



22. JANUAR 2021



BODENSANIERUNGEN VON LAUFFLÄCHEN

VERSUCHSBERICHT

JONAS BÜRGI & MARTIN KNEUBÜHLER
AGROTECHNIKER HF 19 - 21
Betreuer: Josias Meili & Selina Hug

I. Zusammenfassung

Rutschige Laufflächen in Rindviehställen sind ein in der Schweiz weit verbreitetes Problem. Die Sicherheit der Tiere und Menschen, welche darin leben oder arbeiten leiden darunter stark. Dies hat nicht nur negative Auswirkungen auf das Tierwohl, sondern auch auf die Wirtschaftlichkeit der jeweiligen Herde. Durch einen glatten Stallboden vermehren sich Abgänge von Tieren aufgrund von Unfällen oder Klauenproblemen. Zudem verringert sich die Leistungsbereitschaft der Tiere, da sie durch ihre Unsicherheit nicht zum Futtertisch laufen möchten. Ebenfalls zeigen die Tiere Ihre Brunst nicht so offensichtlich, da sie sich auf den Laufflächen nicht sicher fühlen. (Fiedler, 2018)

Aufgrund dessen gibt es zahlreiche verschiedene Verfahren, Ansätze und Philosophien, wie Stallböden saniert und wieder trittsicher gemacht werden können. Dabei gilt es zu unterscheiden zwischen Betonrosten und planbefestigten Betonflächen. In diesem Bericht wird lediglich auf planbefestigte Betonflächen eingegangen.

Am Strickhof in Wülflingen ZH wurde 2018/19 im Rahmen eines Versuches vier verschiedene Verfahren mit der unbearbeiteten Variante 1:1 verglichen. Nun kommt in diesem Versuch hier noch die Methode "Deep Grove" dazu. Bei diesem Verfahren werden 1.9cm Breite und 1cm Tiefe Rillen mit einem Zwischenabstand von 6.4cm in den Beton gefräst. Dies erbringt einen langfristigen Erfolg, welcher die dafür anfallenden Kosten durchaus rechtfertigt.

Beim vorgängig durchgeführten Versuch wurde die Schrittlänge der Tiere als Erhebungsparameter gewählt. Nun war aber nicht ganz klar, ob dies ein aussagekräftiger Parameter ist oder nicht. Daher wurde beim jetzigen Versuch eine vor- und eine nachher Analyse mit den gleichen Tieren durchgeführt. Daraus resultierte deutlich, dass sie Schrittlänge als ein aussagekräftiger Erhebungsparameter verwendet werden kann.

Für die Durchführung dieses Versuches war ein externer Partner mit einem geeigneten Betrieb notwendig. Ein grosser Dank richtet sich deshalb an die Familie Lauener aus Bichelsee ZH. Mit ihnen konnte eine sehr kooperative Versuchspartnerschaft eingegangen werden. Ebenfalls waren sie bereit die Mehraufwände ihrerseits in Kauf zu nehmen.

II. Inhaltsverzeichnis

I. Zusammenfassung.....	
II. Inhaltsverzeichnis.....	1
III. Abbildungsverzeichnis.....	2
IV. Grafikverzeichnis.....	2
V. Interviewverzeichnis.....	2
1 Einleitung, Fragestellung.....	1
2 Theoretische Grundlagen.....	2
2.1 Stand der Fachliteratur.....	2
2.2 Grundlage des Versuches.....	3
3 Vorgehen, Methodik.....	3
3.1 Vorgehen.....	3
3.2 Deep Grove.....	4
3.3 Auswertungen.....	5
4 Ergebnisse.....	6
4.1 Schrittlängen.....	6
4.2 Ausrutscher/Stürze.....	7
4.3 Kosten.....	7
5 Diskussion.....	8
6 Schlussfolgerungen, Handlungsempfehlung.....	9
VI. Literaturverzeichnis.....	

III. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1;	Klaue auf DeepGrove System (Quelle: Herbert Bürgi)	0
Abbildung 2;	Prozessablauf der Versuchsdurchführung grob dargestellt	3
Abbildung 3;	Messung der Rille (Quelle: Jonas Bürgi).....	4
Abbildung 4;	TrakRite Fräsmaschine im Einsatz (Quelle: Jonas Bürgi).....	4
Abbildung 5;	Screenshot der Utilus Software 5 während der Datenauswertung	5

IV. Grafikverzeichnis

Grafik 1;	Auswertungen der Schrittlängen der Situation vorher und nachher	6
Grafik 2;	Auswertungen der Stürze und Ausrutscher der Situation vorher und nachher	7
Grafik 3;	Vergleich der Kosten von Deep Grove (Daten: Jordi J., Wyss P., 2019).....	7

V. Interviewverzeichnis

Bürgi, Karl. Interviewt von Jonas Bürgi, 27.11.2020, Zoom-Meeting

1 Einleitung, Fragestellung

Im Rahmen der Weiterbildung zum Agrotechniker HF am Strickhof, werden pro Lehrgang verschiedene Versuche durchgeführt. Einer davon besteht darin, ein Stallbodensanierungssystem von planbefestigten Böden genauer unter die Lupe zu nehmen, zu analysieren und daraus auch für zukünftige Versuche wie auch für Landwirte in der Praxis eine konkrete Handlungsempfehlung abzugeben. Diesem Thema nahmen sich die Autoren dieser Arbeit Jonas Bürgi und Martin Kneubühler an. Das Ziel der Arbeit ist es, die Erkenntnisse bezüglich der Trittsicherheit und der Schrittlängen an die Mitschüler des Agrotechnikerlehrgangs, Fachberatern und interessierten Landwirten zur Verfügung zu stellen.

Als erstes wurde ein Landwirtschaftsbetrieb, welcher Rinder hält, mit einem rutschigen Stallboden, der Sanierungsbedarf hat, gesucht. Dort wurden Videoaufnahmen der Tiere gemacht und ihr Laufverhalten analysiert. Anschliessend wurden darein die DeepGrove Rillen der Fima Bürgi.ch AG aus Herrliberg ZH hineingefräst. Dieses System hebt sich vor allem durch die Langlebigkeit von anderen Systemen ab. Genaueres zu diesem Verfahren lesen Sie im Kapitel 3 Vorgehen, Methodik. Danach wurden wiederum Videoanalysen der Situation "danach" mit einer speziellen Messsoftware durchgeführt. Insgesamt kamen so je 50 Schrittlängenmessungen von der Situation Zuvor und Danach zusammen, welche detailliert ausgewertet und analysiert wurden.

Die Untersuchten Fragestellungen lauten wie folgt:

1. Welche Unterschiede erkennt man nach der Sanierung?
2. Hat die Schrittlänge der Kühe einen Zusammenhang mit der Bodenbeschaffenheit?
3. Welches sind die Kosten für die angewandte Bearbeitungsvariante?
4. Hat die Sanierung eine Auswirkung auf die Milchleistung?¹

Im folgenden Bericht wird zuerst auf die theoretischen Grundlagen und der Stand der Forschung allgemein zu Bodensanierungen in Rindviehställen und auch zum angewendeten Verfahren eingegangen. Anschliessend wird das Verfahren detailliert erklärt und analysiert. Die Resultate und daraus gezogenen Schlussfolgerungen beruhen auf den unter Praxisbedingungen aufgenommenen Daten des Versuchsbetriebes von Michael Lauener aus Bichelsee ZH. Sämtliche theoretischen Grundlagen stammen von den angegebenen Literaturangaben oder basieren auf eigenen Recherchen und Ergebnissen.

Die Autoren wünschen Ihnen viel Freude und neue Erkenntnisse beim Lesen!

¹ Die Frage 4 konnte in diesem Versuchsbericht nicht bearbeitet werden, da es sich beim Versuchstandort um einen Jungviehaufzuchtbetrieb handelte und zum Zeitpunkt der Versuchsdurchführung kein anderer geeigneter Milchviehbetrieb gefunden werden konnte.

2 Theoretische Grundlagen

2.1 Stand der Fachliteratur

- "Der optimale Stallboden für Rinder, Milchkühe und Stiere sollte stets tritt- und rutschsicher sein. Dies ist wichtig, weil rutschige Stallböden ein Sicherheitsrisiko für Mensch und Tier bergen. Durch Abrieb und Ablagerungen (wie z.B. Harnstein) werden Stallböden immer rutschiger. Durch glatte Laufflächen können sich die Tiere schwer verletzen, was auch ein wirtschaftlicher Schaden darstellt. Ein- und Ausgangsbereiche sind oftmals besonders rutschig, da sie am meisten beansprucht werden. Gerade diese Bereiche sollten besonders trittsicher sein, um Unfälle, Verletzungen und Klauenprobleme zu vermeiden. Ebenfalls ist für den Landwirten das Brunstverhalten viel besser sichtbar, da die Tiere bei einem rutschigen Boden dies vermindert ausführen. Zudem verringern rutschige Böden die Futteraufnahme der Tiere und somit deren Leistungsbereitschaft und Widerstandsfähigkeit gegenüber von Krankheiten." (Ruthner, 2020)
- "Die Betonlaufflächen von Rindviehställen werden mit der Zeit rutschig. Verursacht wird dies vor allem durch mechanischen Abrieb durch die Tiere oder die Entmistungstechnik und / oder durch Harnstein, welcher über dem Beton eine glatte Schicht bildet. Dies führt unweigerlich zu einem unsicheren Laufverhalten, erhöhter Unfallgefahr für Mensch wie auch Tier und verschlechtertem Zeigen der Brunstsymptome." (Schick et al, 2019)
- "Besonders die Ausgestaltung der Laufflächen hat einen großen Einfluss auf das Auftreten von Lahmheiten. Deshalb nutzen immer mehr Betriebe im Melkstand oder auf Treibbewegen Gummimatten. Dabei sollte man jedoch aufpassen, dass das Vorhandensein von Matten nicht dazu führt, dass die Kühe weniger Zeit liegend in der Box verbringen (mindestens 12 Stunden). Sind die planbefestigten Laufflächen gut gestaltet, sind sie auch gut für die Klauengesundheit. Bei alten, rutschigen Böden können Rillen mithilfe von Betonschneidern gefräst werden. Diese können die Griffbarkeit verbessern und das Ausrutschrisiko reduzieren. Dafür eignen sich Rillen in Abständen von 8,25 cm. Die Rillen sollten dabei 1,9 cm breit und 1,3 cm tief sein. Spaltenböden hingegen steigern das Risiko für Klauentraumata [Stöße, Risse...]" (Ostermann-Palz, 2019)
- "Nur ein rutschfester Untergrund ermöglicht den Tieren eine natürliche Bewegung. Der Gang eines Rindes ist unter optimalen Bedingungen eher raumgreifend und nicht zurückhaltend bis vorsichtig, wie es in vielen Fällen beobachtet werden kann. Ein übermäßiger Abrieb kann vor allem im Klauenspitzenbereich sehr schnell zum Freiliegen der Lederhaut und nachfolgend zu schwerwiegenden Problemen führen. Ungenügender Abrieb dagegen führt zu übermäßigem Längenwachstum, die Belastungsverhältnisse werden somit zum Ballen hin verändert. Glatte Laufflächen begünstigen zudem die Gefahr des Ausrutschens und behindern dadurch eine physiologische Bewegung der Tiere." (Fiedler A., Sekul W., 2020)

2.2 Grundlage des Versuches

Als Grundlage dieses Versuches diente ein ebenfalls von einem vorgängigen Agrotechnikerlehrgang durchgeführter Versuch. Dieser wurde im Mutterkuhstall am Strickhof in Wülflingen ZH durchgeführt. Dabei ging es darum, verschiedene Bodensanierungsmethoden auf deren Kosten-Nutzenverhältnis zu untersuchen und zu vergleichen (Jordi J., Wyss P., 2019). Ebenfalls wurde eine Fläche nicht bearbeitet und diente als Referenzvariante. Als Erhebungsparameter wurde die Schrittlänge der Tiere dokumentiert und ausgewertet. Dort war aber nicht genau ersichtlich, ob die Schrittlänge tatsächlich als aussagekräftiges Resultat gewertet werden kann oder nicht. Deshalb dient dieser Versuch hier unter anderem dazu, die Aussagekraft der Schrittlängen von Tieren der Rindviehgattung bezüglich der Bodenbeschaffenheit zu untermauern oder zu relativieren. Aufgrund dessen wurde nun eine ausführliche Untersuchung der Schrittlängen vor und nach der Bodensanierung durchgeführt.

Dass glatte Stallböden ein breit bekanntes Problem in der Landwirtschaft sind wird bereits klar, wenn man bei Google den Suchbegriff: "Glatter Stallboden sanieren" eingibt. Dort erscheinen ungefähr 1480 Ergebnisse in 0.54 Sekunden (Google, 2020). Dementsprechend gibt es auch viele unterschiedliche Verfahren, um Stallböden zu sanieren und wieder trittsicher zu machen. In diesem Versuch wird das System Deep Grove, welches ursprünglich von dem Klauenpflegespezialisten Professor Karl Bürgi entwickelt wurde, untersucht.

3 Vorgehen, Methodik

3.1 Vorgehen

Als erstes wurde ein Versuchsbetrieb benötigt. Dafür wurde den Autoren unter anderem am Strickhof Milchviehtag eine Plattform gewährt, bei der sie Werbung für ihr Vorhaben machen konnten – jedoch ohne Erfolg. Anfang April 2020 meldete sich jedoch Michael Lauener, welcher ein Jungviehaufzuchtbetrieb in Bichelsee ZH betreibt, bei der Firma Bürgi.ch AG. Dieser hatte ein sehr rutschiger Stallboden und er war auch bereit als Versuchsbetrieb zu fungieren. Anschliessend wurden dort an mehreren Tagen Videoaufnahmen im Gesamtumfang von ca. 3h vom Gehverhalten der Rinder aufgezeichnet. Am 17.04.2020 wurden dann die Deep Grove Rillen, welche im folgenden Kapitel 3.2 Deep Grove ausführlich beschrieben werden in den Beton gefräst. Abschliessend wurden wiederum Videoaufnahmen vom Gehverhalten der Rinder im Umfang von ca. 3h von derselben Perspektive aus aufgezeichnet.

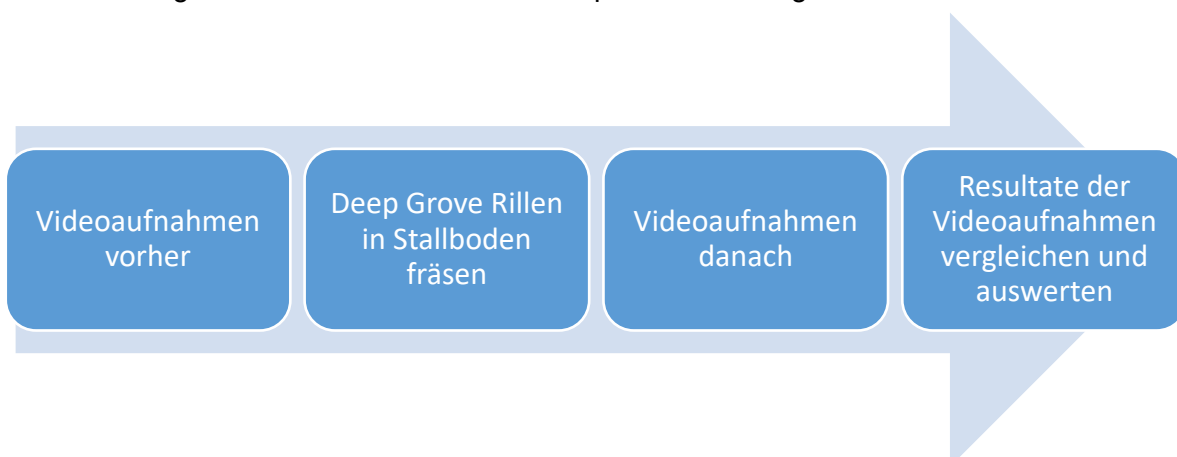


Abbildung 2; Prozessablauf der Versuchsdurchführung grob dargestellt

3.2 Deep Grove

Das System DeepGrove wurde von Professor Karl Bürgi und Dr. Nigel Cook im Jahre 2003 entdeckt. Sie entwickelten das System basierend auf ihren eigenen Versuchen und Erfahrungen weiter. Es zeigte sich, dass umso breiter die Rillenabstände sind, die Tiere bis an die Rille heran rutschten. Durch diesen längeren Rutschweg nahm die Geschwindigkeit des Ausrutschers zu und führte dazu, dass sich einige Tiere schwerwiegend verletzten. Karl Bürgi sprach von Tieren, die aufgrund eines kleinen Ausrutschers eine Fraktur an den Beinen erlitten. Demnach verringerte Karl Bürgi und Dr. Nigel Cook den Abstand zwischen den Rillen auf etwa einen Schuhabstand. Sie waren von den Resultaten sofort überzeugt. Durch den Rillenabstand von 6.4 cm steht jederzeit eine Klaue auf der Rille, was dem Rind das nötige Vertrauen gibt und dafür sorgt, dass es sich sicher fühlt. Die Tiefe der Rille von 1 cm (siehe Abbildung 3) begründet Karl Bürgi so: "Durch die tiefen Rillen kann auch nach Antrocknen des Mistes, ein sicherer und rutschfester Untergrund garantiert werden, denn das Tier steht auf den Mist und drückt ihn in die tiefen Rillen hinein. Durch dies steht die Klaue jederzeit auf der scharfen Kante des DeepGrove Systems." (Bürgi, DeepGrove Befragung, 2020) Das System hebt sich laut den Entwicklern vor allem durch die Langlebigkeit von den anderen Bodenbearbeitungssystemen ab. Es wird von einer Lebenszeit von über 25 Jahren gesprochen.



Abbildung 3; Messung der Rille (Quelle: Jonas Bürgi)

Das System wird mittels Betonfräse, wie in Abbildung 4 zu sehen ist in den harten Beton hineingefräst. Auch kann das System mittels einer Talouche direkt in den nassen beton hineingezogen werden. Einzig ist der Nachteil von letzterem genannten ist, dass die Kanten nicht so scharf werden, wie wenn sie hineingefräst werden. Dadurch entstehen ein hoher Klauenabrieb und eine leicht niedrigere Rutschfestigkeit. (Bürgi, DeepGrove Befragung, 2020)



Abbildung 4; TrakRite Fräsmaschine im Einsatz (Quelle: Jonas Bürgi)

3.3 Auswertungen

Die Auswertungen der Schrittlängen wurden mit der Software Utilus fairplay 5 durchgeführt. Dies ist eine speziell für diesen Versuch konzipierte Software und musste über die virtuelle Arbeitsplattform des Strickhofs aufgerufen werden. Aufgrund dessen mussten auch die Video-dateien dort hochgeladen werden.

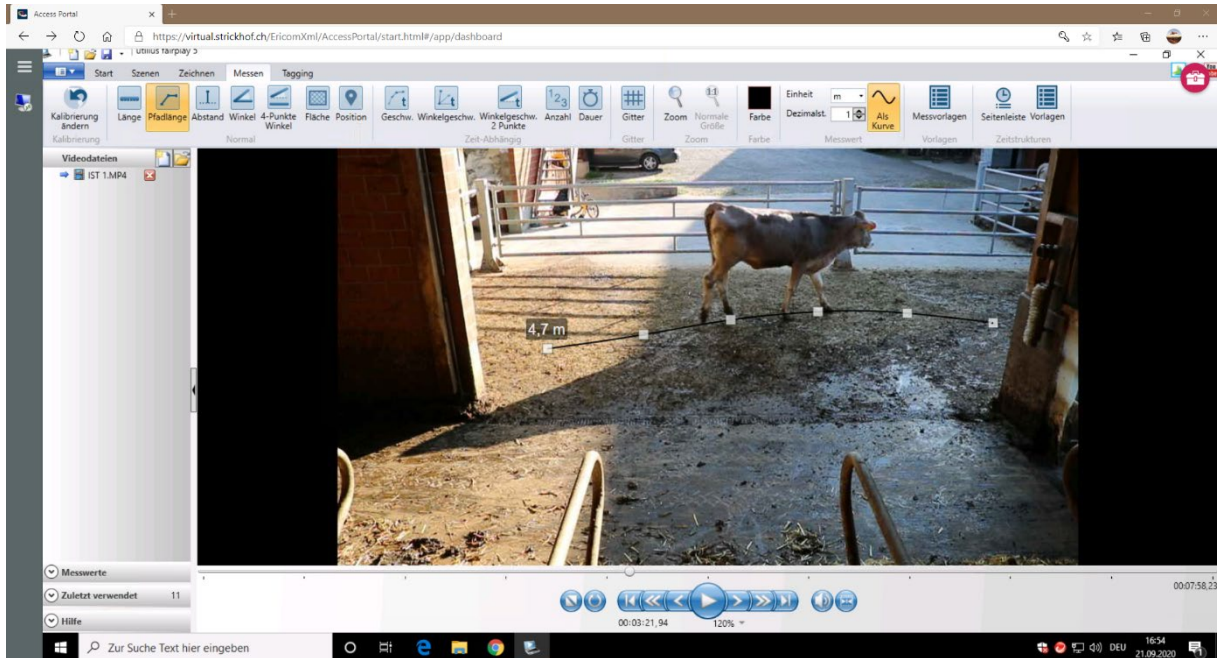


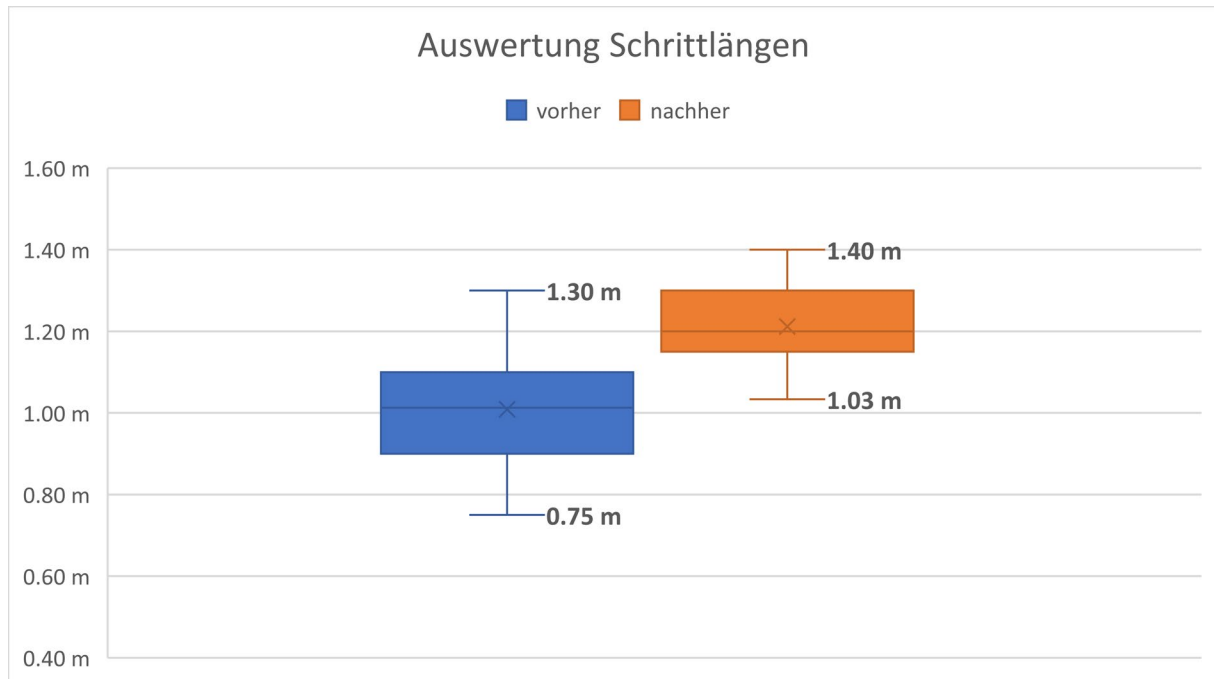
Abbildung 5; Screenshot der Utilus Software 5 während der Datenauswertung

Bei diesem Programm kann pro Schritt ein Markierungspunkt gesetzt werden. Gemessen wurde nach einem Anlaufschritt eines der beiden Hinterbeine vom einten Abstehen bis zum nächsten Aufstandspunkt. Alle hier beschriebenen Masse beziehen sich deshalb auf diese Länge. Anschliessend wird einem die Gesamtpfadlänge angezeigt, welche abschliessend durch Anzahl Schritte im Excel dividiert wurde.

4 Ergebnisse

4.1 Schrittlängen

Zwischen den beiden Ergebnissen konnte ein hochsignifikanter Unterschied festgestellt werden ($p=1.329E-13$). Die Schrittlängen der untersuchten Herde konnten im Vergleich von der Situation vorher zur Situation nachher verlängert werden, wie die folgende Kastengrafik aufzeigt:

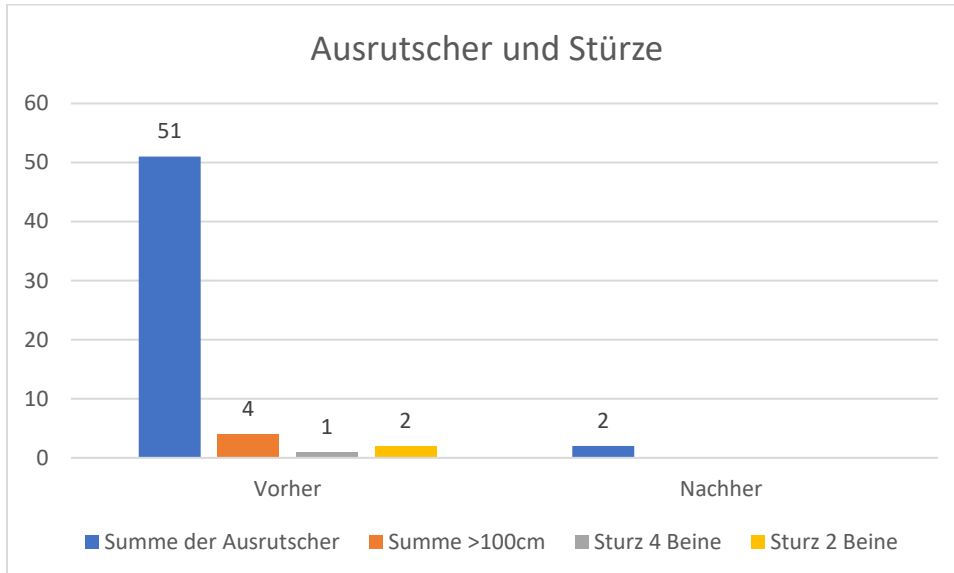


Grafik 1; Auswertungen der Schrittlängen der Situation vorher und nachher

Gesamthafte konnte der Mittelwert von 1.01m auf 1.21m erhöht werden. Weiter konnte die Differenz des Minimal- und Maximalwertes (Spannweite) der Situation vorher im Gegensatz zu der Situation nachher von 55cm auf 37cm gesenkt werden.

4.2 Ausrutscher/Stürze

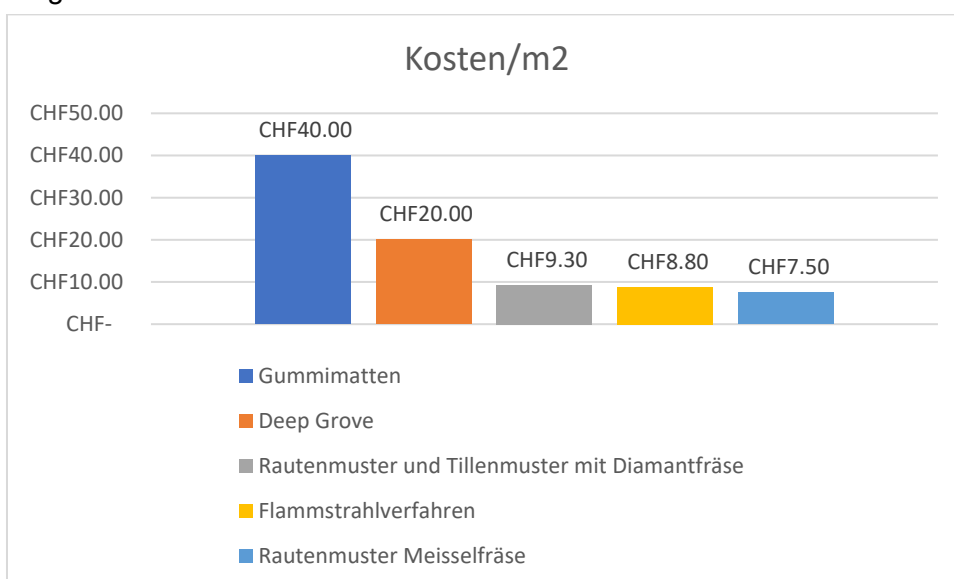
Zusätzlich wurden in diesem Versuch auch die Unterschiede von Ausrutschern und Stürzen unter die Lupe genommen. Auch dort konnten grosse Unterschiede festgestellt werden, was auch so zu erwarten war, da dies der Sinn und Zweck von einer Boden sanierung ist und in folgender Grafik ersichtlich wird:



Grafik 2: Auswertungen der Stürze und Ausrutscher der Situation vorher und nachher

4.3 Kosten

Die Kosten des angewendeten Verfahrens Deep Grove belaufen sich auf CHF 20.-/m² plus eine Anfahrtsentschädigung. Verglichen mit den Kosten der im vorgängigen Versuch der beiden Agrotechnikerstudenten Julius Jordi und Patrick Wyss analysierten Verfahren ist die Methode Deep Grove die zweitteuerste, wie in Grafik 3 ersichtlich ist. Jedoch wurde die Langlebigkeit der Verfahren nicht untersucht, somit sind diese Kosten nur am Tag der Anwendung vergleichbar.



Grafik 3: Vergleich der Kosten von Deep Grove (Daten: Jordi J., Wyss P., 2019)

5 Diskussion

Die Hypothese, "Die Bodenbeschaffenheit hat Einfluss auf die Schrittlänge" konnte deutlich belegt werden. Ebenfalls wurde die Spannweite vom Minimal- zum Maximalwert um 18cm reduziert. Daraus kann gefolgert werden, dass sich die Tiere nach der Sanierung sicherer und konstanter bewegten. Dieser Unterschied war bereits von blossem Auge sichtbar und konnte durch die Untersuchungen belegt werden. Durch dieses Resultat konnte auch die Hypothese, dass die Schrittlänge und die Bodenbeschaffenheit einen Zusammenhang haben belegt werden. Dieser Fakt ist nun auch bestätigend für den in diesem Bericht mehrfach zitierten Versuch am Strickhof in Wülflingen ZH.

Was bereits im Vorhinein erwartet wurde war, dass sich die Anzahl der Ausrutscher und Stürze deutlich reduzieren werden, da ansonsten eine Bodensanierung absolut keinen Sinn gemacht hätte und die Kosten keineswegs gerechtfertigt gewesen wären. Das Resultat der Untersuchung war schlussendlich viel deutlicher, als dies erwartet wurde. Dies liegt auch daran, dass bei der Analyse davor der Boden relativ rutschig war, was sich wie erwartet durch unsicheres Laufverhalten der Tiere geäußert hat. Unter diesen Bedingungen wäre wahrscheinlich jedes System sehr gut dagestanden. Daher ist die Aussagekraft dieses Versuchsergebnisses etwas zu relativieren.

Immer ein wichtiges Entscheidungskriterium für oder gegen ein Verfahren sind die Kosten. Die Methode Deep Grove ist verglichen mit den anderen ausgewerteten Verfahren die zweit teuerste pro m², jedoch genau halb so teuer wie die Gummimatten. Der langfristige Vorteil des Deep Grove Verfahrens liegt aber sicher auf der Hand, was der Entwickler Professor Karl Bürgi aufgrund von zahlreichen Erfahrungen bestätigen kann:

"In all den Jahren, in denen ich Klauen geschnitten und Lähmungen konsultiert habe, habe ich nie zufriedenstellende Betonböden mit 1.3cm Rillen gesehen. Normalerweise gab es immer Probleme mit ausschlipfenden Kühen oder höherem Vorkommen von gewissen Lähmungen und auch Verletzungen." (Bürgi, 2020)

"Heutzutage werden alle neuen Milchviehställe im mittleren Teil der USA und auf der ganzen Welt auf diese neue Weise gefertigt. Einige der Ställe sind nun bereits über 10 Jahre alt und die Traktion ist immer noch sehr gut. In dieser Zeit wurden alle neuen Böden mit Rillenwerkzeugen gefertigt. Heutzutage haben wir auch eine Maschine (die TR300), welche die Rillen in diesem Profil schneidet, was uns dieselben erfolgreichen Resultate liefert." (Bürgi, 2020)

Aus diesem Grund können auch die vergleichsweise hohen Kosten pro Quadratmeter relativiert werden, wenn man als Gegenbeispiel das Flammstrahlverfahren anschaut, welches aus dieser Sicht ein doch eher kurzfristigen Erfolg bringt, aber langfristig in gewissen Zeitintervallen wiederholt werden muss.

6 Schlussfolgerungen, Handlungsempfehlung

Grundsätzlich kann als Schlussfolgerung festgehalten werden, dass sich eine Bodensanierung mit der Deep Grove Methode durchaus rechtfertigt. Sie garantiert einen langfristigen Erfolg und kann verglichen mit den weit verbreiteten Gummimatten als kostengünstigere Variante bezeichnet werden. Dies liegt aber immer im Entscheidungsermessen des jeweiligen Landwirten und ist sicher auch sehr Situationsabhängig.

Für zukünftige Versuche kann nun aber die Schrittlänge als sicherer Erhebungsparameter verwendet werden, da nun belegt werden kann, dass die Schrittlänge durch die Bodenbeschaffenheit beeinflusst wird.

Die Stürze und Ausrutscher der Tiere des Versuchsbetriebes sind etwas krass ausgefallen. Daher würde das Versuchsteam eine Bodensanierung schon grundsätzlich, und für den Versuchsstandort zu einem früheren Zeitpunkt, empfehlen.

Interessant wäre sicher auch, wenn derselbe Versuch am selben Standort mit ähnlichen Aufzuchttrindern in etwa fünf Jahren noch einmal durchgeführt werden würde, damit man auch ein langfristiges Ergebnis hätte und dieser Versuchsdurchführung hier ebenfalls mehr oder weniger an Aussagekraft verleihen könnte.

Die Software Utilus fairplay 5 an und für sich kann für zukünftige Versuche sicher weiterempfohlen werden. Ein grosses Problem bei der Versuchsauswertung war aber, dass mit der virtuellen Arbeitsplattform des Strickhofs gearbeitet wurde, weil die Software nicht ausgehändigt werden konnte. Diese lief zeitweise sehr langsam und stockend. Dazu kam, dass diesbezüglich die Informatikabteilung darauf angesprochen sehr unkooperativ reagierte. Dies wäre sicher ein Verbesserungspunkt für zukünftige Versuche.

Über den gesamten Versuch kann aber ein positives Fazit gezogen werden und es konnten viele neuen und lehrreiche Erkenntnisse daraus gewonnen werden.

VI. Literaturverzeichnis

- Bürgi, K. (3. Dezember 2020). Langzeiterfahrungen Deep Grove. (J. Bürgi, Interviewer)
- Dr. Andrea Fiedler, W. S. (2020). Alterung und Sanierung von Stallböden. München.
- Google. (26. November 2020). *Google Suche*. Abgerufen am 26. November 2020 von https://www.google.ch/search?sxsrf=ALeKk02Lo_ZyCco39lwk0XckW4dzUcf9Xg%3A1606377831121&ei=Z2G_X4WHB8fjsAfSzpnoAQ&q=glatter+stallboden+sanieren&oq=glatter+stallboden+sanieren&gs
- Julius Jordi, P. W. (2019). Versuch über die Verbesserung des Laufverhaltens bei Kühen mit verschiedenen Bodenbearbeitungsmassnahmen. Lindau: Strickhof.
- Matthias Schick, J. M. (2019). schaffhauserbauer.ch. Abgerufen am 25. November 2020 von https://static1.squarespace.com/static/5a5f2696f43b5529a5e8b7d3/t/5d96498e16855438679e64ee/1570130322842/07_2019_Stallbodensanierung_hugs.pdf
- Ostermann-Palz, B. (24. Januar 2019). *Elite Magazin*. Abgerufen am 25. November 2020 von <https://www.elite-magazin.de/news/nachrichten/lahmheiten-ursachen-schnell-beheben-12959.html>
- Ruthner, J. (2020). *stallboden-sanierung.at*. Abgerufen am 25. Novemeber 2020 von <https://www.stallboden-sanierung.at/#Informationen>