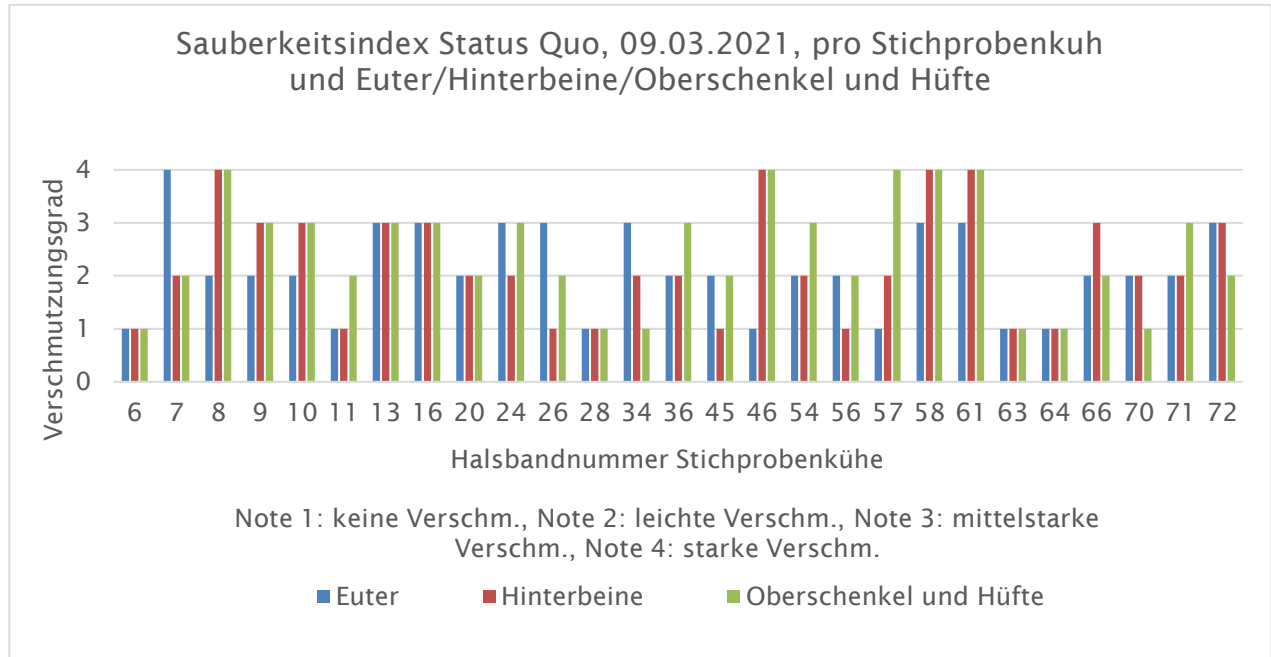
Der restliche Anteil der Kühe bewegte sich in einem ähnlichen Rahmen wie vor den Versuchsbedingungen. Hier ist davon auszugehen, dass die Kühe von kuheigenen Faktoren einen tiefen Zellzahl-Gehalt aufweisen, oder von Natur aus einen guten Schliessmuskel besitzen, welcher nach dem Melkvorgang rasch verschliesst und somit die Eintrittspforte für Bakterien verschlossen hält (Gasteiner ohne Datum).

Die Zellzahlen werden wie bereits mehrfach erwähnt durch viele Faktoren beeinflusst. Ob und wie nun der Waldboden die Zellzahlen direkt veränderte, konnte in diesem Versuch nicht erhoben werden. Die Tendenz zur Abnahme der Zellzahlen ist aber klar erkennbar. Die Melkarbeit sowie die Melktechnik und Hygiene beim Melkvorgang wurde in dieser Arbeit nicht berücksichtigt, da davon ausgegangen wird, dass der Melkroboter zuverlässig und konstant arbeitet.

4.3 Sauberkeit

Die Tabelle 6 zeigt den Status Quo der Sauberkeit in den drei Bereichen Euter, Hinterbeine sowie Oberschenkel und Hüfte. Im Bereich Euter hatten die Stichprobenkühe eine durchschnittliche Note von 2.1 im Euter, in den Hinterbeinen eine 2.2 und im Oberschenkel und Hüfte eine 2.4.

Tabelle 6 Sauberkeitsindex Status Quo der Stichprobenkühe, 09.03.2021, n=27



In den folgenden Tabellen 7-11 sind die Sauberkeitsscorings pro Datenerhebung während dem Versuch eingetragen. Es fällt sofort auf, dass sich die Sauberkeit in allen drei Bereichen sehr stark verbessert hat. Die durchschnittlichen Noten haben sich bereits ab der zweiten Erhebung bei der Note 1 eingependelt. Einzelne Ausreisser waren bei jeder Erhebung dabei, verfolgten aber kein spezifisches Muster.

Tabelle 7 Sauberkeitsindex Scoring der Stichprobenkühe während Versuch, 24.03.2021, n=27

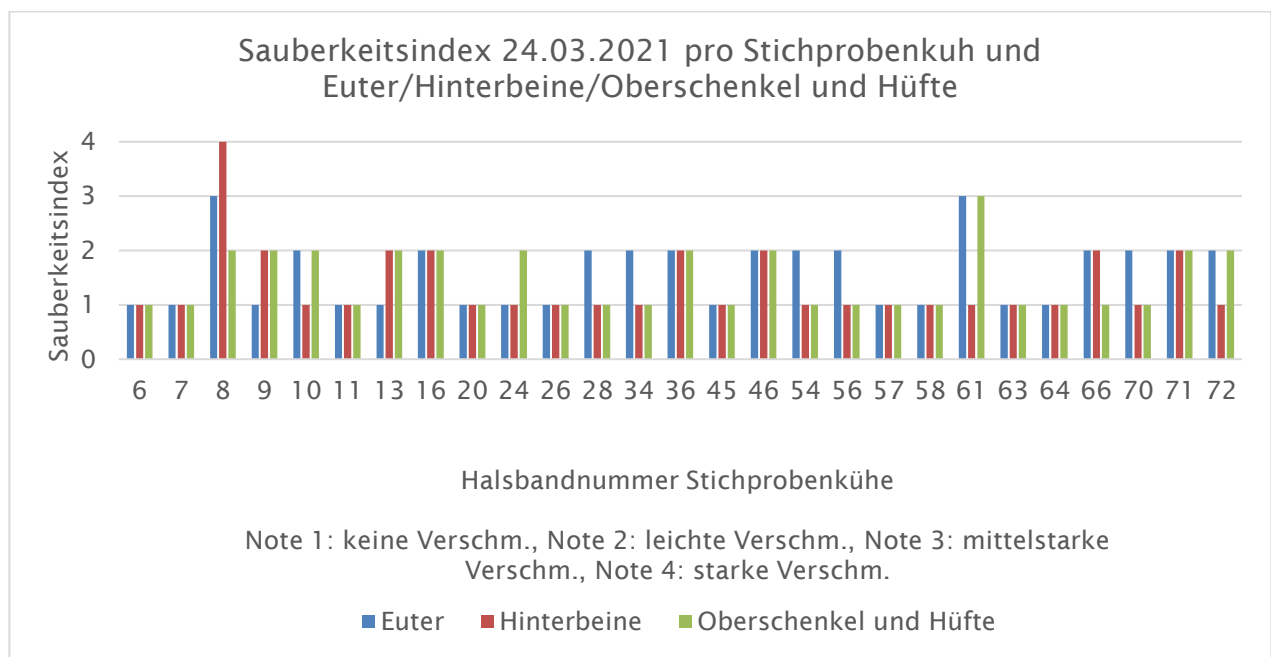


Tabelle 8 Sauberkeitsindex Scoring der Stichprobenkühe während Versuch, 07.04.2021, n=27

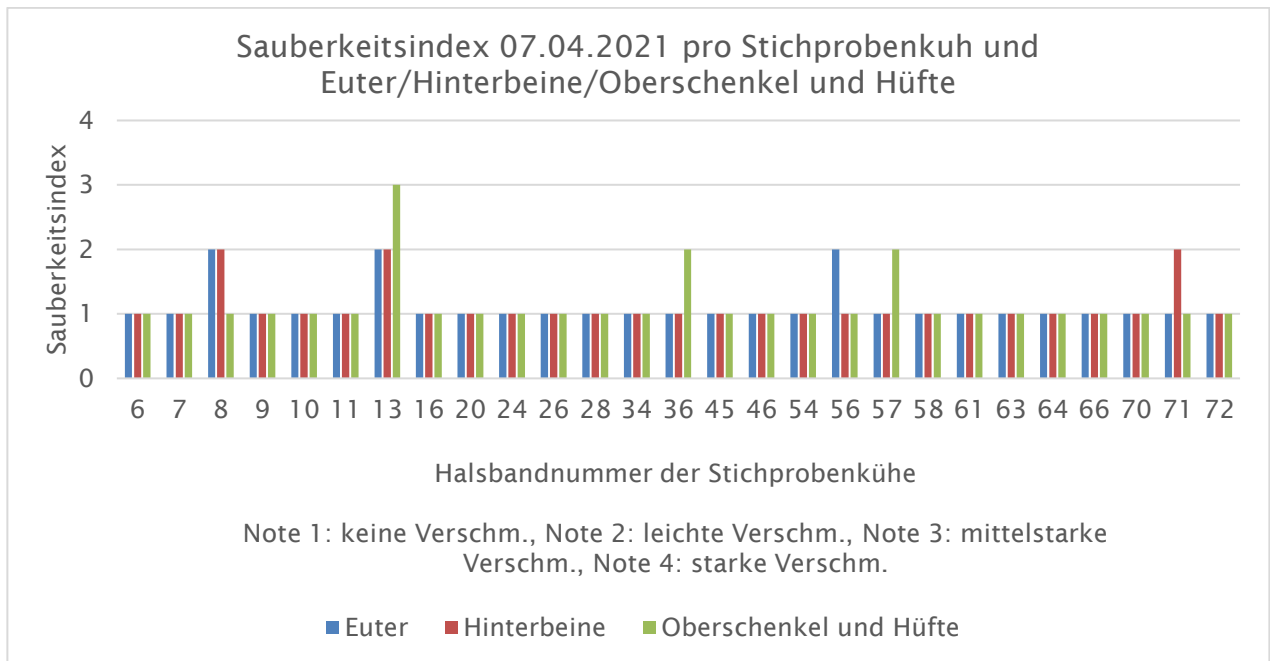


Tabelle 9 Sauberkeitsindex Scoring der Stichprobenkühe während Versuch, 21.04.2021, n=27

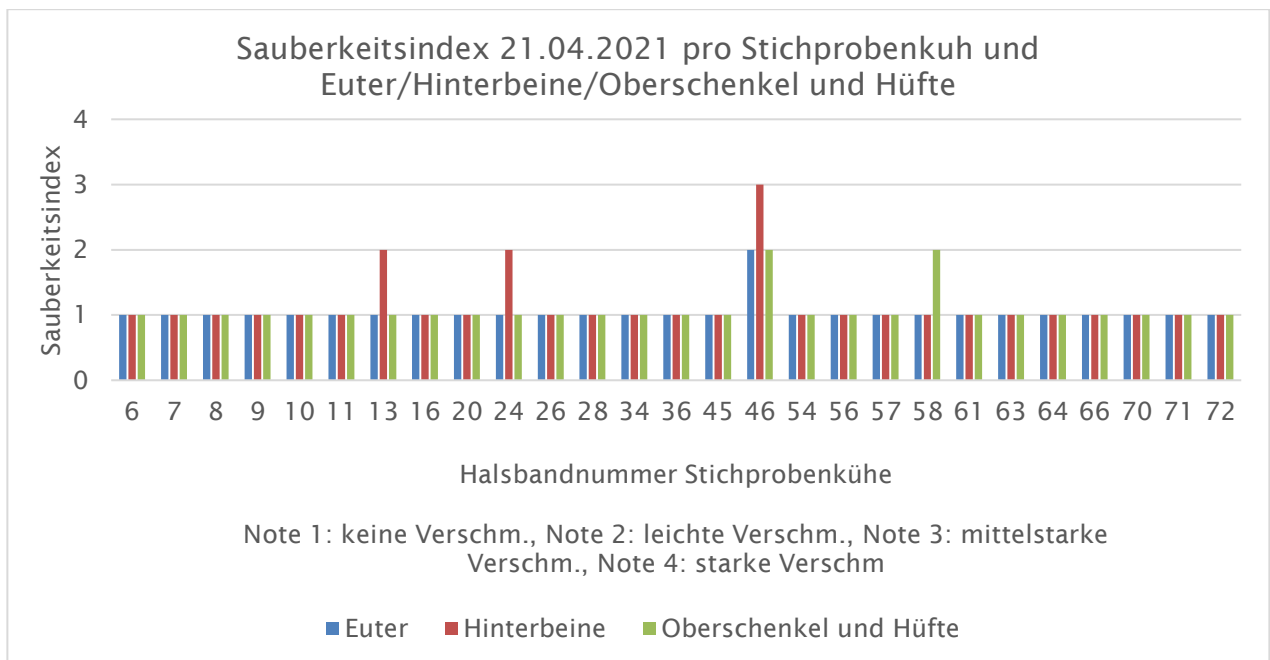


Tabelle 10 Sauberkeitsindex Scoring der Stichprobenkühe während Versuch, 05.05.2021, n=27

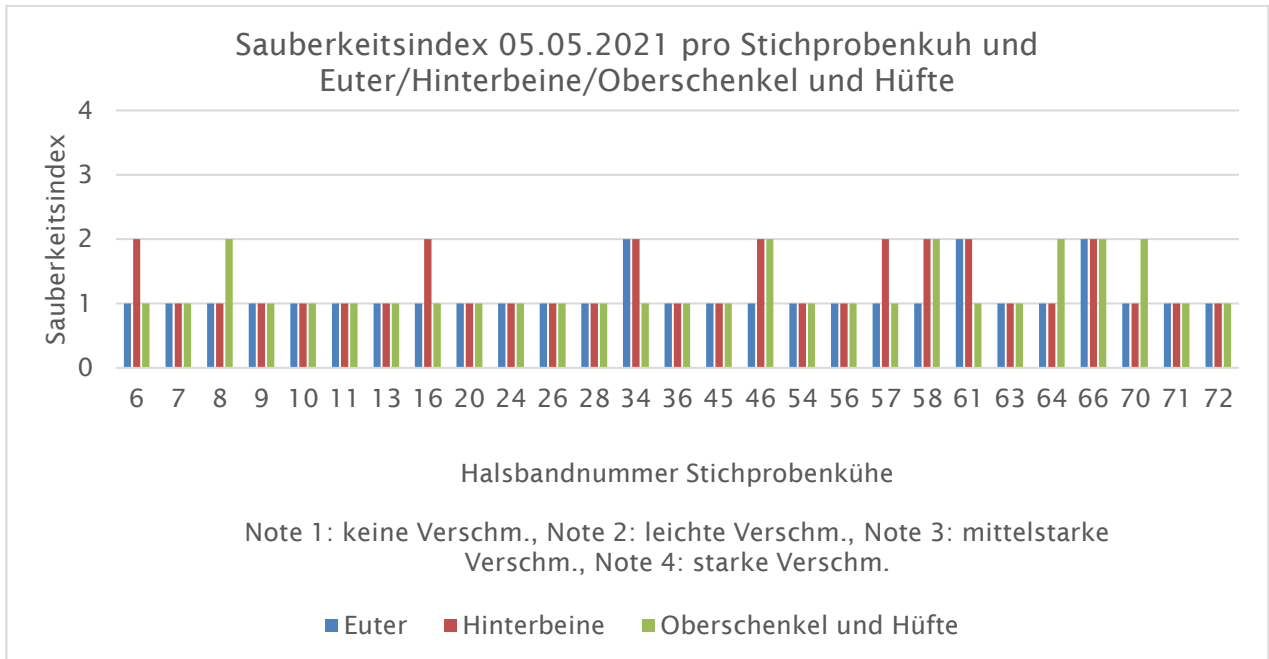
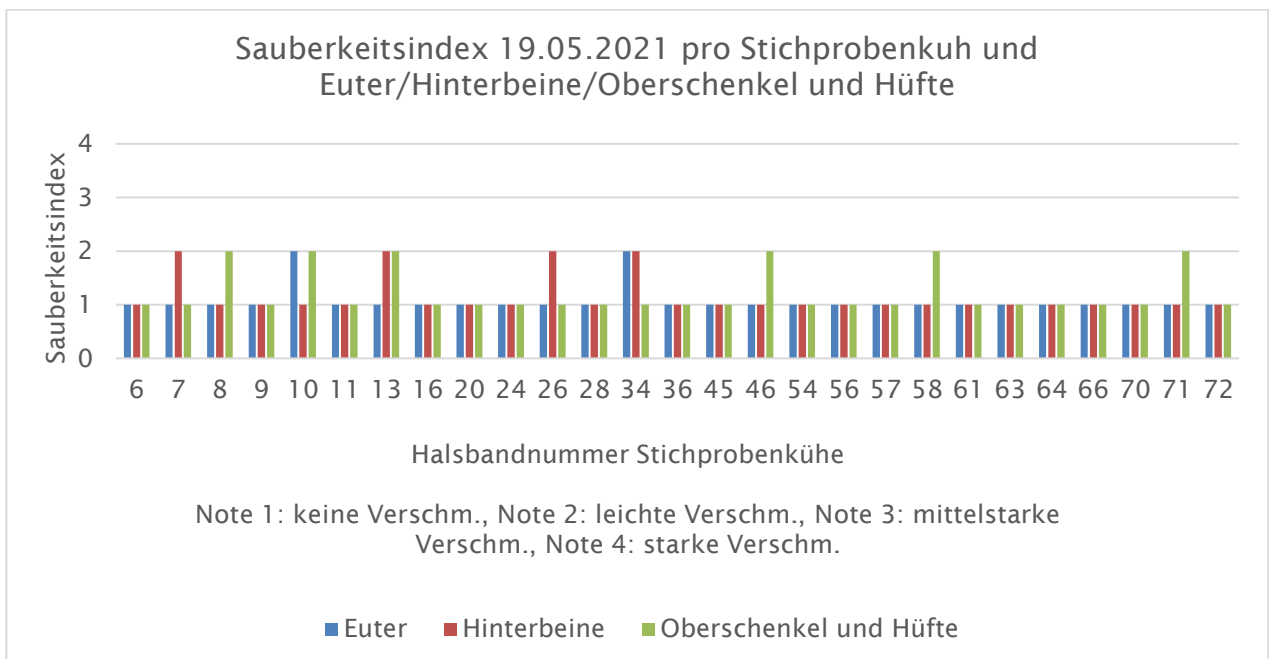
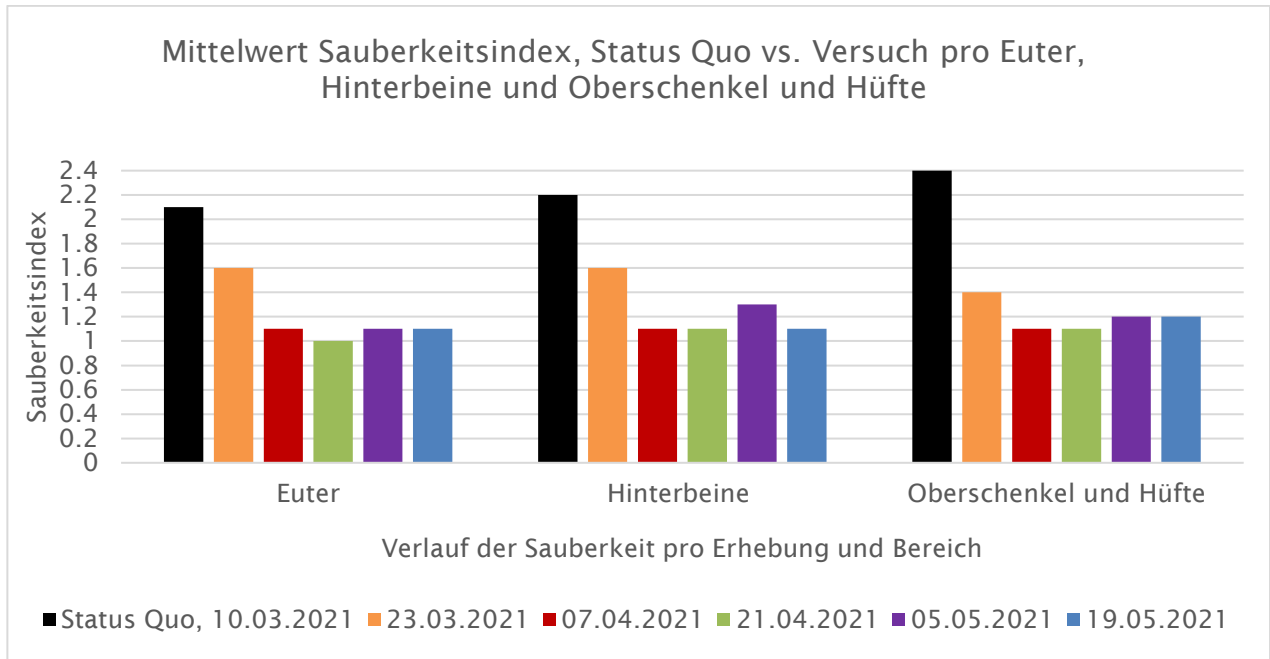


Tabelle 11 Sauberkeitsindex Scoring der Stichprobenkühe während Versuch, 19.05.2021, n=27



Zusammenfassend stellt die Tabelle 12 die Mittelwerte aller drei Bereiche während des Versuches vs. Status Quo dar. Die Sauberkeit über alle drei Bereiche hinweg hat sich zwischen den Noten 1 und 1.3 eingependelt, was für sehr saubere Kühe spricht. Tendenziell ist der Verschmutzungsgrad gegen Ende des Versuches im Gesamten minim angestiegen.

Tabelle 12 Mittelwerte Sauberkeitsindex «Status Quo vs. Versuch», n=27



4.4 Teildiskussion Sauberkeit

Gemäss Ofner-Schröck et al. (2014) führt eine saubere und trockene Liegefläche zu weniger verschmutzten Kühen. Diese Erkenntnis hat sich auch bei diesem Einstreuversuch bestätigt. Durch das Aussortieren des Kotes mehrmals täglich, konnte eine trockene und saubere Oberfläche der Einstreu gewährleistet werden. Der Urin versickerte dank der 25cm dicken Waldbodenmatratze schnell und effektiv ab, damit keine nassen Stellen zurückblieben. Nach dem Beurteilungsschema von Hulsen (2012) werden die Noten 1 bis 4 für die Sauberkeit erteilt. Von der Note 1 keine Verschmutzung bis hin zur Note 4 starke Verschmutzung. Die Sauberkeit hat sich während dem Versuch von den durchschnittlichen Verschmutzungsnoten 2.1 im Euter, 2.2 in den Hinterbeinen und 2.4 im Oberschenkel und Hüfte auf die Noten 1.1 Euter, 1.1 Hinterbeine, 1.2 Oberschenkel und Hüfte verbessert. Somit kann die zu Beginn angenommene Hypothese bestätigt werden.

Für das Image der Schweizer Landwirtschaft ist es erstrebenswert, in seiner Milchviehherde einen Sauberkeitsindex zwischen 1 und 2 zu erreichen. Die Bevölkerung ist am Umdenken, fordert noch mehr Tierwohl und kann dabei nicht rational abgrenzen, wann das Maximum an Tierwohl erreicht ist. Für die nicht landwirtschaftliche Bevölkerung wird Tierwohl unter anderem stark mit Sauberkeit verbunden, wenn nicht sogar charakterisiert.

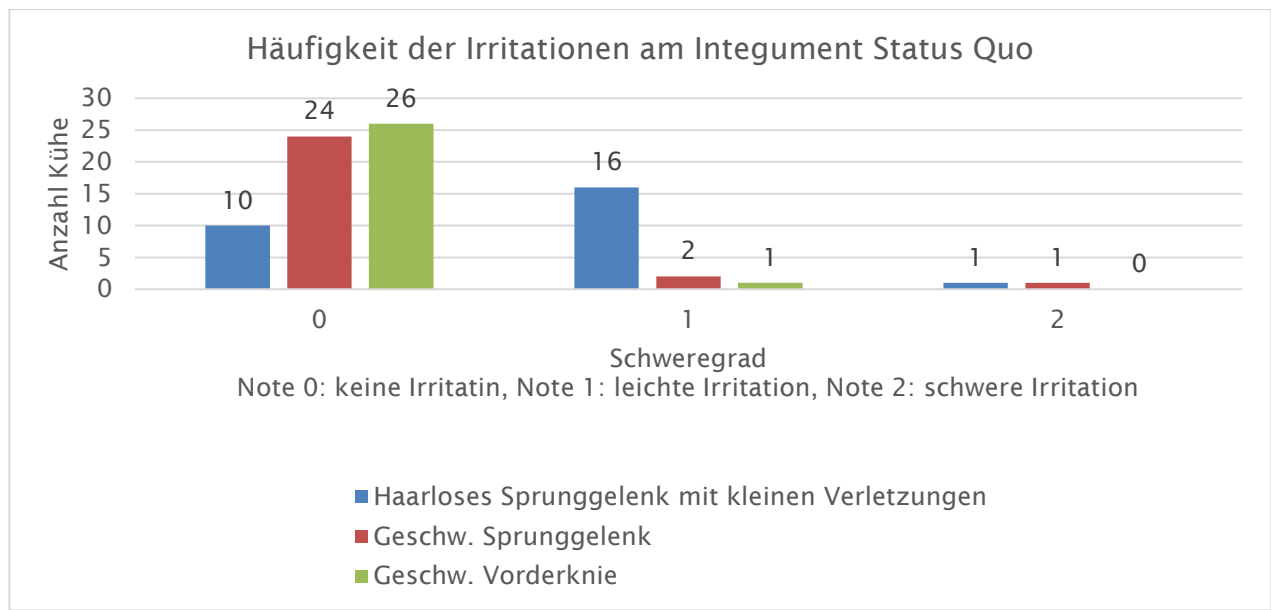
In den Niederlanden sind bereits Milchviehställe in Tiefstreuhaltung ohne Stroh derart eingerichtet, damit maschinell die Kuhfladen aussortiert werden können, vgl. Kapitel 2.7 Hanskamp (ohne Datum). Der Waldboden eignet sich für dieses Haltungssystem ausgezeichnet. Nun gilt es, technisch und wirtschaftlich die geeignetste Lösung zu finden.

Die Sauberkeit hängt stark mit den pro Kuh zur Verfügung stehenden Quadratmeter ab. Elmer (2016) gibt ein Platzangebot von 9 – 16m² pro Kuh an. Huber et al. (2013) erstrebt sogar eine Fläche von 13 – 20m² an. Im Stall Wolleb/Fehlmann stehen einer Kuh 6.2m² Liegefläche zur Verfügung. Der Versuch hat gezeigt, dass mit dem richtigen Management das Platzangebot nicht der ausschlaggebendste Punkt für saubere Kühe ist.

4.5 Haarlose Stellen, kleine Verletzungen und Schwellungen an Integument

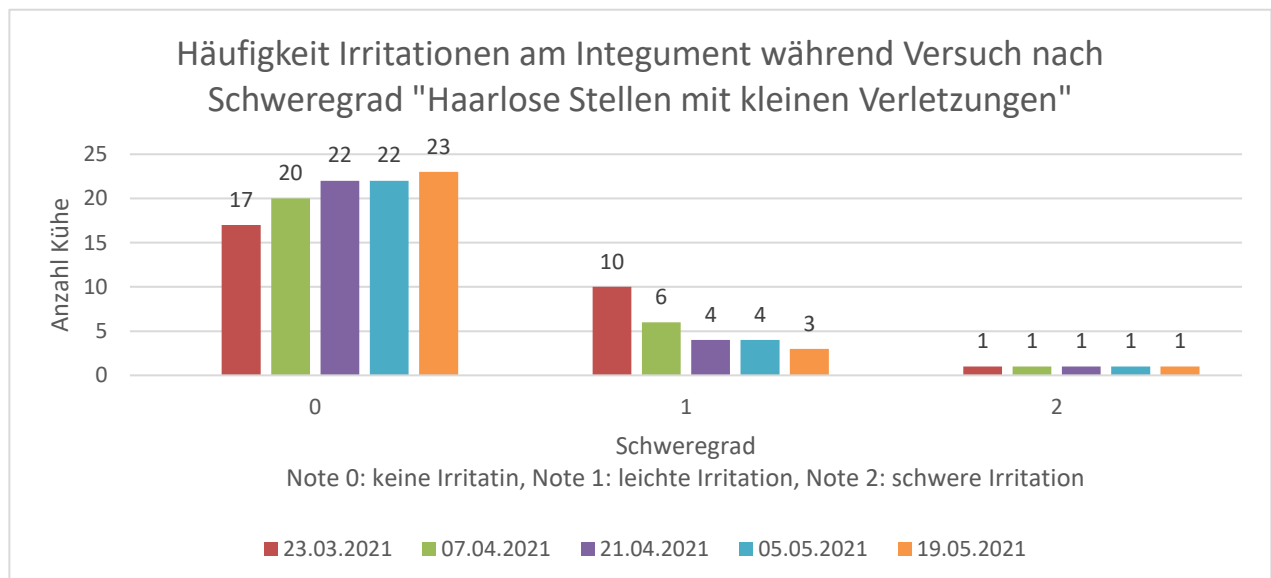
Die Tabelle 13 veranschaulicht die Häufigkeit von Irritationen resp. von haarlosen Sprunggelenken mit kleinen Verletzungen, geschwollenen Sprunggelenken und geschwollenen Vorderknien. Vor dem Versuchsbeginn hatten 16 Kühe eine leichte Irritation für haarlose Sprunggelenke mit kleinen Verletzungen. Zwei Kühe litten zum selben Zeitpunkt an geschwollenen Sprunggelenken und eine Kuh hatte ein geschwollenes Vorderknie. Bei Schweregrad 2 war es lediglich eine Kuh mit einem haarlosen Sprunggelenk und kleinen Verletzungen sowie einem geschwollenen Sprunggelenk.

Tabelle 13 Häufigkeit Irritationen am Integument Status Quo, n=27



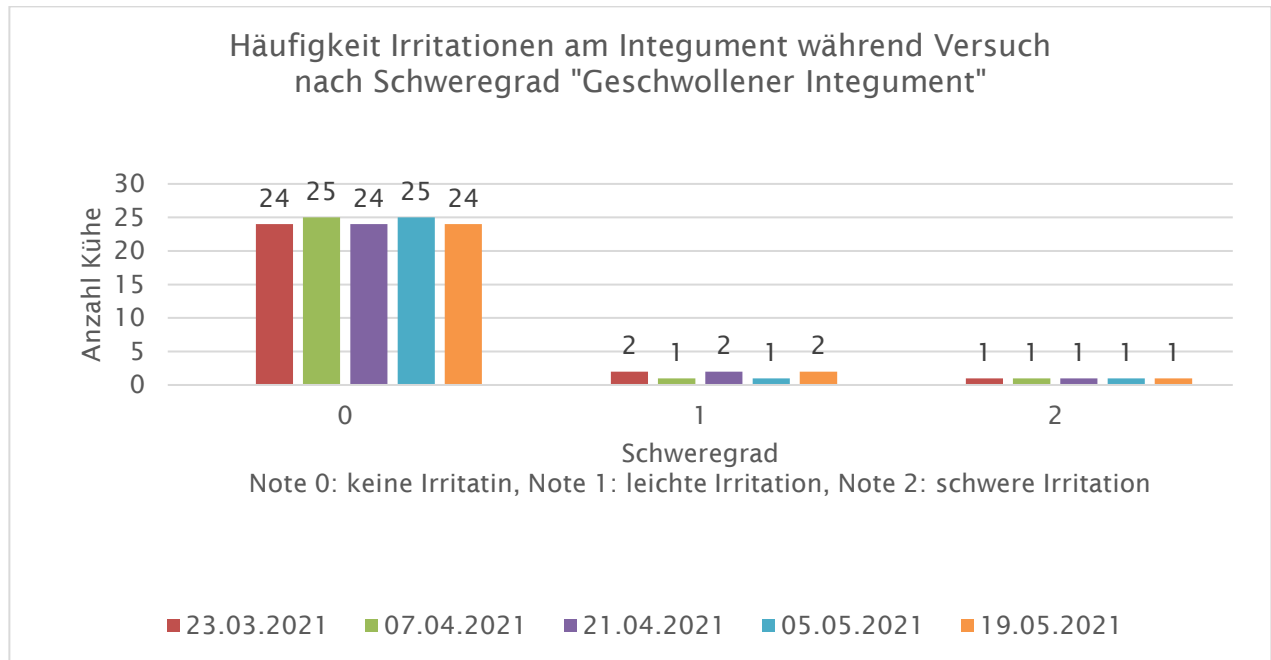
Die Tabelle 14 zeigt den Verlauf aller Erhebungen während des Versuches auf haarlose Stellen mit kleinen Verletzungen am Sprunggelenk. Es ist ersichtlich, dass die Häufigkeit dieser Art von Irritation im Verlauf des Versuches minimiert werden konnte. Die Kuh Nr. 26 hatte bereits vor und während der ganzen Versuchsdauer einen Abszess am hinteren rechten Sprunggelenk.

Tabelle 14 Häufigkeit haarlose Stellen und kleine Verletzungen am Integument während Versuch, n=27



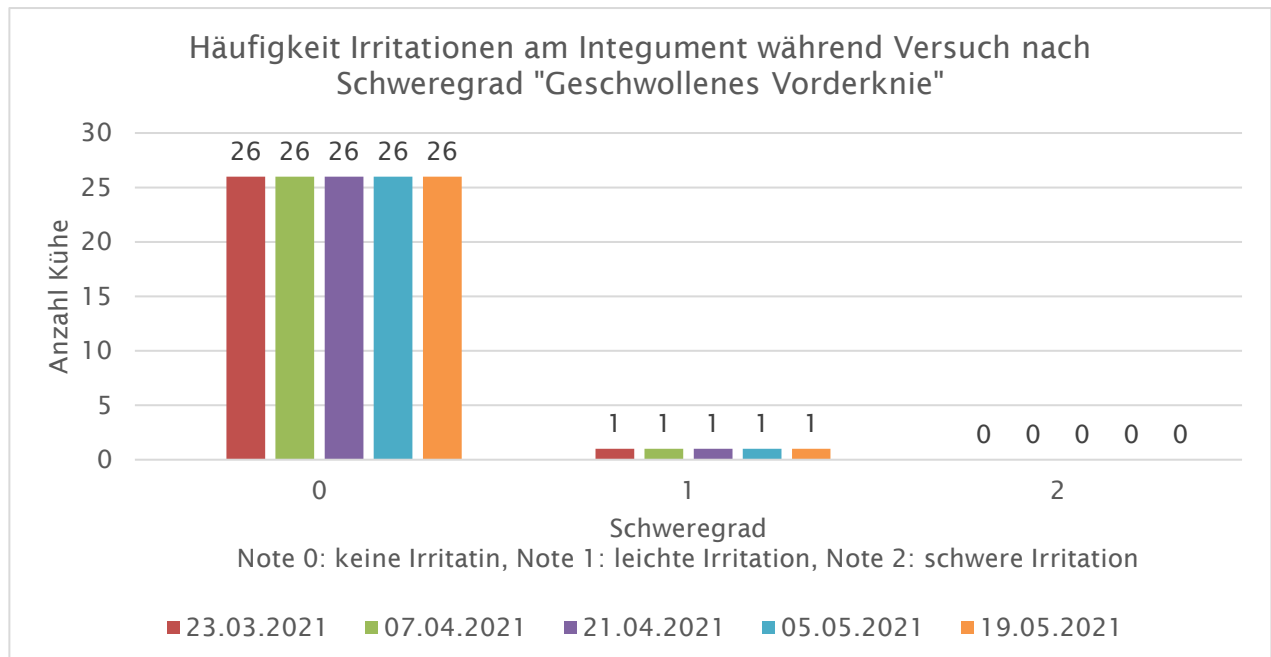
Anhand der Tabelle 15 kann eruiert werden, dass sich die Häufigkeit an geschwollenen Sprunggelenken bei ein bis zwei Kühen eingependelt hat. Die Kuh Nr. 24 zeigt chronisch geschwollene Sprunggelenke.

Tabelle 15 Häufigkeit geschwollenes Integument während Versuch, n=27



Mit Hilfe der Tabelle 16 ist ersichtlich, dass nur eine Kuh über die ganze Versuchszeit geschwollene Vorderknie aufwies. Dabei handelt sich ebenfalls um die Kuh Nr. 24 mit chronischen Gelenksschwellungen.

Tabelle 16 Häufigkeit geschwollenes Vorderknie während Versuch, n=27



4.6 Teildiskussion Irritationen am Integument

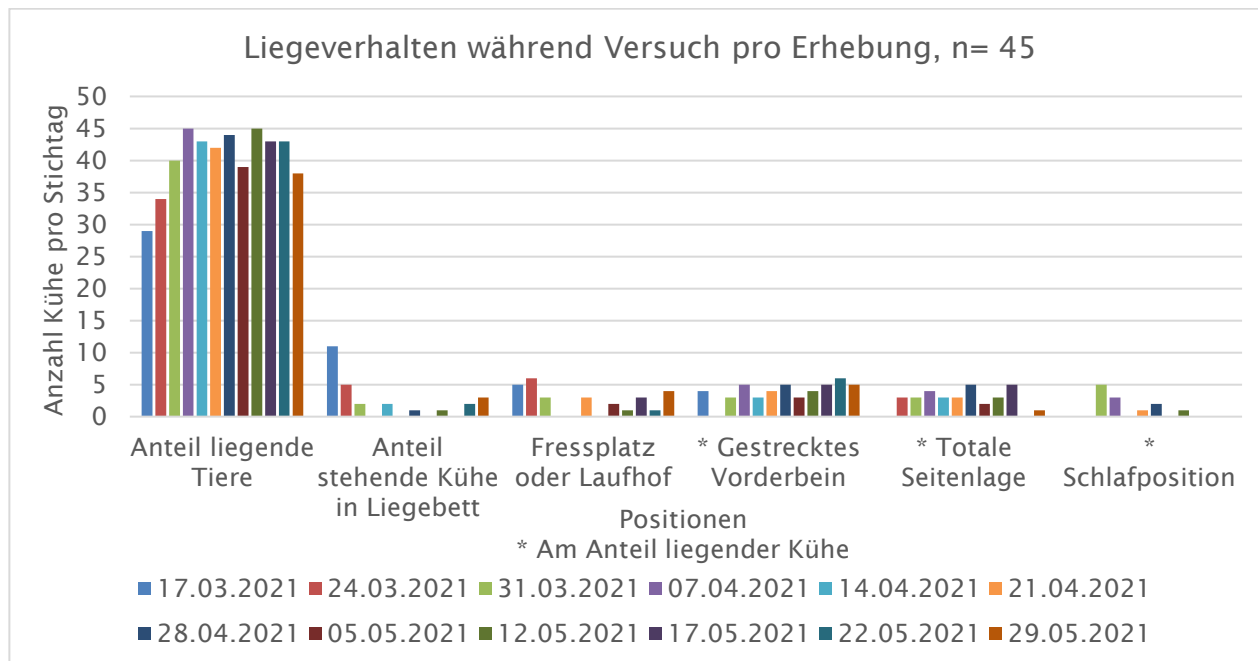
Weiche, gut verformbare und trockene Liegeflächen verhindern gemäss Ofner-Schröck et al. (2014) haarlose Stellen und kleine Verletzungen an den Sprunggelenken. Im Vergleich zum Status Quo mit Stroh als Einstreumaterial haben sich insbesondere die haarlosen, geröteten und nässenden Stellen stark verbessert. Stroh bietet ebenfalls eine weiche und gut verformbare Liegematratze. Die Irritationen haben sich beim Waldboden in erster Linie wiederum durch eine trockene und saubere Liegefläche verbessert. Eine Strohmattatze ist im Vergleich zum Waldboden weniger saugfähig und baut den Urin in der untersten anaeroben Schicht nicht ab (Herren et al. ohne Datum). Um die Strohmattatze sehr trocken zu halten, wird ein hoher Anteil an Stroh verbraucht, was sich wirtschaftlich gesehen fast nicht rechnet. Mehr Stroh heisst höhere Kosten für den Zukauf, fleissigeres Entmisten, mehr Aufwand, mehr Kosten. Sehr schön zu erkennen war auch, dass sich der Waldboden rasch verdichtete aber dennoch weich und verformbar blieb. Die Gliedmassen oder auch das Brustbein der Kuh waren besser durchlüftet, als wenn die Kühe in der Strohmattatze einsinken.

Die zu Beginn gestellte Hypothese kann in diesem Bereich falsifiziert werden. Der Waldboden hat die Irritationen (haarlose, gerötete Stellen mit kleinen Verletzungen) am Integument deutlich verbessert. Im Gegensatz dazu hat sich die zweite Hypothese verifiziert. Der Waldboden hatte keinen Einfluss auf die Schwellungen im Bereich der Vorderfusswurzel- und Sprunggelenke. Zwei Kühe kämpften mit einer leichten Schwellung im Bereich der Sprunggelenke, eine der beiden Kühe leidet chronisch darunter und hatte dementsprechend auch bei der Erhebung im Bereich der Schwellungen im Vorderfusswurzelgelenk keine Besserung erbracht. Somit bleibt eine Kuh übrig, bei der die Schwellung im Sprunggelenk vom Schweregrad 1 auf 0 korrigiert wurde.

4.7 Liegeverhalten

Die Tabelle 17 zeigt das Liegeverhalten der gesamten Herden während des Versuches. Der Anteil liegender Kühe bei definierter Stallzeit 05.30 Uhr war bei jeder Erhebung, ausser bei der ersten und der zweiten Erhebung, immer über 77%.

Tabelle 17 Liegeverhalten während Versuch, n= 45



4.8 Teildiskussion Liegeverhalten

Wiederum Ofner-Schröck et al. (2014) beschreiben in ihrer Dokumentation, dass sich ein weiche und gut verformbare Matratze positiv auf das Liegeverhalten auswirkt. Das Liegeverhalten zur definierten Stallzeit hat sich während dem gesamten Versuch in einem ähnlichen Rahmen befunden. Der Anteil stehender Kühe im Liegebett soll gemäss DLG e.V. (ohne Datum) weniger als 20% betragen. Mehr als 20% stehender Kühe im Liegebett wurden nur bei der ersten Erhebung am 17.03.2021 erreicht. Für den Anteil stehender Kühe im Liegebett von 1 - 11% können verschiedene Ursachen in Frage kommen. Stehende Kühe im Liegebereich sind allenfalls auf unebene Liegeflächen sowie Gefällen nach vorne zurückzuführen. Nasse und verunreinigte Einstreue können ebenfalls zu stehenden Kühen im Liegebereich führen (DLG e.V. ohne Datum). Die Anteile der verschiedenen Liegepositionen vom gestreckten Vorderbein, zur Schlafposition bis hin zur totalen Seitenlage waren immer um die rund 10% und verweisen auf Wohlbefinden seitens der Kuh (DLG e.V. ohne Datum).

Auffallend war jedoch, dass bei hohen Temperaturen die Kühe am Liegen waren. Im Vergleich zu anderen Jahren, hatten die Kühe die Strohmattatze bei heissen Temperaturen gemieden (Wolleb und Fehlmann März bis 2021). Eine mögliche Erklärung bietet der Verrottungsprozess in der Strohmattatze, welcher gemäss Menzel et al. (2015) in tiefen Schichten Temperaturen von bis zu 80°C erreicht. Die zusätzlich aufsteigende Wärme, könnte dazu die Erklärung liefern.

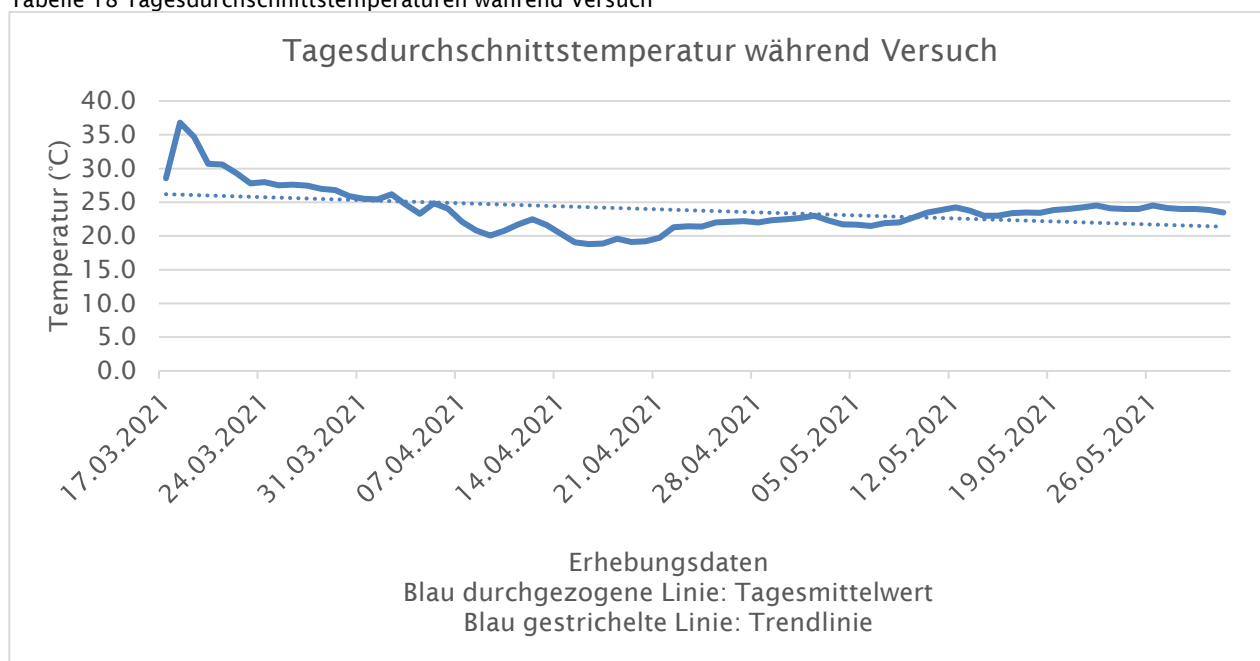
Die Thesen, dass der Anteil Kühe auf dem Waldboden höher ist und, dass die Kühe vermehrt Schlafpositionen einnehmen, sowie die Vorderbeine gestreckt halten, konnte in diesem Versuch nicht abschlies-

send bestätigt werden. Als Schlussfolgerung darf man hierbei sagen, dass bei jeder Erhebung der Gross- teil der Milchkühe am Liegen war. Der geringe Anteil stehender Kühe lässt darauf zurückschliessen, dass die Kühe sich gerne auf den Waldboden hinlegten. Ebenfalls waren bei jeder Erhebung Kühe dabei, welche sich in der Seitenlage oder der Schlafposition befanden. Das Strecken der Vorderbeine fiel vermehrt auf. Dabei war sehr schön zu beobachten, dass das Strecken eines oder beider Vorderbeine mit Leichtigkeit von statten ging, wobei im Stroh die Tiere zum Teil mit viel Strohmasse zu kämpfen hatten und dabei die Vorderbeine nicht mit der gleichen Leichtigkeit anders positionieren konnten.

4.9 Temperaturverlauf

Anhand der Tabelle 18 ist ersichtlich, dass sich die Temperatur bei 25°C eingependelt hat und eine Tendenz von weniger als 25°C verfolgt.

Tabelle 18 Tagesdurchschnittstemperaturen während Versuch



4.10 Teildiskussion Temperaturverlauf

Ein grosser Anteil des Waldbodens wurde bereits 52 Wochen an der Miete kompostiert (Herren 2021). Da die Verrottung von organischen Substanzen bereits stattgefunden hat, entsteht im Stall keine derart starke Erwärmung wie das im Vergleich vom Stroh üblich ist. Der restliche Anteil an Frischsubstrat im Waldboden verursacht nur noch einem minimalen Rotteprozess und Temperaturerwärmung. Daher lässt sich die angenommene Hypothese in diesem Bereich auch nicht bestätigen. Die Temperatur stieg zu Beginn zwar an, sank aber im Verlauf des Versuches kontinuierlich, anstatt zu stagnieren. Wie unter Punkt 4.8. bereits erwähnt, könnte die niedrigere Temperatur die Erklärung für das Liegeverhalten in den Sommermonaten liefern.

4.11 Bakteriologische Untersuchung

Die Bakteriengehalte haben sich wie in der Tabelle 19 erkennbar ist, während des Versuches in einem ähnlichen Rahmen befunden. Wobei der grösste Bakteriengehalt der Gruppe der Coliformen-Keimen angehört. Eine Zunahme war auch bei den Streptokokken zu verzeichnen.

Tabelle 19 Zusammenfassung der nachweisbaren Mastitiserreger während Versuch

Datum	Standort	Staph. Pen. Empf.	andere Str.	Coliforme	Schimmelpilz	Bacillus	Bacillus hämoly-sierved
10.03.2021	Grund-einstreue	+	+++	+++	+	+	
24.03.2021	S1		+	+++			+
24.03.2021	S2		+	+++		++	+
21.04.2021	S1		+	+++			++
21.04.2021	S2	+	+++	+++		++	
26.05.2021	S1		+++	++	+		++
26.05.2021	S2		+++	++	+		++

Legende:

- + wenig
- ++ reichlich
- +++ massenhaft
- S1 Standort 1
- S2 Standort 2

4.12 Teildiskussion bakteriologische Untersuchung

Zusammenfassend stellten keine der nachgewiesenen Erreger eine potenzielle Gefahr für die Eutergesundheit dar. Es handelt sich bei allen Keimen um sogenannte Umwelterreger, von denen wir immer und überall umgeben sind. Deswegen ist die konsequente Melkhygiene die Voraussetzung für gesunde Euter. Die gestellte Hypothese wurde falsifiziert. Die Gehalte der Bakterien verhielten sich unterschiedlich und konnten keinem spezifischen Verhaltensmuster unterzogen werden. Die Proben konnten nicht repräsentativ entnommen werden, resp. wurden die Proben durch das Nachstreuen von frischen Einstreumaterial verfälscht.

4.12.1 Staphylokokken und Streptokokken

Bei den Kokken handelt es sich um Umweltkeime, dass bedeutet, dass sie überall und zu jeder Zeit in unserer Umgebung vorkommen (Stephan et al. 2013). Die Quantität der Kokken war bei den Streptokokken höher als bei den Staphylokokken. Die Gründe dafür sind nicht klar zuteilbar. Einerseits könnte das Vorhandensein der betriebspezifischen Erreger eine Rolle spielen. Konnten sich auf diesem Betrieb vor allem Streptokokken etablieren, ist auch davon auszugehen, dass diese in der Einstreu vermehrt vorhanden sind.

4.12.2 Coliforme und Bacillus

Wie die Coliformen-Keime so kommen auch die Bacillen in der Umwelt vor und sind unvermeidlich. Eine seriöse Melkhygiene ist deshalb in Zusammenhang dieser Keime das A und O (Jakob et al.). Die Belastung der Grundeinstreu war mit +++ bereits auf einem hohen Niveau. Ob da die Keime durch eine Begleitverschleppung eingeführt wurden, ist reine Spekulation und nicht direkt beantwortbar. Durch die

oberflächliche Verschmutzung der Einstreu mit Kot blieb der Bakterienquantität wie angenommen hoch. Da der Rotteprozess beim Waldboden bereits stattgefunden hatte, erwärmt sich die Einstreu nachträglich nur noch adäquat und führt zu keiner Bakterienreduktion. Erst bei Temperaturen ab 45°C können Coliforme-Keime nachhaltig eliminiert werden (Black et al. 2014).

4.12.3 Schimmelpilze

Köchli (2010) beschreibt Schimmelpilze als mehrzellige Pilze, deren Sporen auch in der Luft vorkommen. Es handelt sich dabei am häufigsten um Pilze der Gattung *Aspergillus*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Geotrichum*, *Mucor* und *Penicillium*. Durch die Anpassungsfähigkeit dieser Pilze, kommen sie häufiger vor als Bakterien und sind dementsprechend fast nicht zu vermeiden (ebd.). Durch die Hitzebehandlung der Einstreu bei der Produktion konnte die Einstreu betreffend Schimmelpilze auf einem tiefen Niveau gehalten werden (Herren 2021). Die geringe Menge an Schimmelpilzen sind auf die oben genannten Gründe zurückzuführen.

4.13 Eigene Beobachtungen ohne wissenschaftliche Erhebung

Der Einstreuversuch war in erster Linie auf die Sauberkeit, den Einfluss auf das Integument, die Euter-gesundheit, das Liegeverhalten und den Bakteriennachweis ausgerichtet. Im Verlauf des Versuches haben sich weitere Aspekte stark ausgeprägt. Darunter die Klauensauberkeit und -gesundheit, der Entstehung von Podesten sowie das Fliegenvorkommen. Die nachfolgenden Beobachtungen konnten aufgrund fehlender Literaturgrundlage nicht alle wissenschaftlich bestätigt werden.

4.13.1 Klauensauberkeit und Klauengesundheit

Die saubere und trockene Oberfläche hat sich positiv auf die Klauensauberkeit ausgewirkt. Wie in der Abbildung 13 erkennbar ist, waren die Klauen auf der Strohmattmatze stark verschmutzt und von einem dicken, eingetrockneten Belag von Kuhmist umgeben.



Abbildung 13 Kuh Nr. 48 auf Stroh-Matratze, 2 Tage Post Partum (p.p.)



Abbildung 12 Nr.48 7 Tage auf Waldboden, 9 Tage p.p.

In der Abbildung 12 der Vergleich nach nur sieben Tagen auf dem Waldboden. Die eingetrockneten Kuhmistbeläge haben sich abgelöst. Die Klauen sind trocken und sauber. Dieser Effekt wurde in der Studie von Heil (2012) ebenfalls dokumentiert.

Der Bewegungsapparat inkl. Klauen profitieren von der trockenen, weichen und sauberen Liegebereich. Beim Gehen wird die Gliedmasse optimal abgefedert. Im Vergleich zur Strohmattmatratze sinken die Kühe auf dem Waldboden beim Gehen nicht in der Einstreu ein. Der Waldboden verdichtet sich sehr schnell nach dem Einstreuen, bleibt aber trotzdem weich und gut verformbar. Dieser Effekt hat auch Elmer (2016; Heil 2012) in ihren Fachartikeln beschrieben. Er betonte zugleich, dass Kühe auf einer Strohmattmatratze oft an Muskelkater leiden, wenn sie in der Einstreu zu stark einsinken. Die wenig verschmutzten und trockenen Klauen beeinflussen die Klauenkrankheit Dermatitis digitalis positiv. Die Beobachtung hat gezeigt, dass sich die Erkrankung im Verlauf des Versuches zum inaktiven Stadium 3 entwickelt hat. Stadium 3 bedeutet den Übergang in den inaktiven Zustand, welcher bei definierten Bedingungen wieder in Stadium 2 zurückfällt und die Erkrankung neu aktiviert. Im Stadium 3 kann aber auch die Heilung von Dermatitis digitalis erreicht werden (Kohler 2021). In der Studie von Heil (2012) wurde ebenfalls beschrieben, dass sich die Erkrankungsrate von Dermatitis digitalis auf Kompost von 50 auf 2% der Gesamtherde reduziert hat und somit diese Beobachtung verifiziert.

4.13.2 Nässende und haarlose Stellen am ganzen Körper

Eindrücklich zu sehen war, dass sich der Waldboden positiv auf die nässenden und haarlosen Stellen am Brustbein ausgewirkt hat. Die Abbildung 15 links zeigt ein Tag vor dem Einstreuwechsel noch eine gerötete, haarlose und wenig nässende Stelle.



Abbildung 15 Kuh Nr. 11 Versuchsbeginn, Irritationen am Brustbein



Abbildung 14 Kuh Nr. 11 Versuchsende, Irritationen am Brustbein

Zum Ende des Versuches am 31.05.2021 waren keine Kotrollen mehr ersichtlich. Die Rötung ging deutlich zurück, die Haut war trocken und es wuchsen bereits neue Haare nach, vgl. Abb. 14

4.13.3 Scheidenausfluss

Da der Waldboden eine dunkelbraune bis leicht schwärzliche Farbe aufweist, ist die Erkennungsrate von Scheidenausfluss (normaler Brunstschleim bis zu eitrigem Ausfluss oder auch das Abbluten nach der Brunst) durch den Kontrast sehr gut erkennbar. Vgl. Abbildungen 16;17.



Abbildung 16 Brunstschleim



Abbildung 17 Abbluten

4.13.4 Podeste

Im Laufe des Versuches haben die Kühe den Waldboden an den Passagestellen mit sehr hohen Tierverskehr zu einem Podest angetragen. Vgl. Abbildung 18. Bei der Treppe zum Melkroboter verwenden die Tiere fast ausschliesslich dieses selbst angetragene Laufpodest. Wahrscheinlich, weil sie dadurch fließender marschieren können und der Boden weich ist und genügend Stabilität mit sich bringt.



Abbildung 18 Angetragenes Podest

4.13.5 Fliegen

Fliegen haben sich bis zum Versuchsende im Waldboden fast keine etabliert können. Respektive werden die Kälber, die Abkalbebox, das Abteil für den Stier und die drei Mutterkühe mit Kälbern im gleichen Stall auf Stroh gehalten. Daher ist nicht klar, ob die Fliegen nur aus der Tiefstreue mit Stroh stammen oder auch aus dem Waldboden. Wird am Rand entlang des Waldbodens Material entfernt, sind keine Fliegeneier zu finden. Ob der Waldboden nicht das richtige Verhältnis zwischen Feuchtigkeit und Wärme liefert, damit sich die Fliegeneier entwickeln können, ist unklar. Spannend wäre es, dies in einem weiteren Versuch untersuchen zu können. Falls der Waldboden nicht die Bedingungen für die Entwicklung von Fliegeneiern aufweisen würde, müssten keine teuren Bekämpfungsmittel gegen diese lästigen Insekten eingesetzt werden, Krankheitsübertragungen durch die Fliegen wären stark minimiert und die Kühe hätten keine Insektenstress.

5 Kostenvergleich Stroh vs. Waldboden

In der Tabelle 20 sind die Kosten für die Einstreumaterialien Stroh und Waldboden gegenübergestellt. Die Zusammenstellung der Kosten basieren auf eigenen Erfahrungen aus dem Versuch und aus Erfahrungswerten der Betriebsleiter aus vergangenen Jahren. Die Stroh-Mist-Matratze wurde in den letzten Jahren vier Mal komplett ausgemistet, am Feldrand kompostiert und anschliessend mit dem Miststreuer auf die Parzellen verteilt. Die Tarife für die Feldrandkompostierung basieren auf Rechnungen aus vergangenen Jahren durch einen Lohnunternehmer. Nach der Kompostierung am Feldrand weist die Mistmiete nur noch 1/3 des Volumens auf. Beim Waldboden wird mit der Annahme kalkuliert, dass nur einmal pro Jahr ausgemistet wird. Der Waldboden wird ebenfalls an eine Miete geführt, da bei der Entmistung keine Zeit für die Ausbringung auf dem Feld zur Verfügung steht.

Der Jahresverbrauch vom Waldboden wurde aufgrund der Versuchsdaten auf ein Jahr hochkalkuliert. Das tägliche Ausmisten von Kot im Waldbodensystem wurde der Arbeit mit der Stroh-Matratze gleichgestellt (2x täglich Kothaufen umkehren und nachstreuen).

Tabelle 20 Wirtschaftlichkeitsrechnung Stroh vs. Waldboden auf dem Betrieb Wolleb/Fehlmann, eigene Darstellung, n=45, Quelle: (Gazzarin 2020)

Einstreugut	Einheiten	Anzahl	CHF / Std. oder Fuder	Stroh	Waldboden	Bemerkungen
Benötigte Menge Stroh pro Jahr	dt	1460		1460		
Benötigte Menge Waldboden pro Jahr	m ³	365			365	23l/Kuh und Tag
Preis pro dt in CHF	CHF		18			
Preis pro m ³ in CHF *	CHF		90			* Preis ab 13-29 Big Bag
Zwischensumme				26280	32850	
m³ pro Entmistung				300	365	
Entmistung						
Std./Entmistung Stroh-Matratze	Std.	4				
Std./Entmistung Waldboden (hochgerechnet)	Std.	4				
Kosten Mann x3	Std.	4	28	336	336	
Kosten Teleskoplader Merlo 100PS	Std.	4	48	192	192	
Kosten Kipper 24m ³	Fuder	8	61	488	488	
Kosten Kipper Krampe 17m ³	Fuder	8	46	368	368	

Kosten Traktor Deutz Agrottron 100 PS	Std.	4	44	176	176	
Kosten Traktor Hürlimann 150PS	Std.	4	62	248	248	
Pro Jahr multipliziert mit Faktor 4 für Stroh-Matratze	Faktor	4		7232		
Zwischensumme				9040	1808	
Feldrandkompostierung						
Pro Jahr durch Drittperson						
Insgesamt 1'200m ³				3050		
Zwischensumme				3050	0	
m³ pro Ausbringung auf Parzelle				100	365	
Ausbringung im Feld						
Std. pro Verteilung auf Parzelle	Std.	4				
Kosten Mann	Std.	4	28	112	112	
Traktor Deutz DX 150 PS	Std.	4	73	292	292	
Kosten Traktor Deutz Agrottron 100 PS	Std.	4	44	176	176	
Kosten Miststreuer 10m ³	Fuder	10	28	280	280	
Pro Jahr multipliziert mit Faktor 4 für Stroh	Faktor	4		3440		
Pro Jahr multipliziert mit Faktor 3 für m³ Waldboden	Faktor	3			2580	
Zwischensumme				4300	3440	
Gesamtsumme				42670	38098	

Gemäss der Tabelle 20 ist erkennbar, dass das Waldbodensystem auf dem Betrieb Wolleb/Fehlmann insgesamt mit 4'574.- CHF günstiger ist als das Verfahren mit Stroh.

6 Schlussfolgerungen

Mit dieser empirischen Arbeit wurde bestätigt, dass der Waldboden für den Einsatz in Milchviehställen geeignet ist. In erster Linie konnte bestätigt werden, dass sich das Waldbodensystem positiv auf die Sauberkeit, die Eutergesundheit sowie das Tierwohl auswirkt. Was das Management in der Verfahrenstechnik anbelangt, sind noch Weiterentwicklungen notwendig. Ganz klar bringt der Waldboden wirtschaftliche Vorteile durch einen geringeren Verbrauch und die damit verbundenen Kosten im Bereich der Entmistung und Ausbringung.

In weiterführenden Projekten oder Versuchen wäre es interessant herauszufinden, ob der Waldboden im Bereich Ammoniakemissionen besser abschneidet als herkömmliche Einstreumaterialien. Wie sich der Waldboden in den kalten und feuchten Wintermonaten verhält, wäre ebenfalls sehr spannend. Insbesondere die Erkenntnis darüber, ob die Oberfläche noch abtrocknen könnte und wie sich der Verbrauch an Nachstreumaterial verhalten würde.

Die Entwicklung einer Maschine, um den Kot schnell und effektiv aussortieren zu können, wäre meiner Meinung nach der Durchbruch für dieses System. Die bereits auf dem Markt vorhandenen Maschinen von Hanskamp bieten eine Möglichkeit, Ideen und Erfahrungen zu sammeln. Evtl. leisten die Hanskamp Geräte gleichwertige Arbeit im Waldboden wie mit Sägemehl und Sand. Vielleicht könnten nur kleine Anpassungen vorgenommen werden, damit die Geräte schon bald im Waldboden praxistauglich sind. Der Einfluss auf die Klauensauberkeit und vor allem auf die Klauengesundheit würde einen weiteren vertiefteren Einblick in den Gesundheitsbereich der Milchkuh verschaffen.

Im Hinblick auf die Gesundheit möchte ich zugleich noch den Einfluss auf die Etablierung der Fliegenpopulation aufführen. Fliegen können Krankheitserreger verschleppen und stören zugleich das Wohlbefinden der Kühe im Stall. Ob der Waldboden die Bedingungen für die Stallfliegen erfüllt, ist bis jetzt nicht erhoben worden. Der Einstreuversuch zeigt aber bereits eine klare Tendenz, die unbedingt bestätigt werden sollte.

Im Vergleich zum Stroh wird beim Waldboden weniger Einstreumaterial benötigt, was den Arbeitsaufwand für die Entmistung und das Wegführen des Materials enorm minimiert. In dieser Hinsicht wäre es sehr spannend herauszufinden, ob bei einer Entmistung das gesamte Material entfernt werden sollte, oder ob es sinnvoll wäre, die unterste anaerobe Schicht beizubehalten, damit die solide saug- und abbaufähige Grundmatratze bestehen bleibt.

«Wir sind noch in den Kinderschuhen» mit diesem abschliessenden Zitat, möchte ich die Bachelorarbeit abschliessen. Der Versuch hat sehr viele erste spannende und erfreuliche Eindrücke und Resultate geliefert, die es verdienen noch genauer untersucht zu werden, resp. in weiteren Versuchen wiederholt bestätigt zu werden. Meiner Meinung nach hat der Waldboden in der Milchviehhaltung sehr viel Potenzial. Insgesamt war es eine hochspannende Versuchszeit mit vielen Nuancen, welche im Verlauf der Zeit beobachtet werden konnten, welchen zu Beginn keine Beachtung geschenkt wurde.

7 Dank

Ein grosser Dank geht an die Herren Fehlmann und Wolleb, welche ihre Tiere und ihren Stall für den Versuch zur Verfügung gestellt und den Mehraufwand in Kauf genommen haben.

Ebenfalls möchte ich der Firma Kompomo für die angenehme Zusammenarbeit und dem zur Verfügung gestellten Waldboden danken.

Ein weiterer grosser Dank geht an Dr. med. vet. Samuel Kohler für die Unterstützung bei der Durchführung dieses Einstreuversuches.

8 Literaturverzeichnis

- Bamos AG (2021): Produkte und Dienstleistungen. Online verfügbar unter https://bamos.ch/wp-content/uploads/2018/03/Preisliste_21-V4.pdf, zuletzt geprüft am 15.07.2021.
- Black, R. A.; Taraba, J. L.; Day, G. B.; Damasceno, F. A.; Newman, M. C.; Akers, K. A. et al. (2014): the relationship between compost bedded pack performance, management, and bacterial counts. *Journal Dairy Sciences*. Online verfügbar unter https://www.researchgate.net/publication/260806985_The_relationship_between_co, zuletzt geprüft am 20.07.2021.
- Bodmer Michèle (ohne Datum): Antibiotikareduktion. Beispiel (Selektives Trockenstellen). Vetsuisse Fakultät. Nutztierklinik Bern. Online verfügbar unter https://www.gesunderinder.unibe.ch/unibe/portal/fak_vetmedizin/micro_gr/content/e879167/e879956/selektives-Trockenstellen-MIB-1.pdf, zuletzt geprüft am 06.05.2021.
- Braunvieh Schweiz (ohne Datum): Kleiner Ratgeber Zellzahlgehalt. Zug. Online verfügbar unter <https://homepage.braunvieh.ch/wp-content/uploads/2021/04/Kleiner-Ratgeber-Zellzahlgehalt.pdf>, zuletzt geprüft am 15.07.2021.
- Brockmann Solveig (2006): Zellzahl und Eutergesundheit in zwei Brandenburger Milchviehbetrieben. Störung der Eutergesundheit: Begriffsbestimmungen. Dissertation. Freie Universität, Berlin. Online verfügbar unter <https://refubium.fu-berlin.de/handle/fub188/5106>, zuletzt geprüft am 06.05.2021.
- Daetz-Heisler, J. (2010): Bakteriologischer Status des Gewebes bei mit Mastitis geschlachteten Kühen. Freie Universität Berlin. Berlin. Online verfügbar unter <https://d-nb.info/1026069548/34>, zuletzt geprüft am 15.07.2021.
- DLG e.V. (ohne Datum): Das Tier im Blick - Milchkühe. DLG Merkblatt 381. Frankfurt am Main, zuletzt geprüft am 19.07.2021.
- Elmer, B. (2016): Eine Wohltat für die Kühe. Kompostierungsstall. Die Grüne. Online verfügbar unter https://arenenberg.tg.ch/public/upload/assets/78103/2016%20Artikel_die_gruene_Kompoststall_silofrei_2016.pdf, zuletzt geprüft am 19.07.2021.
- Gasteiner, Johann (ohne Datum): Eutergesundheit von Milchkühen. Ursachen von Mastitis und ihre Vermeidung. Institut für artgemässe Tierhaltung und Tiergesundheit. LFZ Raumberg-Gumpenstein. Online verfügbar unter https://www.google.com/search?q=schliessmuksel+und+eutergesundheit&rlz=1C1CHBF_deCH816CH816&oq=schliessmuksel+und+eutergesundheit&aqs=chrome.69i57.9746j0j4&sourceid=chrome&ie=UTF-8, zuletzt geprüft am 21.07.2021.
- Gazzarin, Ch (2020): ART Maschinenkosten 2020. Agroscope. Online verfügbar unter https://www.agrartechnik.ch/fileadmin/user_upload/maschinenkosten/2020_Maschinenkosten_d.pdf, zuletzt geprüft am 19.07.2021.
- Hanskamp (ohne Datum): Innovation for dairy farming. Freilebendstall. Niederlande, zuletzt geprüft am 15.07.2021.
- Heil, S. (2012): Der Kompoststall. Ein Wohlfühlstall für Kühe. Unter Mitarbeit von Innovationsteam Milch-Hessen der Landesvereinigung Milch Hessen e.V. AG Milch Göttingen. Göttingen. Online verfügbar

- bar unter <https://www.uni-goettingen.de/de/document/download/6deaf5e0339e4bb32f2203af88fb1a84.pdf/Der%20Kompoststall.pdf>, zuletzt geprüft am 28.07.2021.
- Herren, M. (2021): Besprechung BT. Lupfig/Möriken, 17.02.2021. Diskussion an Christian Wolleb, Philipp Fehlmann und Vanessa Wyss.
- Herren, M.; Schanz, F.; Pulver, R. (ohne Datum): Bio-Waldboden - Biologisch aktive Einstreue. Hg. v. Kompomo. Online verfügbar unter https://www.bio-waldboden.ch/assets/uploads/images/Pferdebetrieb_Kompakt_BioWaldboden_CH_1.pdf, zuletzt geprüft am 14.07.2021.
- Holzeder, S. (2012): Kompoststall - eine Alternative stellt sich vor. Unter Mitarbeit von Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein. Hg. v. Bautagung Raumberg-Gumpenstein. LK Landwirtschaftskammer Oberösterreich. Online verfügbar unter https://www.google.com/search?q=definition+kompststall&rlz=1C1CHBF_deCH816CH816&oq=definition+kompststall&aqs=chrome.69i57j33i10i160.5136j1j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8, zuletzt geprüft am 22.06.2012.
- Huber et al. (2013): Kompoststall Rind. Rahmenbedingungen für den Einsatz von Kompostställen in der Milchviehhaltung. LFZ, Raumberg-Gumpenstein. Online verfügbar unter https://www.google.com/search?q=Rahmenbedingungen+f%C3%BCr+den+Einsatz+von+Kompostst%C3%A4llen+in+der+Milchviehhaltung&rlz=1C1CHBF_deCH816CH816&oq=Rahmenbedingungen+f%C3%BCr+den+Einsatz+von+Kompostst%C3%A4llen+in+der+Milchviehhaltung&aqs=chrome.69i57.468j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8, zuletzt geprüft am 22.06.2021.
- Hulsen, J. (2012): Kuhsignale Kontrollbuch. Arbeiten an Gesundheit, Milchleistung und Wohlbefinden. Zutphen: Roodbont, zuletzt geprüft am 19.04.2021.
- Jakob, E.; Winkler, H.; Haldemann, J.: Mikrobiologische Kriterien in der Käsefabrikation. Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-posieux. Online verfügbar unter https://www.agroscope.admin.ch/publikationen/einzelpublikation/index.html?pubdownload=NHZLp-Zeg7t,Inp6I0NTU042I2Z6In1acy4Zn4Z2rZpnG3s2Rodeln6h1dnt_hH,Nn,aknp6V2tTljKbXo-KimjZyVnpeqiKfo, zuletzt geprüft am 20.07.2021.
- Köchli, B. (2010): Mikrobiologische Charakterisierung von Milchproben im Rahmen einer eoidemiologischen Studie. Universität für Bodenkultur Wien Departement für Lebensmittelwissenschaften und - Technologie. Online verfügbar unter https://www.google.ch/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB4QFjAAahUKE-widTJDp0oXHAhXFwBQKHdS6ABU&url=https%3A%2F%2Fzidapps.boku.ac.at%2Fabstracts%2Fdownload.php%3Fdataset_id%3D7782%26property_id%3D107%26role_id%3DNONE&ei=KI-7VR3FgVPU9YKoAQ&usg=AFQjCNGI-pUzSbvmvuez8MQkzZzIHUdV0Aw&bvm=bv.99261572,d.d24, zuletzt geprüft am 20.07.2021.
- Kohler, S. (2021): Klauenerkrankungen. Fütterung und Haltung Rind. unveröffentlicht. Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften, Zollikofen, zuletzt geprüft am 20.07.2021.
- Kompomo (ohne Datum): Bio-Waldboden. Unter Mitarbeit von Herren Michael, Herren Fritz, Pulfer Rahel, Habegger Yannick, Anhalt Nicole, Labhardt Adrian, Rudnicki Mariusz, Bill Fabienne, Bühler René, Hänni Simon, Schanz Florian. Online verfügbar unter <https://kompomo.ch/bio-waldboden/>, zuletzt geprüft am 06.05.2021.

- Krömker, V. (2012): Gesunde Euter - gesunde Milch. Die Wissenschaft für gesündere Tiere. Hg. v. MSD Tiergesundheit. Unterschliessheim.
- Landeskontrollverband Nordrhein-Westfalen e.V. (ohne Datum): Fossomatic FC. Online verfügbar unter <http://www.lkv-nrw.de/top-navigation/suche/?L=0>, zuletzt geprüft am 06.05.2021.
- Menzel et al. (2015): Kompostfibel. Hg. v. Umweltbundesamt. Dessau-Rosslau. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/151207_stg_uba_kompostfibel_web.pdf, zuletzt geprüft am 22.06.2021.
- Möcklinghoff-Wicke, S. (2018): Im Kompoststall steht die Kuh im Fokus. Hg. v. Landesvereinigung Milch Hessen. Online verfügbar unter https://www.milchhessen.de/kompoststall_neu?redid=46608, zuletzt geprüft am 22.06.2021.
- Ofner-Schröck, Elfriede; Gasteiner, Johann; Pöllinger, Alfred; Zähner, Michael (2014): Kompostställe für die Milchviehhaltung. In: *Der fortschrittliche Landwirt*, 2014. Online verfügbar unter https://arenenberg.tg.ch/public/upload/assets/78102/2014%20%3FAG-Sonderbeilage_Kompostst%3FIlle%20f%3Fr%20die%20Milchviehhaltung.pdf, zuletzt geprüft am 15.07.2021.
- Ofner-Schröck, Elfriede; Zähner, Michael; Huber, Gregor; Guldemann, Kathrin; Guggenberger, Thomas; Gasteiner, Johann (2013): Kompoststall-funktionell und tiergerecht. In: *Bautagung Raumberg-Gumpenstein* 2013, S. 15–22. Online verfügbar unter https://scholar.google.com/scholar?hl=de&as_sdt=0%2C5&q=k%C3%BChe+auf+kompost&btnG=, zuletzt geprüft am 10.04.2021.
- Serani-Sabani, D. (2006): Experimentelle Prüfung verschiedener Methoden der quantitativen Bestimmung gesamtcoliformer und fäkalcoliformer Bakterien (E. coli) für die qualitative Bewertung von Wasserproben. Diplomarbeit. Fachamt für Umweltuntersuchungen, Umweltbehörde Hamburg, Hamburg. Online verfügbar unter <https://www.hamburg.de/contentblob/110214/17a89b274260eef845850d6c8370b7d/data/diplomarbeit-2006.pdf>, zuletzt geprüft am 15.07.2021.
- Stephan, R.; Corti, S.; Moser, A.; Rösch, M.; Strabel, D. (2013): Diagnostik-Kompass. Mastitis beim Rind. 1. Auflage. Schweizer Rindergesundheitsdienst (RGD): AGRIDEA Lindau ZH, zuletzt geprüft am 14.07.2021.
- Strickhof (ohne Datum): Einstreu Liegeboxen. Strickhof, 8315 Lindau. Online verfügbar unter <https://www.strickhof.ch/publikationen/einstreu-liegeboxen/>, zuletzt geprüft am 06.05.2021.
- Universität, Zürich (ohne Datum): Gesunde Rinder. Risikofaktoren/Ursachen. Skript. Universität, Bern. Online verfügbar unter https://www.gesunderinder.unibe.ch/milchkuehe/problemorientiertes_vorgehen/mastitis/, zuletzt geprüft am 24.07.2021.
- Wolleb, Ch; Fehlmann, P. (März bis 2021): Betriebsinformationen. Lupfig/Möriken, März bis Mai 2021. Persönliches Gespräch an Vanessa Wyss.
- Zähner, Michael; Schmidtko, Janet; Schrade, Sabine; Schaeren, Walter; Otten, Sonja (2009): Alternative Einstreumaterialien in Liegeboxen. Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein. Online verfügbar unter https://scholar.google.com/scholar?cluster=13642308096832268503&hl=de&as_sdt=0,5, zuletzt geprüft am 06.05.2021.

Quelle Titelbild: Eigenes Foto

9 Anhang

9.1 Auftrag BT

Auftrag Bachelorarbeit – Vanessa Wyss 2021

Einfluss des Einstreumaterials auf das Tierwohl von Milchkühen

Ausgangslage

Als Unterlage in einer Boxe oder Liegefläche eines Milchviehstalles kommen viele Materialien in Frage. Die häufigste Unterlage in der Praxis ist wahrscheinlich eine Mistmatratze mit Stroh. Daneben gibt es eine ganze Palette weiterer Materialien, welche in Frage kommen. Das wichtigste bei allen ist, dass sie trocken, weich und gut verformbar sind. Daneben sollten sie auch noch preiswert sein. Die Firma Kompomo ist auf mich zugekommen und möchte einen Einstreuversuch in einem grossen Milchviehstall durchführen, inwiefern sich die Einstreu auf Verhalten, Gesundheit und Tierwohl auswirkt.

Fragestellungen

- Welche Einstreumaterialien im Milchviehbereich sind verbreitet?
- Welches ist die Spezifikation des Einstreumaterials Waldboden.ch?
- Wie wirkt sich das Einstreumaterial auf die Sauberkeit von Kühen aus?
- Wie wirkt sich das Einstreumaterial auf die haarlosen Stellen und kleine Wunde am Integument aus?
- Wie wirkt sich das Einstreumaterial auf das Liegeverhalten der Kühe aus?
- Wie wirkt sich das Einstreumaterial auf die Eutergesundheit der Kühe aus?
- Wie ist das Handling der Einstreue?

1. Zielsetzungen

Das Ziel dieser Bachelorarbeit ist es die Überprüfung der Eignung des Einstreumaterials „Waldboden“ in der Milchviehhaltung

2. Vorgehen

Zuerst wird eine Literaturrecherche zu den Themen Einstreumaterialien für Milchkühe durchgeführt. Dabei wird der Fokus auf die Themen, Verschmutzung der Tiere (Score nach Kuhsignalen), haarlose und wund Stellen (Score Kuhsignale), Liegeverhalten von Milchkühen und Einfluss des Einstreumaterials auf die Eutergesundheit gelegt. Danach werden die Kühe vor der Einstreu genau untersucht. Dabei werden die Scores der Sauberkeit und der haarlosen Stellen sowie die Zellzahl ermittelt. Dann werden einmal pro 2 Wochen alle Kühe gescort und das Liegeverhalten untersucht. Eine Methode zu diesem Vorgehen kann selber evaluiert werden. Weiter sind von der Einstreue 4 Mal Proben zu entnehmen, um den Bakteriengehalt zu ermitteln (Vorgehen siehe BT Beat Elmer).

3. Terminplan

Arbeit	Termin
Beginn der Arbeit	17.02.2021
Literatur	31.03.2021
Protokolle der Überwachung und Dokumentation auf dem Betrieb erarbeiten	Vor Beginn der Studie
Planung und Ausführung der Studie	
Auswertung und Ausfertigung der Arbeit	Juli August 2021
Abgabe der Arbeit.	13. August 2021

Die Bachelor-Thesis wird nach den Richtlinien für Semesterarbeiten und Bachelor-Thesis der HAFL abgefasst und nach dem offiziellen Beurteilungsraster beurteilt.

Betreuung

Verantwortlich für die Betreuung und Beurteilung der Arbeit ist Dr. Samuel Kohler, Dozent für Tierhaltung und Tiergesundheit. Die Arbeit wird mitbetreut von Agathe Kunz, Bsc in Agronomie. Bei Fragen oder Unklarheiten nimmt Frau Wyss mit den Betreuenden Kontakt auf (während der Coronakrise über Microsoft Teams).

Kontaktdaten

Betreuung HAFL

Samuel Kohler

G 031 910 21 60

samuel.kohler@bfh.ch

Agathe Kunz

G 031 848 51 79

agathe.kunz@bfh.ch

9.2 Disposition

Vorlage Disposition

Die Disposition ist die Grundlage für Ihre Semester- und/oder Bachelorarbeit. In der Disposition beschreiben Sie zentrale Elemente Ihres Forschungsvorhabens und wie Sie dabei vorgehen wollen.

Wichtig: Die Verwendung dieser Vorlage ist nicht obligatorisch, sondern als Anregung zu verstehen. Die Vorlage kann je nach Bedarf und Themenstellung angepasst werden.

Name Studierende/r	Vanessa Wyss
Arbeitstitel (provisorisch)	Einstreuversuch in einem Milchviehstall
Relevanz des Themas	<ul style="list-style-type: none">• <i>Theoretisch: Das Bett für die Milchkuh soll einen hohen Liegekomfort bieten. Dazu soll die Matratze weich, trocken und gut verformbar sein. Die Liegematratze einer Milchkuh beeinflusst das Verhalten, die Gesundheit und wirkt sich massgebend auf das Tierwohl aus.</i>• <i>Praktisch: Für einen angehenden Nutztierspezialisten kann es zukünftig von Bedeutung sein, verschiedene Einstreumaterialien bezüglich Gesundheit und Tierwohl rasch beurteilen zu können.</i>

Problemstellung & Forschungsfrage/-n	<p>Durch den Einstreuversuch soll die Bio-Waldboden- Einstreu in einem Milchviehstall getestet werden. Insbesondere wird ein Augenmerk auf die Tiergesundheit, auf das Verhalten, das Tierwohl und den Preis gelegt. Mit der Arbeit sollen folgende Fragenstellungen beantwortet werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wie gross ist die Palette an Einstreumaterialien in der Milchviehhaltung? - Aus welchen Komponenten besteht die Bio-Waldbodeneinstreue? - Wie wirkt sich die Bio-Waldbodeneinstreue auf die Sauberkeit der Milchkühe aus? - Wie wirkt sich die Bio-Waldbodeneinstreue auf die haarlosen und geschwollenen Stellen und die kleinen Wunden am Integument aus? - Hat die Bio-Waldbodeneinstreue einen Einfluss auf das Liegeverhalten der Milchkühe? - Hat die Bio-Waldbodeneinstreue einen Einfluss auf die Eutergesundheit? - Welche Bakterien können in der Bio-Waldbodeneinstreue nachgewiesen werden? - Wie verhält sich die Quantität der Bakterien im Verlauf des Versuches? - Wie beeinflusst die Bio-Waldbodeneinstreue die Temperatur in der Liegematratze? - Wie muss die Bio-Waldbodeneinstreue gepflegt werden? - Ist die Bio-Waldbodeneinstreue preiswert?
Hauptziel der Arbeit	<p>Mit dieser Bachelorarbeit will ich konkrete Messdaten bezüglich der Bio-Waldbodeneinstreue erheben, um die Einstreue auf ihre Eignung in einem Milchviehstall zu prüfen.</p>
Teilziele der Arbeit	<ol style="list-style-type: none"> 1. Einstreuversuch während 3 Monaten 2. Datensammlung (Scoring Sauberkeit, haarlose, wunde und geschwollene Stellen am Integument, Eutergesundheit, Bakteriengehalt, Liegeverhalten, Temperaturverlauf) 3. Erfahrungen im Bereich der Einstreupflege sammeln 4. Statistische Auswertung (deskriptiv und Signifikanz) 5. Literaturrecherche 6. Diskussion: eignet sich die Einstreue für Milchkühe und ist sie preiswert?

Stand der Forschung	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Theoretische Ansätze, Modelle aufzeigen</i> • <i>Erläuterungen aus „Stand der Forschung“ (Ihr Literaturreview) müssen auf Ihre Forschungsfrage/-n abzielen.</i> <p><i>Eine Einstreue soll die Liegefläche komfortabel gestalten. Dazu muss sie weich, verformbar und trocken sein. Aus einer Fachliteratur gehen Schätzungen hervor, dass eine Kuh pro zusätzliche Stunde Liegezeit, 1 Liter mehr Milch produziert. Dafür muss die Einstreue sich positiv auf die Tiergesundheit und auf das Tierwohl auswirken. Nicht zuletzt soll die Einstreue pflegeleicht und kostentechnisch attraktiv sein.</i></p> <p><i>In mehreren Versuchen wurden bereits verschiedene Einstreumaterialien getestet.</i></p>
Definition Begriffe	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Integument= äussere Körperhülle bestehend aus der Gesamtheit der Hautschichten inkl. Haaren. Schützt vor chemischen und mechanischen Einflüssen.</i>
Material & Methoden	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Der Versuch mit der Bio-Waldbodeneinstreue wird während 3 Monaten in einem Milchviehstall durchgeführt.</i> • <i>Dabei werden alle 2 Wochen Daten zur Sauberkeit, zu den haarlosen sowie geschwollenen Stellen und kleinen Wunden am Integument ermittelt.</i> <i>Dazu werden Skalen von «Kusignalen» verwendet.</i> • <i>Um die Eutergesundheit zu ermitteln und zu beurteilen, werden die Daten der Zellzahl- Messungen alle 5 Wochen bei der Milchleistungsprüfung vom Zuchtverband verwendet. Die Zellzahl-Bestimmung erfolgt bei der Suisselab in Zollikofen.</i> • <i>Der Bakteriengehalt der Einstreue wird insgesamt 4 x erhoben (3 Wochen Rhythmus). Dazu werden Einstreuproben im Labor Bamos AG eingesandt.</i> • <i>Das Liegeverhalten wird folgendermassen eruiert:</i> <i>Alle Wochen, 3h nach der Futtervorlage werden folgende Parameter erhoben:</i> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Anteil der liegenden Kühe</i> - <i>Anteil der stehenden Kühe im Liegebett (Tiefstreulaufstall)</i> - <i>Anteil der verschiedenen Liegepositionen</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Gestrecktes Vorderbein</i> • <i>Gestreckte Hinterbeine</i> • <i>Totale Seitenlage</i> • <i>Schlafposition</i> • <i>Die Temperaturverläufe werden mit Hilfe von Temperatursonden im 2 Wochen Rhythmus gemessen. → Gerät noch nicht bekannt.</i>

**Methodenwahl be-
gründen**

- *Mit welchen Datenerhebungstechniken können Sie Ihre Forschungsfrage optimal beantworten? Bitte begründen.*
 - *Siehe Material und Methoden*

- *Mit welchen statistischen Methoden werden Sie Ihre Daten auswerten? Und wie sieht die Auswertung konkret aus? Die erhobenen Daten werden mittels deskriptiver und analytischer Statistik (Signifikanz) ausgewertet.*

- *Welche Hypothesen sollen untersucht werden?*
 - *Die Sauberkeit der Milchkühe verbessert sich durch die Bio-Waldbodeneinstreue.*

 - *Die Bio-Waldbodeneinstreue zeigt keine Veränderung auf die haarlosen Stellen sowie die kleinen Verletzungen am Integument.*

 - *Die Bio-Waldbodeneinstreue zeigt ebenfalls keine Veränderung auf die geschwollenen Gelenke (v.a. Sprunggelenk und Vorderfusswurzelgelenk).*

 - *Die Zellzahlen verzeichnen durch die Bio-Waldbodeneinstreue zuerst einen Anstieg und sinken anschliessend kontinuierlich.*

 - *Der Bakteriengehalt in der Bio-Waldbodeneinstreue nimmt ebenfalls zuerst zu, bevor er kontinuierlich sinkt und anschliessend stagniert.*

 - *Ebenso steigt die Temperatur zuerst an und stagniert anschliessend.*

 - *Insgesamt liegen die Milchkühe in der Bio-Waldbodeneinstreue mehr. Die Kühe sind dank dem Bio-Waldboden vermehrt in der Schlafposition und der totalen Seitenlage vorzufinden.*

 - *Das Strecken eines Vorderbeins sowie der Hinterbeine wird durch die Bio-Waldbodeneinstreue vermehrt festgestellt.*

Verwendete Literatur (provisorisch, nicht abschliessend)	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Welche bereits gelesene Literatur ist für Ihre Arbeit relevant?</i> • Dahlhof K, 2014. Beratung von milchviehhaltenden Betrieben auf der Basis von Verhaltens- und Erscheinungsparametern ihrer Milchkühe. Rheinische Friedrich-Wilhelms-universität. 22.05.2014, abgerufen am 26.02.2021, https://bonndoc.ulb.uni-bonn.de/xmlui/handle/20.500.11811/5848 • Hulsen J, 2012. Kuhsignale Kontrollbuch: Arbeiten an Gesundheit, Milchleistung und Wohlbefinden. Landwirtschaftsvlg, Münster, 86 S. • Kögler H, 2003. Schäden am Integument: Einfluss auf die Gelenkentzündung bei Milchkühen. Technische Universität München. Abgerufen am 26.02.2021, https://mediatum.ub.tum.de/1452048 • Strickhof, ohne Datum. Einstreu Liegeboxen. Abgerufen am 26.02.2021, https://www.strickhof.ch/publikationen/einstreu-liegeboxen/ • Schrade S, Zähler M, 2008. Einstreuversuch in Liegeboxen für Milchvieh. Kompost und Feststoffe aus der Separierung von Gülle als Alternative zur Stroh-Mist-Matratze. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART. Abgerufen am 26.02.2021, https://www.google.com/search?q=Einstreu+in+Liegeboxen+f%C3%BCr+Milchvieh+Kompost+und+Feststoffe+aus+der+Separie-
Gliederung / Aufbau der Arbeit	<ul style="list-style-type: none"> • Titelblatt • Selbstständigkeitserklärung • Mitteilung über die Verwendung der Arbeit • Vorwort • Inhaltsverzeichnis • Abkürzungsverzeichnis • Tabellenverzeichnis • Abbildungsverzeichnis • Zusammenfassung <ol style="list-style-type: none"> 1. Einleitung 2. Stand der Forschung 3. Material und Methoden 4. Ergebnisse 5. Diskussion 6. Folgerung(en) 7. Literaturverzeichnis <ul style="list-style-type: none"> • Dank • Anhang
Zeit-/Ressourcenplan	x liegt bei <input type="checkbox"/> wird erstellt bis _____ <input type="checkbox"/> wird nicht erstellt

9.3 Protokoll Versuch

Datum	Wetter	Was	Zeit
3.2.21		Disposition und Zeit- und Ressourcenplan	5h
17.2.21		1. Treffen (Herren, Kunz, CW, PF, VW)	3h
9.3.21	-	Scoring 0 (Sauberkeit, Bak, Liegeverhalten, ZZ)	3h
10.3.21	Sonnig, 13°C	Misten und Einstreuen, Kühe haben sichtlich Freude, springen herum. Riecht gut. 20 cm Waldboden eingestreut. Bak. Probe bei Bamos eingeschickte. Ventilator auf Mittelstufe	5h
11.3.21	Sonnig, 13°C	Trockene Klauen. Kotballen an Afterklauen fallen ab. Ventilator auf Mittelstufe	0.5h
13.3.21	Regen, 2°C	+/- 5cm hat sich die Einstreue gesetzt. Ventilator auf Mittelstufe	0.5h
14.3.21	Regen, 2°C	3m3 nachstreuen, ganze Fläche ist trocken. Ventilator auf Mittelstufe	0.5h
17.3.21	Regen, 2°C	Scoring 0 a (Liegeverhalten, Temperatur) 3m3 nachstreuen, Tempi-Sonden eingelegt. In den untersten 5cm 33.7°C. Ventilator auf Mittelstufe. Tel. Michael Herren, 20m3 Material bestellt.	3h
22.3.21	Bewölkt, 8°C ***	Oberflächlich nass, stinkt. Kühe koten dünn, frisches Fahr-silo eröffnet, Futterumstellung. Nass. In den untersten 10cm trocken. Mit Rollstriegel versucht, das trockene Material hochzunehmen. Ventilator Vollgas. Bis am Abend hat es relativ gut abgetrocknet. Aus Angst, dass es noch nasser wird, bei B und M Densbüren 4 Big Bag à 2m3 Waldboden abgeholt und 6m3 nachgestreut.	4h
24.3.21	Sonnig, 10°C	Scoring 1 (Sauberkeit, Liegeverhalten, Temperatur, Bamos, ZZ) Temperatur S1 = 21.5°C, S2= 20°C Nachstreue wird geliefert (20m3), 2m3 nachgestreut Ventilator auf Mittelstufe	4h
25.3.21	Sonnig, 15°C	Beginn Weidesaison, Fütterungswechsel, Robi Installation von Klauenreinigung, Robi neue Melkschläuche, Lufteinzug bei Vordervierteln. Ventilator auf Mittelstufe	
27.3.21	Sonnig, 18°C	2 Big Bag eingestreut, vorher gestriegelt, trocken. Ventilator auf Mittelstufe	2h

28.3.21	Sonnig, 18°C	1 Big Bag nachgestreut, trocken. Ventilator auf Mittelstufe,	0.5h
31.3.21	Sonnig, 18°C	Scoring 1a Liegeverhalten und Temperatur	0.5h
2.4.21 ***	Sonnig, 15°C	2 Big Bag nachgestreut, trocken. Ventilator auf Mittelstufe 2 Tage nicht auf Weide seit Beginn, weil nochmals Schnee	0.5h
5.4.21	Sonnig, 15°C	Kaya Mastitis	
6.4.21	Bewölkt, luftig, 10°C	1 Big Bag nachgestreut. Ventilator auf Mittelstufe	0.5h
7.4.21	Kalt, 2°C Schnee	Scoring 2 (Sauberkeit, Liegeverhalten, Temperatur, MLP ZZ) Vorführung der Strandputzmaschine, 1 Big Bag nachgestreut, feucht. Ventilator auf Mittelstufe	2h
9.4.21	Sonnig, windig, 8°C	8 Big Bag in Wyl geholt. Feucht. Ventilator auf Mittelstufe, 3 Big Bag nachgestreut. Trocken.	1.0h
12.4.21	Sonnig, windig, 8°C	1 Big Bag nachgestreut. Feucht.	0.5h
14.4.21	Sonne, bewölkt 8°C	Scoring 2a (Liegeverhalten, Temperatur)	
15.4.21	Windig, bedeckt, 6°C	1 Big Bag nachgestreut. Feucht.	0.5h
16.4.21	Windig, bedeckt, 6°C Frost	1 Big Bag nachgestreut. Feucht.	0.5h
19.4.21	Sonne, bewölkt 12°C	10 Big Bag à 2 m ³ Waldboden erhalten	
21.4.21	Sonnig, 15°C	Scoring 3 (Sauberkeit, Liegeverhalten, Temperatur, ZZ HAFL) Zurzeit immer sehr trocken. Nachstreuen prophylaktisch. Mit Weiden funktioniert es super, Kühe sind sauber und die Matratze nach wie vor sehr weich mit einer guten Verfestigung und keinen Nassstellen. Kühe sind auf dem Waldboden am Nachmittag und nicht auf der Weide. Waldboden wird bevorzugt. Saubere und trockenen Klauen. Ventilator läuft immer noch auf einer kleinen Stufe.	1.5h

		Temperatur immer rund um 21°C.	
22.4.21	Sonnig, 15°C	2 Big Bag nachgestreut, trocken	0.5h
27.4.21	Sonnig, 15°C	2 Big Bag nachgestreut, trocken	0.5h
28.4.21	Sonnig, 15°C	Scoring 3a, (Liegeverhalten und Temperatur) Trocken und saubere Kühe	0.5h
5.5.21	Sonnig/be- wölkt 13°C	Scoring 4 (Sauberkeit, Liegeverhalten und Tempera- tur) Nachgestreut, feucht	1.5h
8.5.21	Sonne 19°C	Nachgestreut, trocken	
12.5.21	Bewölkt/Re- gen 12°C	Scoring 4a (Liegeverhalten, Temperatur, MLP und Ba- mos)	0.5h
17.5.21	Regen 12°C	Nachgestreut, bei nassen Witterungsverhältnissen wird mehr Waldboden benötigt. Feucht	
19.5.21	Bewölkt/Re- gen 13°C	Scoring 5 (Sauberkeit, Liegeverhalten, Temperatur)	1.5h
22.5.21	Sonnig, 17°C	Nachgestreut, trocken	
26.6.21	Sonne/Be- wölkt 16°C	Scoring 5a, (Liegeverhalten, ZZ HAFL, Temperatur)	0.5h
30.5.21	Sonne 20°C	2m ³ nachgestreut. Trocken, saubere Kühe, Kühe kom- men zum Liegen in den Stall, wenn auf der Weide zu heiss.	



Abbildung 21 Einstreu trocken, zerfällt, keine Klumpen



Abbildung 20 Einstreu feucht, zerfällt nach 2-3 x schütteln, kleine Klumpen



Abbildung 19 Einstreu nass, zerfällt nicht, Klumpenbildung

9.4 Zellzahlerhebungen

Tabelle 21 Zellzahlen der Stichprobenkühe, n=27

Kuh	Halsband	TVD	Gekalbt	Besamt		ZZ, 28.12.2020	ZZ, 01.02.2021	ZZ,02.03.2021	ZZ Status Quo		ZZ, 24.03.2021	ZZ, 07.04.2021	ZZ, 21.04.2021	ZZ, 05.05.2021	ZZ, 27.05.2021	MW Versuch
Wendy	6	120.1284.5247.8	20.12.2020			53	78	65	65		67	128	154	122	81	110
Doreen	7	120.1229.1537.1	05.12.2020	22.02.2021		716	8902	49	3222		66	37	32	36	94	53
Bavaria	8	120.1197.7330.4	30.07.2020	19.10.2020		1373	578	846	932		941	2096		3996	335	1842
Selina	9	120.0809.4882.4	10.05.2020	09.10.2020		16	23	982	340		1683	918	56	450	101	642
Dawina	10	120.1223.6459.9	22.11.2020			727	212	425	455		135	322	104	126	165	170
Cora	11	120.1107.6219.2	12.11.2020			205	2259	287	917		191	83	55	43	73	89
Safira	13	120.1154.7303.1	21.10.2020	01.02.2021		127	240	156	174		148	75	75	144	102	109
Calimera	16	120.1283.9388.3	02.09.2020	18.12.2020		23	24	177	75		832	263	62	73	58	258
Dakota	20	120.1186.6118.3	05.01.2020	19.11.2020		20	19	22	20		46	28	70	37	78	52
Sefina	24	120.1283.9388.3	18.09.2020	20.11.2020		25	42	51	39		65	59	72	32	165	79
Bianca	26	120.1183.5590.7	17.08.2020	20.11.2020		31	39	22	31		17	55	27	32	119	50
Martina	28	120.1183.5577.8	07.07.2020	19.12.2020		50	73	82	68		50	72	142	245	256	153
Dalena	34	120.1228.3148.0	25.09.2020	03.02.2021		74	90	122	95		59	59	103	137	150	102
Casandra	36	120.1372.4556.2	13.11.2020			866	1520	133	840		82	80	63	72	84	76
Maxima	45	120.1037.3867.8	05.09.2020			29	2448	86	854		461	357	103	193	913	405
Jris	46	120.1206.3908.8	16.11.2020	16.02.2021		229	30	49	103		70	62	51	105	84	74
Shay	54	120.1223.6459.9	21.11.2020	04.02.2021		92	58	66	72		46	424	80	183	71	161
Kaya	56	120.1287.0272.2	18.10.2020	07.01.2021		29	41	72	47		70	7934	1184	412	1602	2240
Blanca	57	120.1424.7881.8	12.11.2020			50	166	54	90		206	284	312	104	383	258
Fanny	58	120.0937.2108.7	28.10.2020			235	422	163	273		89	645	6627	382	878	1724
Melanie	61	120.1217.4439.2	10.12.2020	12.11.2020		25	73	25	41		59	64	62	149	70	81
Tami	63	120.1140.7165.8	07.04.2020	12.11.2020		67	35	122	75		70	155	112	171	133	128
Burma	64	120.0966.0260.4	21.12.2020			39	136	121	99		43	81	103	175	162	113
Ragusa	66	120.1372.4598.2	24.10.2020	29.12.2020		22	1265	373	553		169	1351	187	128	29	373
Daitona	70	120.1279.6906.5	30.09.2020	24.02.2021		23	63	77	54		34	32	48	53	68	47
Santa-Cruz	71	120.1372.4604.0	02.11.2020			282	170	175	209		342	162	217	216	227	233
Luana	72	120.1066.8978.6	01.08.2020	12.12.2020		13	25	25	21		34	23	37	41	148	57
MW						202	705	179	362		225	587	390	291	246	358
Rot		>350'000														
Blau		150'000 - 350'000														
Grün		<150'000														

9.5 Scoring Sauberkeit und Irritationen am Integument, Status Quo

Tabelle 22 Scoring Sauberkeit und Irritationen am Integument, Status Quo, n=27

10.03.2021			Scoring Sauberkeit (1,2,3,4)			Scoring haarlose Stellen mit offenen Wunden (0)		Scoring Schwellung (0,1,2)		
Kuh	Halsband Nummer	TVD Nummer	Euter	Hinterbeine	Oberschenkel und Hüfte	Sprungelenk	Sprungelenk	Vorderknie		
Wendy	6	120.1284.5247.8	1	1	1	0	0	0		
Doreen	7	120.1229.1537.1	4	2	2	0	0	0		
Bavaria	8	120.1372.4570.8	2	4	4	1	0	0		
Selina	9	120.0809.4882.4	2	3	3	0	0	0		
Dawina	10	120.1223.6459.9	2	3	3	1	0	0		
Cora	11	120.1107.6219.2	1	1	2	1	0	0		
Safira	13	120.1154.7303.1	3	3	3	0	0	0		
Calimera	16	120.1283.9388.3	3	3	3	0	1	0		
Dakota	20	120.1186.6118.3	2	2	2	1	0	0		
Sefina	24	120.1283.9388.3	3	2	3	0	1	1		
Bianca	26	120.1183.5590.7	3	1	2	2	2	0		
Martina	28	120.1183.55577.8	1	1	1	1	0	0		
Dalena	34	120.1228.3148.0	3	2	1	1	0	0		
Casandra	36	120.1372.4556.2	2	2	3	1	0	0		
Maxima	45	120.1037.3867.8	2	1	2	1	0	0		
Jris	46	120.1206.3908.8	1	4	4	1	0	0		
Shay	54	120.1223.6459.9	2	2	3	0	0	0		
Kaya	56	120.1287.0272.2	2	1	2	1	0	0		
Blanca	57	120.1424.7881.8	1	2	4	1	0	0		
Fanny	58	120.0937.2108.7	3	4	4	1	0	0		
Melanie	61	120.1217.4439.2	3	4	4	1	0	0		
Tämi	63	120.1140.7165.8	1	1	1	0	0	0		
Burma	64	120.0966.0260.4	1	1	1	1	0	0		
Ragusa	66	120.1372.4598.2	2	3	2	0	0	0		
Daitona	70	120.1279.6906.5	2	2	1	1	0	0		
Santa-Cruz	71	120.1372.4604.0	2	2	3	0	0	0		
Luana	72	120.1066.8978.6	3	3	2	1	0	0		
		10.03.2021	2.1	2.2	2.4	16	2	1	1	1
1	keine Verschm.					1	1	0	2	2
2	leichte Verschm.					10	24	26	0	0
3	mässige Verschm.									
4	starke Verschm.									

9.6 Scoring Sauberkeit und Irritationen am Integument, 1. Versuchserhebung

Tabelle 23 Scoring Sauberkeit und Irritationen am Integument, 1. Versuchserhebung, n=27

24.03.2021			Scoring Sauberkeit (1,2,3,4)			Scoring haarlose Stellen mit offenen Wunden (0,1,2)	Scoring Schwellung (0,1,2)		
Kuh	Halsband Nummer	TVD Nummer	Euter	Hinterbeine	Oberschenkel und Hüfte	Sprungelenk	Sprungelenk	Vorderknie	
Wendy	6	120.1284.5247.8	1	1	1	0	0	0	
Doreen	7	120.1229.1537.1	1	1	1	0	1	0	
Bavaria	8	120.1372.4570.8	3	4	2	1	0	0	
Selina	9	120.0809.4882.4	1	2	2	0	0	0	
Dawina	10	120.1223.6459.9	2	1	2	0	0	0	
Cora	11	120.1107.6219.2	1	1	1	0	0	0	
Safira	13	120.1154.7303.1	1	2	2	0	0	0	
Calimera	16	120.1283.9388.3	2	2	2	1	1	0	
Dakota	20	120.1186.6118.3	1	1	1	1	0	0	
Sefina	24	120.1283.9388.3	1	1	2	0	1	1	
Bianca	26	120.1183.5590.7	1	1	1	2	2	0	
Martina	28	120.1183.5577.8	2	1	1	0	0	0	
Dalena	34	120.1228.3148.0	2	1	1	0	0	0	
Cassandra	36	120.1372.4556.2	2	2	2	1	0	0	
Maxima	45	120.1037.3867.8	1	1	1	1	0	0	
Jris	46	120.1206.3908.8	2	2	2	0	0	0	
Shay	54	120.1223.6459.9	2	1	1	0	0	0	
Kaya	56	120.1287.0272.2	2	1	1	0	0	0	
Blanca	57	120.1424.7881.8	1	1	1	0	0	0	
Fanny	58	120.0937.2108.7	1	1	1	1	0	0	
Melanie	61	120.1217.4439.2	3	1	3	0	0	0	
Tämi	63	120.1140.7165.8	1	1	1	0	0	0	
Burma	64	120.0966.0260.4	1	1	1	1	1	0	
Ragusa	66	120.1372.4598.2	2	2	1	0	0	0	
Daitona	70	120.1279.6906.5	2	1	1	1	0	0	
Santa-Cruz	71	120.1372.4604.0	2	2	2	0	0	0	
Luana	72	120.1066.8978.6	2	1	2	1	0	0	
			1.6	1.4	1.4	10	4	1	<u>1</u>
						1	1	0	<u>2</u>
						17	26	30	<u>0</u>

9.7 Scoring Sauberkeit und Irritationen am Integument, 2. Versuchserhebung

Tabelle 24 Scoring Sauberkeit und Irritationen am Integument, 2.Versuchserhebung, n=27

07.04.2021			Scoring Sauberkeit (1,2,3,4)			Scoring haarlose Stellen mit offenen Wunden (0)	Scoring Schwellung (0,1,2)		
Kuh	Halsband Nummer	TVD Nummer	Euter	Hinterbeine	Oberschenkel und Hüfte	Sprungelenk	Sprungelenk	Vorderknie	
Wendy	6	120.1284.5247.8	1	1	1	0	0	0	
Doreen	7	120.1229.1537.1	1	1	1	0	0	0	
Bavaria	8	120.1372.4570.8	2	2	1	0	0	0	
Selina	9	120.0809.4882.4	1	1	1	0	0	0	
Dawina	10	120.1223.6459.9	1	1	1	0	0	0	
Cora	11	120.1107.6219.2	1	1	1	0	0	0	
Safira	13	120.1154.7303.1	2	2	3	0	0	0	
Calimera	16	120.1283.9388.3	1	1	1	0	0	0	
Dakota	20	120.1186.6118.3	1	1	1	0	0	0	
Sefina	24	120.1283.9388.3	1	1	1	0	1	1	
Bianca	26	120.1183.5590.7	1	1	1	2	2	0	
Martina	28	120.1183.5577.8	1	1	1	0	0	0	
Dalena	34	120.1228.3148.0	1	1	1	0	0	0	
Cassandra	36	120.1372.4556.2	1	1	2	0	0	0	
Maxima	45	120.1037.3867.8	1	1	1	0	0	0	
Jris	46	120.1206.3908.8	1	1	1	0	0	0	
Shay	54	120.1223.6459.9	1	1	1	0	0	0	
Kaya	56	120.1287.0272.2	2	1	1	0	0	0	
Blanca	57	120.1424.7881.8	1	1	2	0	0	0	
Fanny	58	120.0937.2108.7	1	1	1	1	0	0	
Melanie	61	120.1217.4439.2	1	1	1	0	0	0	
Tämi	63	120.1140.7165.8	1	1	1	0	0	0	
Burma	64	120.0966.0260.4	1	1	1	0	0	0	
Ragusa	66	120.1372.4598.2	1	1	1	0	0	0	
Daitona	70	120.1279.6906.5	1	1	1	0	0	0	
Santa-Cruz	71	120.1372.4604.0	1	2	1	0	0	0	
Luana	72	120.1066.8978.6	1	1	1	0	0	0	
			1.1	1.1	1.1	1	1	1	<u>1</u>
						1	1	0	<u>2</u>
						25	25	26	<u>0</u>

9.8 Scoring Sauberkeit und Irritationen am Integument, 3. Versuchserhebung

Tabelle 25 Scoring Sauberkeit und Irritationen am Integument, 3. Versuchserhebung, n=27

21.04.2021		Scoring Sauberkeit (1,2,3,4)			Scoring haarlose Stellen mit offenen Wunden (0)	Scoring Schwellung (0,1,2)		
Kuh	Halsband Nummer	TVD Nummer	Euter	Hinterbeine	Oberschenkel und Hüfte	Sprungelenk	Sprungelenk	Vorderknie
Wendy	6	120.1284.5247.8	1	1	1	0	0	0
Doreen	7	120.1229.1537.1	1	1	1	0	0	0
Bavaria	8	120.1372.4570.8	1	1	1	0	0	0
Selina	9	120.0809.4882.4	1	1	1	0	0	0
Dawina	10	120.1223.6459.9	1	1	1	0	0	0
Cora	11	120.1107.6219.2	1	1	1	0	0	0
Safira	13	120.1154.7303.1	1	2	1	0	0	0
Calimera	16	120.1283.9388.3	1	1	1	1	1	0
Dakota	20	120.1186.6118.3	1	1	1	0	0	0
Sefina	24	120.1283.9388.3	1	2	1	0	1	1
Bianca	26	120.1183.5590.7	1	1	1	2	2	0
Martina	28	120.1183.5577.8	1	1	1	0	0	0
Dalena	34	120.1228.3148.0	1	1	1	0	0	0
Casandra	36	120.1372.4556.2	1	1	1	0	0	0
Maxima	45	120.1037.3867.8	1	1	1	0	0	0
Jris	46	120.1206.3908.8	2	3	2	1	0	0
Shay	54	120.1223.6459.9	1	1	1	0	0	0
Kaya	56	120.1287.0272.2	1	1	1	0	0	0
Blanca	57	120.1424.7881.8	1	1	1	0	0	0
Fanny	58	120.0937.2108.7	1	1	2	1	0	0
Melanie	61	120.1217.4439.2	1	1	1	0	0	0
Tämi	63	120.1140.7165.8	1	1	1	0	0	0
Burma	64	120.0966.0260.4	1	1	1	1	0	0
Ragusa	66	120.1372.4598.2	1	1	1	0	0	0
Daitona	70	120.1279.6906.5	1	1	1	0	0	0
Santa-Cruz	71	120.1372.4604.0	1	1	1	0	0	0
Luana	72	120.1066.8978.6	1	1	1	0	0	0
			1.0	1.1	1.1	4	2	1
						1	1	0
						22	24	26
								<u>0</u>

9.9 Scoring Sauberkeit und Irritationen am Integument, 4. Versuchserhebung

Tabelle 26 Scoring Sauberkeit und Irritationen am Integument, 4. Versuchserhebung, n=27

05.05.2021			Scoring Sauberkeit (1,2,3,4)			Scoring haarlose Stellen mit offenen Wunden (0,1,2)		Scoring Schwellung (0,1,2)		
Kuh	Halsband Nummer	TVD Nummer	Euter	Hinterbeine	Oberschenkel und Hüfte	Sprungelenk	Sprungelenk	Vorderknie		
Wendy	6	120.1284.5247.8	1	2	1	0	0	0		
Doreen	7	120.1229.1537.1	1	1	1	1	0	0		
Bavaria	8	120.1372.4570.8	1	1	2	0	0	0		
Selina	9	120.0809.4882.4	1	1	1	0	0	0		
Dawina	10	120.1223.6459.9	1	1	1	0	0	0		
Cora	11	120.1107.6219.2	1	1	1	0	0	0		
Safira	13	120.1154.7303.1	1	1	1	0	0	0		
Calimera	16	120.1283.9388.3	1	2	1	0	0	0		
Dakota	20	120.1186.6118.3	1	1	1	0	0	0		
Sefina	24	120.1283.9388.3	1	1	1	0	1	1		
Bianca	26	120.1183.5590.7	1	1	1	2	2	0		
Martina	28	120.1183.5577.8	1	1	1	0	0	0		
Dalena	34	120.1228.3148.0	2	2	1	0	0	0		
Cassandra	36	120.1372.4556.2	1	1	1	0	0	0		
Maxima	45	120.1037.3867.8	1	1	1	1	0	0		
Jris	46	120.1206.3908.8	1	2	2	0	0	0		
Shay	54	120.1223.6459.9	1	1	1	0	0	0		
Kaya	56	120.1287.0272.2	1	1	1	0	0	0		
Blanca	57	120.1424.7881.8	1	2	1	0	0	0		
Fanny	58	120.0937.2108.7	1	2	2	1	0	0		
Melanie	61	120.1217.4439.2	2	2	1	0	0	0		
Tämi	63	120.1140.7165.8	1	1	1	0	0	0		
Burma	64	120.0966.0260.4	1	1	2	0	0	0		
Ragusa	66	120.1372.4598.2	2	2	2	0	0	0		
Daitona	70	120.1279.6906.5	1	1	2	0	0	0		
Santa-Cruz	71	120.1372.4604.0	1	1	1	0	0	0		
Luana	72	120.1066.8978.6	1	1	1	1	0	0		
			1.1	1.3	1.2	4	1	1		<u>1</u>
						1	1	0		<u>2</u>
						22	25	26		<u>0</u>

9.10 Scoring Sauberkeit und Irritationen am Integument, 5. Versuchserhebung

Tabelle 27 Scoring Sauberkeit und Irritationen am Integument, 5. Versuchserhebung, n=27

19.05.2021			Scoring Sauberkeit (1,2,3,4)			Scoring haarlose Stellen mit offenen Wunden (0,1,2)			
Kuh	Halsband Nummer	TVD Nummer	Euter	Hinterbeine	Oberschenkel und Hüfte	Sprungelenk	Sprungelenk	Vorderknie	
Wendy	6	120.1284.5247.8	1	1	1	0	0	0	
Doreen	7	120.1229.1537.1	1	2	1	0	0	0	
Bavaria	8	120.1372.4570.8	1	1	2	1	0	0	
Selina	9	120.0809.4882.4	1	1	1	0	0	0	
Dawina	10	120.1223.6459.9	2	1	2	0	0	0	
Cora	11	120.1107.6219.2	1	1	1	0	0	0	
Safira	13	120.1154.7303.1	1	2	2	0	0	0	
Calimera	16	120.1283.9388.3	1	1	1	1	1	0	
Dakota	20	120.1186.6118.3	1	1	1	0	0	0	
Sefina	24	120.1283.9388.3	1	1	1	0	1	1	
Bianca	26	120.1183.5590.7	1	2	1	2	2	0	
Martina	28	120.1183.5577.8	1	1	1	0	0	0	
Dalena	34	120.1228.3148.0	2	2	1	0	0	0	
Cassandra	36	120.1372.4556.2	1	1	1	0	0	0	
Maxima	45	120.1037.3867.8	1	1	1	0	0	0	
Jris	46	120.1206.3908.8	1	1	2	0	0	0	
Shay	54	120.1223.6459.9	1	1	1	0	0	0	
Kaya	56	120.1287.0272.2	1	1	1	0	0	0	
Blanca	57	120.1424.7881.8	1	1	1	1	0	0	
Fanny	58	120.0937.2108.7	1	1	2	1	0	0	
Melanie	61	120.1217.4439.2	1	1	1	0	0	0	
Tämi	63	120.1140.7165.8	1	1	1	0	0	0	
Burma	64	120.0966.0260.4	1	1	1	0	0	0	
Ragusa	66	120.1372.4598.2	1	1	1	0	0	0	
Daitona	70	120.1279.6906.5	1	1	1	0	0	0	
Santa-Cruz	71	120.1372.4604.0	1	1	2	0	0	0	
Luana	72	120.1066.8978.6	1	1	1	1	0	0	
			1.1	1.1	1.2	5	2	1	<u>1</u>
						1	1	0	<u>2</u>
						21	24	26	<u>0</u>

9.11 Liegeverhalten während Versuch, März bis Mai 2021

Tabelle 28 Liegeverhalten pro Woche während Versuch, März bis Mai 2021, n=45

Datum	Anteil liegende Tiere	Anteil stehende Kühe in Liegebett	Fressplatz oder Laufhof	* Gestrecktes Vorderbein	* Totale Seitenlage	* Schlafposition
17.03.2021	29	11	5	4	0	0
24.03.2021	34	5	6	0	3	0
31.03.2021	40	2	3	3	3	5
07.04.2021	45	0	0	5	4	3
14.04.2021	43	2	0	3	3	0
21.04.2021	42	0	3	4	3	1
28.04.2021	44	1	0	5	5	2
05.05.2021	39	0	2	3	2	0
12.05.2021	45	1	1	4	3	1
17.05.2021	43	0	3	5	5	0
22.05.2021	43	2	1	6	0	0
29.05.2021	38	3	4	5	1	0

9.12 Bakteriennachweis Grundeinstreu und Beprobung während Versuch

Tabelle 29 Nachweis und Gehalte der einzelnen Bakterienstämmen, Grundeinstreu und Versuchsproben

Datum	Standort	andere Staph Pen. Empf.	andere Str.	Coliforme	Schimmelpilz	Bacillus	Bacillus hämolysierend
10.03.2021	Grundeinstreue	+	+++	+++	+	+	
24.03.2021	S1		+	+++			+
24.03.2021	S2		+	+++		++	+
21.04.2021	S1		+	+++			++
21.04.2021	S2	+	+++	+++		++	
26.05.2021	S1		+++	++	+		++
26.05.2021	S2		+++	++	+		++
Legende							
+	wenig						
++	reichlich						
+++	massenhaft						
S1	Standort 1						
S2	Standort 2						

9.13 Temperaturdaten während Versuch

Tabelle 30 Mittelwerte der Tagestemperaturen während Versuch von März bis Mai 2021

Datum	MW Temp.	Datum	MW Temp.
17.03.2021	28.5	24.04.2021	21.4
18.03.2021	36.8	25.04.2021	22.0
19.03.2021	34.7	26.04.2021	22.1
20.03.2021	30.7	27.04.2021	22.2
21.03.2021	30.6	28.04.2021	22.0
22.03.2021	29.3	29.04.2021	22.3
23.03.2021	27.8	30.04.2021	22.5
24.03.2021	28	01.05.2021	22.7
25.03.2021	27.5	02.05.2021	23.0
26.03.2021	27.6	03.05.2021	22.3
27.03.2021	27.5	04.05.2021	21.7
28.03.2021	27.0	05.05.2021	21.7
29.03.2021	26.8	06.05.2021	21.5
30.03.2021	25.9	07.05.2021	21.9
31.03.2021	25.5	08.05.2021	22.0
01.04.2021	25.4	09.05.2021	22.7
02.04.2021	26.2	10.05.2021	23.5
03.04.2021	24.7	11.05.2021	23.8
04.04.2021	23.3	12.05.2021	24.3
05.04.2021	24.9	13.05.2021	23.8
06.04.2021	24.0	14.05.2021	23.0
07.04.2021	22.1	15.05.2021	23
08.04.2021	20.8	16.05.2021	23.4
09.04.2021	20.0	17.05.2021	23.5
10.04.2021	20.8	18.05.2021	23.4
11.04.2021	21.7	19.05.2021	23.8
12.04.2021	22.5	20.05.2021	24
13.04.2021	21.6	21.05.2021	24.3
14.04.2021	20.3	22.05.2021	24.5
15.04.2021	19.1	23.05.2021	24.1
16.04.2021	18.8	24.05.2021	24
17.04.2021	18.9	25.05.2021	24
18.04.2021	19.6	26.05.2021	24.5
19.04.2021	19.1	27.05.2021	24.1
20.04.2021	19.2	28.05.2021	24
21.04.2021	19.7	29.05.2021	24
22.04.2021	21.3	30.05.2021	23.8
23.04.2021	21.4	31.05.2021	23.5