

Diplomarbeit

Auswirkungen einer Kühl- und Befeuchtungsanlage im Fressbereich eines Milchviehstalles

Josef Katzensteiner, Jakob Dietrich

Schule

HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Schulart

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft

Fachrichtung/Ausbildungsschwerpunkt

Umwelt- und Ressourcenmanagement

Titel der Diplomarbeit

Auswirkungen einer Kühl- und Befeuchtungsanlage im Fressbereich eines
Milchviehstalles

Verfasser/innen

Josef Katzensteiner, Jakob Dietrich

Betreuer/innen

Ing. Irene Mösenbacher-Molterer

Projektpartner/innen

Milchviehbetrieb Peter Neuper, 8983 Bad Mitterndorf Nr. 21

DeLaval Österreich, Hr. Johann Grassauer, Kirchenstraße 18, 5301 Eugendorf

DeLaval Deutschland, Fr. Annkathrin Meenken, Wilhelm-Bergner-Str. 5, 21509 Glinde-
Deutschland

Verfasst im

April 2021

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorgelegte Diplomarbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche erkenntlich gemacht habe. Weiters stimme ich zu, dass die Inhalte der Arbeit von den Betreuern der Diplomarbeit und von der HBLFA Raumberg-Gumpenstein für Publikationen und Vorträge uneingeschränkt verwendet werden dürfen.

Raumberg-Gumpenstein, am 10. April 2021

.....
Josef Katzensteiner

.....
Jakob Dietrich

Vorwort und Danksagung

Mein Klassenkollege Jakob Dietrich und ich, Josef Katzensteiner, haben uns dazu entschlossen, unsere Diplomarbeit gemeinsam zu schreiben. Für die Themenstellung haben wir uns an Herrn Dr. Johann Gasteiner, Direktorstellvertreter und Leiter der Forschung gewandt, welcher freundlicherweise unsere Anfrage in die Forschung weitergeleitet hat, woraufhin uns verschiedene Themen vorgestellt wurden.

Wir haben uns für den Versuch mit Frau Ing. Irene Mösenbacher-Molterer über ein neu am Markt erschienenen Kühlsystem für Milchviehställe festgelegt. Entschieden dafür haben wir uns, da sich dieses Thema sehr umfangreich dargestellt hat und es in den folgenden Jahren mit voraussichtlich vermehrten Hitzeperioden zu rechnen ist.

Großer Dank geht an unsere Betreuerin Frau Ing. Irene Mösenbacher-Molterer. Die Kommunikation und Absprache konnte leider Corona-bedingt größtenteils nur digital abgehalten werden, dankenswerterweise konnten wir jedoch viele Daten und Ergebnisse ihrer Versuche miteinbeziehen und in unserer Diplomarbeit verwenden. Weiters danken wir Herrn Mag. Christian Fritz, welcher die Datenauswertung unterstützte und uns bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung der Anlage zur Seite stand. Die HBLFA Raumberg-Gumpenstein stellte uns ebenso die Messtechnik wie Datenlogger, Videokameras, usw. zur Verfügung.

Dank und Anerkennung geht an Familie Neuper in Bad Mitterndorf, welche ihren Stall zu Versuchszwecken zur Verfügung stellte und an die Firma DeLaval für die gesamte Technik und das Know-how.

Josef Katzensteiner & Jakob Dietrich

Zusammenfassung

Die Diplomarbeit „Auswirkungen einer Kühl- und Befeuchtungsanlage im Fressbereich eines Milchviehstalles“ bearbeitet verschiedene Fragestellungen über ein neu am Markt erschienenenes Cow Cooling System der Firma DeLaval. Dieses verbindet eine aktive Befeuchtung der Kühe durch wasserführende Düsen mit einem anschließenden Abtrocknen und Kühlen durch Ventilatoren in Längsachse des Fressbereiches. Die Aktivierung der Anlage wird von einem Sensor, der den THI-Wert im Stallgebäude misst, sowie einer Lichtschranke am Fressgitter gesteuert, um das System nur zu aktivieren, wenn ein Tier den Fressbereich betritt, um so die Betriebskosten gering zu halten.

Der Versuch fand im Milchviehstall der Familie Neuper in Bad Mitterndorf statt. Die Messtechnik wurde von der HBLFA Raumberg-Gumpenstein zur Verfügung gestellt. Die gewonnenen Ergebnisse sollen die Wirksamkeit und folglich die Wirtschaftlichkeit der Anlage überprüfen, damit sich Landwirte einen Überblick vor Investition verschaffen können.

Nach Auswertung der Versuchsdaten konnte festgestellt werden, dass Leistungsdepressionen aufgrund der Hitze im Stall effektiv verringert werden und somit die Milchmenge konstant gehalten und die Vitalität der Tiere verbessert werden konnte.

Wirtschaftlich gesehen ist das System bei einer Abschreibung von 7 Jahren unter Berücksichtigung aller Gesamtkosten je Kuhplatz und Jahr von unter 40 Euro als rentabel anzusehen.

Generell ist darauf zu achten, dass ein Gesamtkonzept im Stall installiert ist:

Der gesamte Stall sollte mit Fokus einer Kühlung der Liegeboxen mit Ventilatoren ausgestattet sein, da die Tiere ansonsten an heißen Tagen ausschließlich am Fressgang stehen und sich durch das Cow Cooling System kühlen lassen.

Summary

Effects of a cooling and humidification system in the feeding area of a dairy cattle housing

The diploma thesis "Effects of a cooling and humidification system in the feeding area of a dairy cattle housing" deals with various questions about a newly published cow cooling system from DeLaval. This combines an active moisturization of the cows by water-carrying nozzles with a subsequent drying and cooling by fans in longitudinal axis of the feeding area. The activation of the system is controlled by a sensor that measures the THI in the barn building and a light barrier on the feeding grid, thus activating when an animal enters the feeding area, this keeps the operating costs low.

The experiment took place on the dairy farm of the Neuper family in Bad Mitterndorf. The measuring technology was provided by HBLFA Raumberg-Gumpenstein. The results obtained should check the effectiveness and, consequently, the economic viability of the system, so that farmers can get an overview before investing.

After evaluating the experimental data, it was found that cow performance losses were effectively reduced due to the climate control in the barn and thus the milk quantity could be kept constant, and the vitality of the animals improved.

From an economic point of view, the system should be profitable after seven years of use, considering the cost-of under 40EUR per cow.

In general, care must be taken to ensure that the stable is built with an overarching cooling concept:

The entire barn should be designed with a cooling system, such as fans, also in the focus the cubicles, otherwise the animals stand exclusively at the feeding fence on hot days and can be cooled by cow cooling system.

Inhaltsverzeichnis

Eidesstattliche Erklärung.....	III
Vorwort und Danksagung.....	V
Zusammenfassung.....	VI
Summary	VII
Inhaltsverzeichnis.....	VIII
Verzeichnis der Abbildungen und Tabellen.....	X
1 Einleitung und Stand des Wissens	1
1.1 Was ist Hitzestress?.....	1
1.2 Anzeichen und Auswirkungen von Hitzestress.....	1
1.3 Temperatur-Humiditätsindex.....	2
1.4 Möglichkeiten zur Reduktion von Hitzestress.....	4
1.4.1 Ventilatoren.....	5
1.4.1.1 Axialventilatoren.....	5
1.4.1.2 Horizontalventilatoren.....	6
1.4.2 Wasserkühlung	6
2 Fragestellungen und Ziele	8
3 Material und Methoden.....	9
3.1 Das Stallgebäude	9
3.2 Herde.....	11
3.3 Fütterung.....	11
3.4 Kuhgruppen	12
3.5 DeLaval Cow Cooling System.....	14
3.6 Messtechnik	14
3.6.1 Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit	14
3.6.2 Infrarot-Thermografie	16
3.6.3 Leistungsdaten.....	16
3.6.4 Wasser- und Stromverbrauch.....	16
3.6.5 Ethologie.....	17

3.7 Versuchsaufbau	18
4 Ergebnisse und Diskussion	19
4.1 Klimadaten	19
4.2 Laufzeiten, Strom und Wasserverbrauch	20
4.2.1 Laufzeiten	20
4.2.2 Stromverbrauch.....	21
4.2.3 Wasserverbrauch.....	21
4.3 Videoauswertung	22
4.4 Infrarot-Thermografie	24
4.5 Leistungsvergleich	25
4.6 Wirtschaftlichkeit	29
5 Schlussfolgerungen und Ausblick.....	32
6 Literaturverzeichnis.....	33
7 Anhang	34

Verzeichnis der Abbildungen und Tabellen

Abbildungen

Abbildung 1 Hitzestress bei Milchkühen in Abhängigkeit von Temperatur und relativer Luftfeuchte, Quelle: ZIMBELMANN et.al. (2003).....	3
Abbildung 2 Axialventilator, Quelle: HBLFA Raumberg-Gumpenstein (2017).....	5
Abbildung 3 Wirkprinzip eines Horizontalventilators, Quelle: ZENTNER (2017)	6
Abbildung 4 Wasserzerstäuber, Quelle: ZENTNER (2017)	7
Abbildung 5 Überblick über das Stallgebäude, Quelle: KATZENSTEINER (2020)	10
Abbildung 6 Testo mini-Datenlogger 175-H1, Quelle: Testo Österreich (2021)	15
Abbildung 7 Wärmebildkamera, Quelle: FLIR Systems (2021).....	16
Abbildung 8 Wasseruhr Ditech, Quelle: KATZENSTEINER (2020).....	17
Abbildung 9 Stromzähler Eltako, Quelle: KATZENSTEINER (2020).....	17
Abbildung 10 Temperaturmittel über den Versuchszeitraum in °C, Quelle: DIETRICH (2021)	19
Abbildung 11 Temperaturvergleich Außen und Futtertisch in °C, Quelle: DIETRICH (2021)	20
Abbildung 12 Videoauswertung 12:00-12:45 Uhr, 09.08.2020	22
Abbildung 13 Auswertung der Kameraaufnahmen, Quelle: HBLFA Raumberg-Gumpenstein (2020)	23
Abbildung 14 Videoauswertung 15:30-16:00 Uhr, 09.08.2020	23
Abbildung 15 Infrarot-Thermografie, Quelle: KATZENSTEINER (2020).....	24

Abbildung 16 Vergleich von Leistung, Aktivität und Temperatur – Gruppe 1, Quelle: KATZENSTEINER (2021)	25
Abbildung 17 Vergleich von Leistung, Aktivität und Temperatur – Gruppe 2, Quelle: KATZENSTEINER (2021)	26
Abbildung 18 Vergleich von Leistung, Aktivität und Temperatur – Gruppe 3, Quelle: KATZENSTEINER (2021)	27
Abbildung 19 Vergleich von Leistung, Aktivität und Temperatur – Gruppe 4, Quelle: KATZENSTEINER (2021)	28
Abbildung 20 Aufschlüsselung der jährlichen Kosten	29
Abbildung 21 Erlöse durch Leistungssteigerung vs. Jahreskosten.....	30
Abbildung 22 Erlöse durch Leistungssteigerung vs. Jahreskosten pro Kuhplatz	31
Abbildung 23 Stallgebäude von innen mit Blick auf den Futtertisch, Quelle: HBLFA Raumberg-Gumpenstein (2020).....	34
Abbildung 24 Stallgebäude von innen, Liegeboxen Stallmitte doppelständig, Quelle: HBLFA Raumberg-Gumpenstein (2020)	34
Abbildung 25 Stallgebäude von innen, Liegeboxen links wandständig, Quelle: HBLFA Raumberg-Gumpenstein (2020).....	35

Tabellen

Tabelle 1 Mischration Betrieb Neuper, Sommer 2020	12
Tabelle 2 Einteilung der Kühe in die vier Versuchsgruppen	13
Tabelle 3 Messorte der eingesetzten Datenlogger	15
Tabelle 4 Laufzeiten der Anlage	20
Tabelle 5 Stromverbrauch der Cow Cooling Zonen	21

Abkürzungsverzeichnis

°C	Grad Celsius
ct	Cent
etc.	et cetera
h	Stunde
kW	Kilowatt
l/min	Liter pro Minute
m/s	Meter pro Sekunde
Max	Maximum
Min	Minimum
s.	siehe
sek.	Sekunden
Temp.	Temperatur
THI	Temperatur-Humiditätsindex
TMR	Totale Mischration
usw.	und so weiter
vgl.	vergleiche
z.B.	zum Beispiel

1 Einleitung und Stand des Wissens

1.1 Was ist Hitzestress?

Um Rindern eine optimale Leistungsfähigkeit und einen guten Gesundheitsstatus zu ermöglichen, sollte die Umgebungstemperatur im Stall zwischen 7°C und 17°C liegen. Dies hingegen ist in Zeiten wie diesen schwerer zu erreichen, da die Sommermonate immer heißer und so auch für die Rinder immer mehr zur Belastung werden. Das kann zu einem Leistungsabfall sowie dem vermehrten Auftreten von Krankheiten und Fruchtbarkeitsstörungen in den Sommermonaten führen (vgl. SEEBACHER, 2016).

Durch die enormen Stoffwechselfvorgänge in der Kuh entstehen große Mengen an Wärme und Wasserdampf, welche bei erhöhter Stalltemperatur nicht mehr in ausreichendem Maß an die Umwelt abgegeben werden können – dies führt zum sogenannten Hitzestress. Hierbei ist nicht nur die Temperatur alleine verantwortlich, sondern auch die relative Luftfeuchtigkeit, welche im Stall herrscht, hat Auswirkungen auf das Tierwohl. Überschreitet die Stalltemperatur über längere Zeit die Optimalwerte (Hitzestress beginnt ab 22°C) und ist zeitgleich die relative Luftfeuchtigkeit zu hoch, kommt es zu tropenähnlichen Zuständen – das wiederum ist eine zusätzliche Belastung für das Rind (vgl. SEEBACHER, 2016).

1.2 Anzeichen und Auswirkungen von Hitzestress

Ab einer Lufttemperatur von 26°C im Stall kommt es zu einer verringerten Futteraufnahme von ungefähr 5%. Dieser Wert steigt bei zunehmender Hitze (Temperatur von 35°C) um bis zu 20%. Des Weiteren führen diese Temperaturen zu einer immer größer werdenden Belastung für die Tiere und zu gesundheitlichen Beschwerden.

Erste Anzeichen von beginnendem Hitzestress sind:

- erhöhte Körpertemperatur
- Atemfrequenz steigt

- Kühe drängen sich an die Tränke
- Tiere bevorzugen Orte mit frischer Luft
- Tiere stehen mehr als sonst

Auswirkungen des Hitzestresses:

- Milchleistung und Milchfettgehalt sinken
- Zellzahl steigt
- Fruchtbarkeit geht zurück, Trächtigkeitsrate sinkt
- Krankheiten treten vermehrt auf (Mastitis und Klauenrehe)

(vgl. SEEBACHER, 2016)

1.3 Temperatur-Humiditätsindex

Für die Bewertung der Auswirkungen von klimatischen Bedingungen auf das Tier wird der „Temperature Humidity Index“ (THI) eingesetzt. Eine Bewertung des Hitzestresses mittels THI wird vorrangig genutzt, um herdenbezogene Resultate zu erzielen.

Der THI gibt rechnerisch Auskunft über die Zusammenhänge zwischen der Temperatur im Stall sowie der relativen Luftfeuchtigkeit zur Beurteilung von Hitzestress im Milchviehstall. Um diesen Wert zu errechnen, wird die Nutzung einer einfachen Wetterstation (z.B. Hygrometer: kostengünstig erhältlich) empfohlen.

Es gibt verschiedene Formeln zur Berechnung des THI.

Im Rahmen der Diplomarbeit wurde eine im deutschen und österreichischen Raum häufig verwendete Formel nach MADER et.al. (2006) genutzt:

$$\text{THI} = (0,8 \times T_{\text{db}}) + [(RH/100) \times (T_{\text{db}} - 14,4)] + 46,4$$

mit T = Lufttemperatur [°C] Stall bzw. außen

RH = relative Luftfeuchtigkeit [%] Stall bzw. außen

Zur Beurteilung des THI auf den Tierbestand wird standardmäßig die THI-Index-Tabelle nach ZIMBELMANN und COLLIER (2003) verwendet.

Bei einem THI der größer oder gleich 68 ist, ist mit einem Beginn des Hitzestresses zu rechnen. Weiters wird die Futteraufnahme reduziert. Bei einem THI der größer oder gleich 72 ist, ist mit einer deutlichen Belastung zu rechnen. Dies führt zu einem Leistungsverlust und zu Anzeichen von Hitzestress. Bei einem THI der größer oder gleich 82 ist, befindet sich das Rind im deutlichen Hitzestress mit akuten Symptomen (vgl. MÖSENBACHER-MOLTERER et.al., 2019).

TH-Index nach Zimbelmann und Collier 2003	Luftfeuchtigkeit [rel %]																
	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
16	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	61	61	61	61
17	61	61	61	61	61	61	61	61	62	62	62	62	62	62	62	62	63
18	62	62	62	62	62	62	62	63	63	63	63	64	64	64	64	64	64
19	63	63	63	63	63	64	64	64	64	65	65	65	65	66	66	66	66
20	64	64	64	64	65	65	65	65	66	66	66	67	67	67	67	68	68
21	65	65	65	66	66	66	67	67	67	67	68	68	68	69	69	69	70
22	66	66	66	67	67	67	68	68	69	69	69	70	70	70	71	71	72
23	67	67	67	68	68	69	69	70	70	70	71	71	72	72	73	73	73
24	68	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75
25	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75	76	76	77
26	70	70	71	71	72	72	73	74	74	75	75	76	76	77	78	78	79
27	71	71	72	72	73	74	74	75	76	76	77	77	78	79	79	80	81
28	72	72	73	74	74	75	76	76	77	78	78	79	80	80	81	82	82
29	73	73	74	75	75	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	83	84
30	74	74	75	76	77	77	78	79	80	81	81	82	83	84	84	85	86
31	75	75	76	77	78	79	80	80	81	82	83	84	84	85	86	87	88
32	76	76	77	78	79	80	81	82	83	83	84	85	86	87	88	89	90
33	77	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	90	91
34	78	79	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93
35	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
36	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	94	95	96	97
37	81	82	83	84	85	86	87	88	90	91	92	93	94	95	96	97	99
38	82	83	84	85	86	87	89	90	91	92	93	95	96	97	98	99	100

kein Hitzestress milder Hitzestress mäßiger Hitzestress starker Hitzestress Gefahr

Auswirkungen auf die Milchkuh:

THI	Stressniveau	Symptome
unter 68	kein Hitzestress	
69 - 71	milder Hitzestress	- Aufsuchen von Schattenplätzen - Erhöhte Atmungsrate - Erweiterung der Blutgefäße - Erste Auswirkung auf die Milchleistung
72 - 79	mäßiger Hitzestress	- Erhöhte Speichelproduktion - Erhöhte Atmungsrate - Erhöhte Herzfrequenz - Rückgang der Futteraufnahme - Erhöhte Wasseraufnahme - Rückgang der Milchproduktion - Rückgang der Fruchtbarkeit
80 - 89	starker Hitzestress	- Unwohlsein auf Grund der ansteigenden Symptome
Über 90	Gefahr	Todesfälle können auftreten

Abbildung 1 Hitzestress bei Milchkuhen in Abhängigkeit von Temperatur und relativer Luftfeuchte, Quelle: ZIMBELMANN et.al. (2003)

1.4 Möglichkeiten zur Reduktion von Hitzestress

Grundsätzlich gibt es mehrere Möglichkeiten zur Reduktion von Hitzestress.

Bei kombinierter Stall-/Weidehaltung wird den Tieren untertags Weidegang angeboten, wobei entsprechend der klimatischen Bedingungen ausreichend Schattenplätze vorhanden sein sollten. Während starker Hitzephasen ist die Weidezeit auf die Morgen- oder frühen Abendstunden zu verlegen. Weiters ist darauf achten, dass genügend Tränken mit ausreichender Menge und Qualität an Wasser vorhanden sind.

Die Richtwerte dabei sind: eine Tränke sollte für maximal 15 Tiere verwendet werden. Hierbei sollte aber auch auf die Durchflussmenge geachtet werden, die bei 20l/min liegen sollte. Stationäre Tränkebecken sollten ein Fassungsvermögen von zumindest 50 Litern aufweisen, der Zufluss bei 30l/min liegen. Das alles sind simple Maßnahmen, die man treffen kann.

Die Ställe, die heutzutage gebaut werden, sind vorwiegend Außenklimaställe, welche offen konstruiert sind, um entsprechend den tierphysiologischen Anforderungen die Temperaturen im Stall den Außenbedingungen anzupassen. Hierbei kann man zur Abfederung von Hitzeperioden auf weitere Hilfsmittel zurückgreifen und Ventilatoren einbauen, die im gesamten Stall für eine bessere Luftzirkulation sowie eine Kühlung der Tiere sorgen. Die Anordnung der Ventilatoren hat nach einem vorgegebenen Schema zu erfolgen.

Es kommen aber nicht nur Ventilatoren zum Einsatz: man kann auch eine Wasserkühlung einbauen – aber nur dort, wo es wirklich Sinn macht.

Beim Versprühen von Wasser ist eine Befeuchtung von Laufwegen oder der Liegeboxen zu verhindern. Der Einsatzbereich beginnt ab einer Temperatur von etwa 28°C sowie bis zu einer maximalen relativen Luftfeuchtigkeit von 80%, um tropisches Klima durch ungenügende Verdunstung im Stall zu verhindern.

Eine Berieselung mit Wasser kann im Bereich des Futtertisches oder im Vorwartehof erfolgen.

1.4.1 Ventilatoren

1.4.1.1 Axialventilatoren

Diese Ventilatoren werden in erster Linie über dem Liegebereich und nach Möglichkeit zusätzlich über dem Fressbereich angebracht. Die Idee dabei ist, frische Luft von außen (nordseitig) in den Stall zu bringen und warme und feuchte Abluft nach außen abzuführen. Ein weiterer positiver Effekt entsteht aufgrund einer verringerten Fliegenbelastung durch die erhöhte Luftbewegung (vgl. SCHLEICHER, 2008).

Wirksam werden derartige Ventilatoren ab einer Luftgeschwindigkeit von 2m/s – hier tritt der sogenannte „Wind-Chill-Effekt“ ein. Der Wind-Chill-Effekt unterscheidet die gemessene Temperatur von der gefühlten Temperatur. Diese Empfindung hängt im Wesentlichen von der Windgeschwindigkeit ab. Bei gleichen klimatischen Bedingungen führt erhöhte Luftbewegung im Vergleich nicht nur bei Tieren, sondern auch bei uns Menschen dazu, dass es gefühlt kälter ist. Einströmende Luft, z.B. durch Ventilatoren mit einer Windgeschwindigkeit größer 2m/s, empfinden Kühe durch die erhöhte Geschwindigkeit somit als kühlend, wodurch diese Art, Hitzestress zu bekämpfen, als besonders effektiv gilt.



Abbildung 2 Axialventilator, Quelle: HBLFA Raumberg-Gumpenstein (2017)

1.4.1.2 Horizontalventilatoren

Bei dieser Form der Ventilation ist es möglich, über sehr groß dimensionierte Ventilatoren (Durchmesser von 6-8m und mehr) einen Luftstrom senkrecht auf den Boden, sprich direkt in den Tierbereich, zu richten. Bei Horizontalventilatoren kann man mit einer niedrigeren Drehzahl den Energieverbrauch senken, dies führt unter anderem zu einer längeren Haltbarkeit (vgl. SCHLEICHER, 2008, 11). Problematisch bei dieser Art der Ventilation ist jedoch in vielen Fällen das Einbringen von sehr heißer Luft in den Tierbereich, in starker Abhängigkeit von der verwendeten Dachkonstruktion. Da unter ungedämmten Dächern an heißen Tagen Temperaturen bis zu 80°C entstehen können, ist von Horizontalventilatoren ausdrücklich abzuraten.

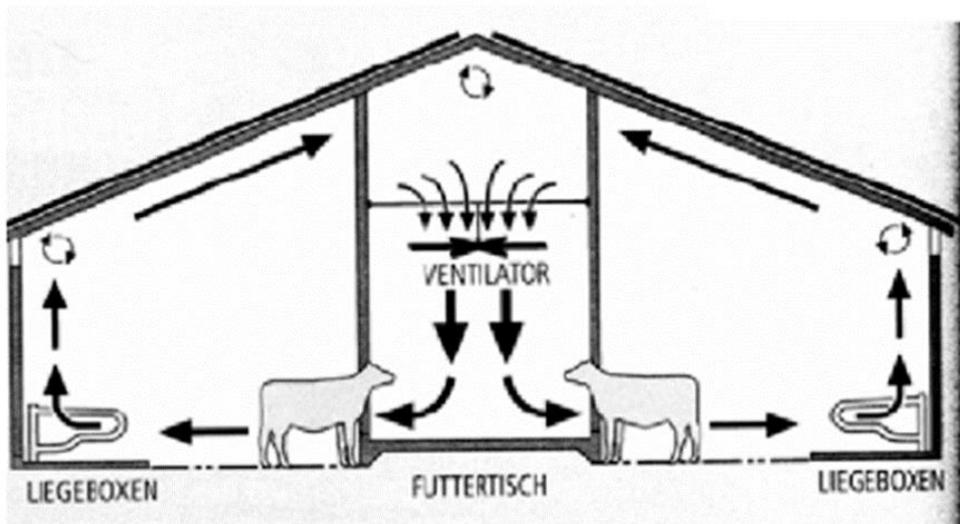


Abbildung 3 Wirkprinzip eines Horizontalventilators, Quelle: ZENTNER (2017)

1.4.2 Wasserkühlung

Eine effektive Lösung zur Kühlung entsteht durch das Versprühen von Wasser im Stall (Nieder-, Mittel- oder Hochdruckanlagen) oder durch Aufbereitung der eingebrachten Luft vor Eintritt in das Gebäude (Zuluftkonditionierung durch CoolPads, Kühltürme, etc., vgl. GEORGES, 2009). Durch Verdunstungskälte wird die Umgebungsluft gekühlt. Hierbei sollte man darauf achten, dass die feuchte Luft wieder aus dem Stall abgeführt wird, da Kühe durch die Erhöhung der Luftfeuchtigkeit und das Entstehen tropischen Klimas

schneller in Hitzestress geraten. Dies kann aus der THI-Abbildung herausgelesen werden. Hier ist es ratsam, die Tabelle des THI- Indexes heranzuziehen (vgl. SCHMID, 2006).



Abbildung 4 Wasserzerstäuber, Quelle: ZENTNER (2017)

2 Fragestellungen und Ziele

Die durch den Klimawandel verursachten Hitzeperioden häuften sich in den letzten Jahren. Dadurch gibt es in den heißen Sommermonaten oftmals mehrere Tage hintereinander, an denen die Tageshöchsttemperatur über 30°C steigt. Milchkühe verfallen durch zu hohe THI-Werte in Hitzestress, dies spiegelt sich vor allem in Leistungsdepressionen und unweigerlich in der Vitalität der Tiere wieder.

Um wirtschaftliche Einbußen für landwirtschaftliche Betriebe zu mindern, sollen geeignete Anlagen entwickelt werden, um den Hitzestress von Kühen zu minimieren. Dazu wurde in Kooperation mit der Firma DeLaval ein neuartiges Kühl- und Befeuchtungssystem getestet (DeLaval Cow Cooling).

Ziel der Diplomarbeit ist es, herauszufinden, ob das System die oben genannten Leistungsdepressionen effektiv verringern kann und so die Milchleistung konstant zu halten. Weiters wird beobachtet, wie die Tiere auf die Anlage reagieren und wie sie von ihnen angenommen wird. Das Funktionsprinzip des Cow Cooling Systems beruht darauf, die Körpertemperatur durch aktive Befeuchtung der Tiere und Ventilation zu senken und zeitgleich Leistungszunahmen sowie eine erhöhte Futteraufnahme zu ermöglichen.

Weiters wurde die Wirtschaftlichkeit beurteilt und die anfallenden Strom- und Wasserkosten ermittelt, um herauszufinden, ob die Investition in eine solche Anlage finanziell sinnvoll ist.

3 Material und Methoden

Bislang wurde nur die Wirkung von Ventilatoren als Kühlmöglichkeit in Ställen der Nutztierhaltung zur Verminderung von Hitzestress geprüft. Durch die Einzigartigkeit des österreichischen Klimas (gemäßigte Zone, alpiner Raum) ist ein Vergleich zu vorangegangenen Untersuchungen in Spanien sowie im Haus Düsse nötig. Relevant ist eine Einschätzung der einzusetzenden Technik (Versprühen von Wasser, Kühlung durch Ventilatoren) im Hinblick auf die Tiergesundheit und die Wirkungsweise verbunden mit vermuteten hohen Luftfeuchtigkeitsgehalten im Tierbereich, um tropisches Klima im Stall zu vermeiden. Ein Augenmerk wird auf die optimale Einstellung des Systems zu legen sein.

Das System ist speziell für den Einsatz in Milchviehställen entwickelt worden. Es setzt sich aus Sprinklern und Ventilatoren (DeLaval Stallventilator DDF1200 S) zusammen, welche im Fressbereich der Tiere montiert und mit Sensoren verbunden sind. Die Kühe können hierdurch eigenständig die Kühltechnik aktivieren, sobald der Fütterungsbereich betreten wird. Der Kühlungseffekt wird durch das Verdampfen von Wasser auf der Hautoberfläche der Kühe und einer aktiven Absenkung der Körpertemperatur erreicht.

Das System soll neben einer Verbesserung des Tierwohls den Wasser- und Energieverbrauch optimieren. Bis dato war man der Auffassung, dass nur Hochdruckanlagen (feinste Vernebelung von Wasser) und/oder der Einsatz von Ventilatoren zur Kühlung von Ställen (Absenkung der Lufttemperatur) vertretbar und geeignet sind. Dieses Konzept verfolgt einen differenten Weg und ist daher zu überprüfen. Die Tiere werden aktiv und großtropfig mit Wasser befeuchtet - hier ist vor allem der gesundheitliche Aspekt unter Rückschluss auf das vorherrschende Klima zu dokumentieren und allfällige Leistungsveränderungen festzuhalten.

3.1 Das Stallgebäude

Der Versuchsstall der Familie Neuper liegt in Bad Mitterndorf in der Steiermark. Es ist ein moderner Milchviehstall, welcher im Jahr 2017 neu erbaut wurde (s. *Abbildungen 23 bis 25*,

Anhang). Das Gebäude bietet Platz für 70 Milchkühe, diese können sich frei bewegen ohne einen geregelten Kuhverkehr. An der rechten Seite des Stalles ist ein Anbau, worin sich der Milchtank und dahinter ein Büro befinden. An der Frontseite gibt es zwei Abkalbe-/Krankenbuchten, welche mit Stroh eingestreut sind. Die neugeborenen Kälber sind ebenfalls im Milchviehstall untergebracht und werden anschließend in einem externen Stallgebäude großgezogen. Im vorderen Bereich der Laufgänge ist ein Melkroboter der Firma DeLaval installiert. Während des Melkvorganges bekommen die Tiere eine auf das jeweilige Tier angepasste Ration Kraftfutter, welche die Milchkühe auch zum Melken locken soll.

An der linken Stallseite befindet sich der Futtergang mit Futtertisch, dieser kann von beiden Seiten mit Traktor und Futtermischwagen befahren werden. Die Laufgänge sind mit Spaltenböden versehen, diese werden einmal pro Tag abgeschoben. Eine Liegeboxenreihe befindet sich wandständig an der rechten Stallseite und weitere zwei Reihen sind mittig der beiden Laufgänge angeordnet. Die Wände sind mittels durchgehender Fensterbänder offen gestaltet, um viel Licht und frische Luft in den Stall zu den Tieren zu bringen. Um Zugluft oder im Winter zu tiefen Temperaturen entgegen zu wirken, können die Fenster mit doppelwandigen Hohlwandprofilen (Schiebefenster) geschlossen werden. Weiters ist der Stall mit einem hochklappbaren Klauenpflegestand ausgerüstet.



Abbildung 5 Überblick über das Stallgebäude, Quelle: KATZENSTEINER (2020)

Bei höheren Temperaturen im Sommer helfen Ventilatoren der Firma DeLaval über den Liegeboxen den Tieren, den Hitzestress zu verringern, da ständig frische Luft im Stall zirkulieren kann. Diese wurden im Laufe des Versuchsdurchganges aufgrund der getroffenen Erkenntnisse nachträglich montiert (Montage und Inbetriebnahme Spätsommer 2020).

Im Umfeld des Stalles befinden sich die Kraftfuttersilos und die Siloanlage für Gras- und Maissilage sowie ein Siloballen-Lagerplatz.

3.2 Herde

Die Milchviehherde der Familie Neuper besteht aus Kühen der Rasse Fleckvieh. Die Tiere sind enthornt, um bei Rangkämpfen das Verletzungsrisiko zu minimieren und leichteres Durchkommen durch das Fressgitter zu ermöglichen.

Es befindet sich kein Stier in der Herde, die Kühe werden künstlich besamt.

Jedes der Tiere ist mit einem Halsband ausgestattet, an dem die Tiernummer und ein Transponder zur Tiererkennung im Melkroboter und zur Leistungsüberwachung angebracht sind.

3.3 Fütterung

Die Milchkühe bekommen als Futter eine Mischration, welche mit einem Futtermischwagen erstellt wird.

In der Ration enthalten sind Grassilage, Maissilage, Kraft- und Eiweißfuttermittel sowie Biertreber. Diese TMR wird jeden Morgen frisch zubereitet und den Tieren vorgelegt. Um den Tieren jederzeit den Zugang zum Futter zu ermöglichen, wird das Futter angeschoben. Weiters bekommen die Kühe während des Melkens im Melkroboter eine weitere kleine Ration Kraftfutter.

Tabelle 1 Mischration Betrieb Neuper, Sommer 2020

Futtermittel	Anteil in kg
Grassilage	2.100 kg
Maissilage	1.100 kg
Biertreber	360 kg
Kuhkorn Plus	180 kg
Kraftfutter 2,2:1	4 kg
Lagrosil	2 kg

3.4 Kuhgruppen

Bei der Aufnahme der Leistungsdaten wurden 16 Tiere genauer beobachtet, um die Auswirkung des DeLaval Cow Cooling Systems auf Milchleistung und das Fressverhalten zu ermitteln. Diese 16 Tiere waren in vier Gruppen zu je vier Tieren aufgeteilt. Die erste Gruppe beinhaltet Kühe, welche sich in der Phase ihrer ersten Laktation befanden. Für die zweite Gruppe wurden Tiere ausgewählt, die im Stalldurchschnitt der Milchleistung lagen. Gruppe drei wurden die Kühe mit der höchsten Milchleistung zugeteilt und die Tiere mit der niedrigsten Milchleistung befanden sich in Gruppe vier.

Tabelle 2 Einteilung der Kühe in die vier Versuchsgruppen

Tiernummer	Ohrmarkennummer	Gruppe	Nummer
4	040000070656468	1. Laktation	1
12	040000667592838	1. Laktation	1
33	040000070659768	1. Laktation	1
66	040000070692868	1. Laktation	1
8	040000341468328	Durchschnitt	2
20	040000386757929	Durchschnitt	2
41	040000386759229	Durchschnitt	2
61	040000706721528	Durchschnitt	2
5	040000126574729	hochleistend	3
44	040000329390528	hochleistend	3
60	040000908850422	hochleistend	3
62	040000908883422	hochleistend	3
16	040000507458218	niedrigleistend	4
34	040000126572529	niedrigleistend	4
39	040000070654268	niedrigleistend	4
70	040000204635738	niedrigleistend	4

3.5 DeLaval Cow Cooling System

Das von der Firma DeLaval entwickelte Cow Cooling System soll den Hitzestress von Milchkühen mittels aktiver Absenkung der Körpertemperatur abmildern. Das System gliedert sich in oberhalb des Fressbereichs angebrachte Wasserdüsen, welche über eine Lichtschranke aktiviert werden und die Körperoberfläche der Kühe großtropfig mit Wasser benetzen, anschließend erfolgt eine Abtrocknung durch ebenfalls in Längsachse des Fressgitters angebrachte Axialventilatoren (DeLaval Stallventilatoren DDF1200 S).

Beträgt der mittels eines Sensors über dem Futtertisch gemessene THI-Wert die Zahl 70, kann das System durch die Kühe aktiviert werden, wobei die jeweiligen Zyklen in 10 Sekunden Wasserberegnung bei 5 Minuten Ventilation eingeteilt sind. Die Ventilatoren haben die Aufgabe, das Haarkleid der Kühe wieder zu trocknen, wobei durch die Beregnung ausschließlich der Rücken sowie die seitlichen Körperoberflächen durchnässt werden, Unterbauch und Euter bleiben trocken.

An einem Steuerkasten kann die Dauer der einzelnen Intervalle wie Beregnung und Ventilation sowie die Wiederholung des gesamten Ablaufs (Zyklen) eingestellt werden. Um Wasser und Energie zu sparen, wird das DeLaval Cow Cooling System in mehrere Zonen am Fressgitter eingeteilt, so dass immer nur dort beregnet wird, wo tatsächlich Tiere fressen. Im vorliegenden Versuch wurden 3 Zonen entlang des Futtertisches montiert.

3.6 Messtechnik

3.6.1 Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit

Zur Erfassung der Klimadaten im Stallgebäude und außerhalb des Stalles verwendeten wir Datenlogger der Firma Testo. Diese erfassten kontinuierlich in 10-sekündigen Abständen die Temperatur und die relative Luftfeuchtigkeit, wodurch der „THI-Index“ berechnet werden konnte. Insgesamt wurden sieben Logger verwendet, wovon sechs im Stall verteilt und einer an der Außenseite des Stallgebäudes montiert wurde.



Abbildung 6 Testo mini-Datenlogger 175-H1, Quelle: Testo Österreich (2021)

Die Auswertung erfolgte über Microsoft Excel bzw. Microsoft Access. Für Verlaufsdiagramme wurden die Werte gemittelt, bzw. als Stunden- oder Tageswerte übertragen (Mittel, Min, Max).

Tabelle 3 Messorte der eingesetzten Datenlogger

Datenlogger Nummer	Messort
B-41	Liegeboxen
B-159	Cow Cooling Zone 1
B-135	Cow Cooling Zone 2
B-121	Cow Cooling Zone 3
B-130	Außen
B-110	Dachraum
B-55	Futtertisch

3.6.2 Infrarot-Thermografie

Mittels einer Infrarot-Wärmebildkamera (FLIR Systems) wurden die Körpertemperaturschwankungen eines am Fressgitter stehenden Tieres während eines Beregnungs- und Kühl-Zyklus aufgenommen. Anhand dieser Methode konnten über visuelle Punktmarkierungen am Tier die Temperaturen der Körperoberfläche in Abständen von 5sek gemessen und über skalierte Wärmebilder grafisch dargestellt werden.



Abbildung 7 Wärmebildkamera, Quelle: FLIR Systems (2021)

3.6.3 Leistungsdaten

Die Leistungsdaten und Aktivitätskennzahlen der Kühe wurden vom Melkroboter aufgezeichnet und übertragen. Jedes der Tiere ist mit einem Transponder ausgestattet, womit bei jedem Melkvorgang die Tagesdaten jedes einzelnen Rindes gespeichert wurden.

3.6.4 Wasser- und Stromverbrauch

Um den Wasserverbrauch festzustellen, wurden Wasseruhren verwendet, welche unabhängig vom Gesamtwasserverbrauch des Stalles je Cow Cooling-Zone montiert waren. Somit ist es möglich, über die Laufzeiten, den Wasserverbrauch als auch die benötigte Energiemenge wirtschaftliche Rückschlüsse zu ziehen.



Abbildung 8 Wasseruhr Ditech, Quelle: KATZENSTEINER (2020)

Der Stromverbrauch des Systems wurde anhand der vom Regelcomputer erfassten Laufzeiten und des Stromzählers für jeden Ventilator berechnet.

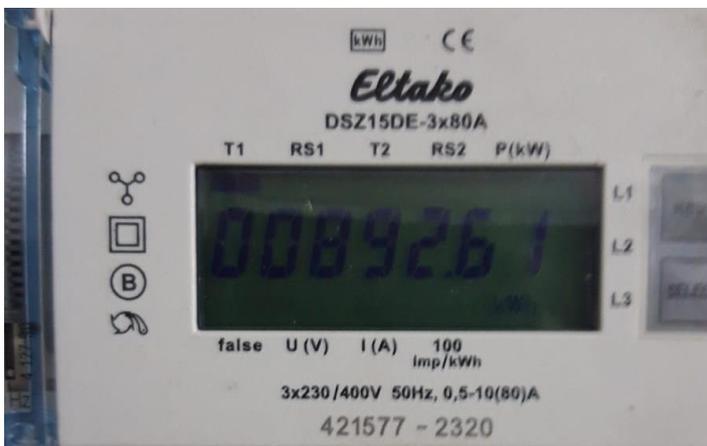


Abbildung 9 Stromzähler Ettako, Quelle: KATZENSTEINER (2020)

3.6.5 Ethologie

Die Verweildauer der Tiere am Futtertisch wurde durch Videokameras erfasst. Insgesamt wurden drei Kameras entlang der Futtertische montiert, jede davon filmte ein Segment des Fressgitters. Zum einen um festzustellen, wieviel Zeit die Tiere an heißen oder kälteren Tagen mit der Futtaufnahme verbrachten, aber auch, ob die Tiere nur die Nähe des Fressgitters aufsuchten, um sich aktiv beregnen und kühlen zu lassen. Die Beobachtungsdauer erfolgte täglich jeweils von 10.00 bis 20.00 Uhr. Für die Auswertung wurden aufgrund der großen Datenmenge vorerst nur ausgewählte und besonders interessante Tage zusammengefasst. Da im Sommer 2021 eine Folgeuntersuchung geplant ist, werden diese Auswertungen zu einem späteren Zeitpunkt noch ausgeweitet.

3.7 Versuchsaufbau

Das Hauptaugenmerk der Untersuchung lag auf einer genauen Prüfung des in Österreich neu auf dem Markt erschienenen DeLaval Cow Cooling Systems, welches vorab bislang nur in Spanien einer Prüfung unterzogen wurde.

Interessant waren nun die Auswirkungen auf den Hitzestress von Milchkühen in gemäßigteren Klimazonen mit hohen Temperaturen untertags und Temperaturabfall nachts.

Dazu wurde der Milchviehstall von Herrn Peter Neuper in Bad Mitterndorf mit dem System der Firma DeLaval ausgerüstet. Wie bereits im Punkt 3.6 erläutert, wurde der Stall mit umfangreicher Messtechnik ausgerüstet, um Klimadaten zu erheben sowie in weiterer Folge die Fresszeiten der Tiere am Futtertisch auswerten zu können. Die Leistungsdaten der Milchkühe konnten vom Melkroboter der Firma DeLaval sowie dem LKV-Bericht übernommen werden. Nach dem Auswerten der erhobenen Messwerte sollte festgestellt werden, ob sich Leistungsdepressionen an heißen Sommertagen effizient verringern und eine konstant hohe Milchleistung erhalten werden kann und ob die Investition in derartige Technik wirtschaftlich ist.

Das Projekt startete am 15.07.2020 mit der Inbetriebnahme des Systems durch die beteiligten Firmen sowie der Installation der Messtechnik durch uns und unsere Betreuerin. Der Versuchsdurchgang begann offiziell am 21.07.2020 und endete am 12.09.2020.

Aufgrund des wechselhaften Sommers wurde bereits im Vorhinein auf eine Unterteilung der Herde und individuelle Programmierung der drei Cow-Cooling Zonen verzichtet. Die Tiere sollten das neue System den ersten Sommer vollumfänglich zur Verfügung stehen haben. Auswirkungen der Technik wurden so jeweils auf die gesamte Herde bzw. auf die 16 Versuchstiere bezogen ausgewertet.

Eine Diversifizierung der Zonen mit Hinblick auf ethologische und leistungstechnische Effekte soll bei fortführenden Messungen im Jahr 2021 erfolgen.

4 Ergebnisse und Diskussion

4.1 Klimadaten

Abbildung 10 zeigt den mittleren Temperaturverlauf über den Versuchszeitraum von drei verschiedenen Messorten. Blau gekennzeichnet ist die außerhalb des Stallgebäudes gemessene Temperatur, die rote Linie zeigt die Temperatur, welche am Futtertisch unmittelbar am Fressgitter ermittelt wurde und die grüne Linie die Temperatur im Bereich der Liegeboxen.

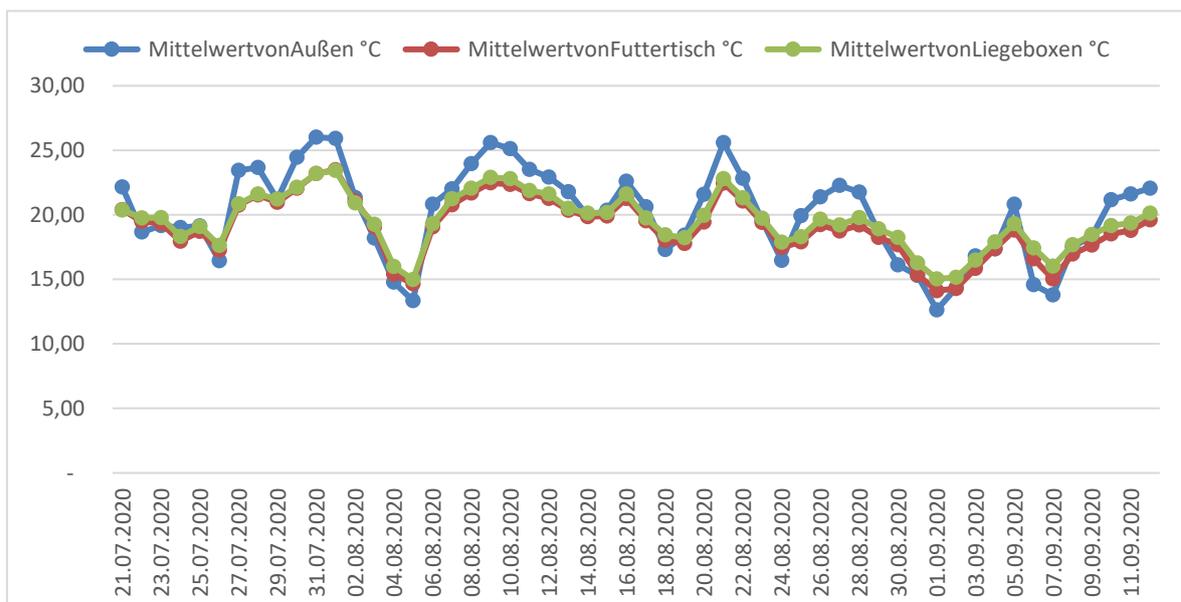


Abbildung 10 Temperaturmittel über den Versuchszeitraum in °C, Quelle: DIETRICH (2021)

Nachstehende *Abbildung 11* zeigt die Unterschiede der mittleren Temperatur außerhalb des Stallgebäudes und im Fressbereich der Tiere. Dabei ist gut zu erkennen, dass durch die montierten Ventilatoren eine konstante Luftzirkulation möglich ist und so die Temperatur im Gebäude mit Differenzen bis minus 3,24 Kelvin deutlich niedriger ist als außerhalb.

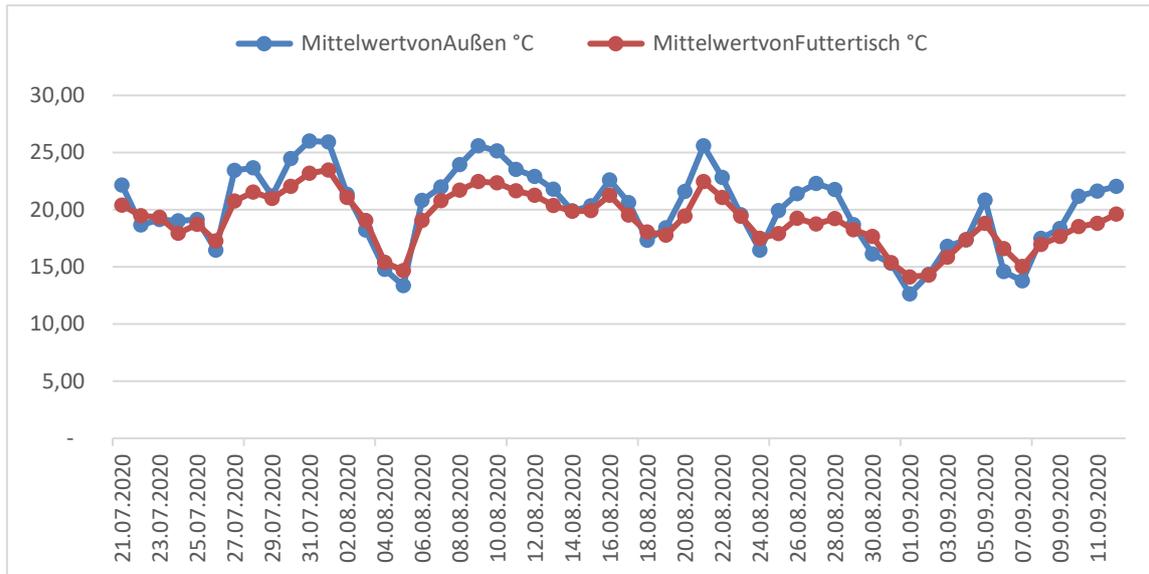


Abbildung 11 Temperaturvergleich Außen und Futtertisch in °C, Quelle: DIETRICH (2021)

4.2 Laufzeiten, Strom und Wasserverbrauch

4.2.1 Laufzeiten

Die Laufzeit der drei Zonen im Versuchszeitraum von 21.07- 18.09.2020 betrug gesamt 1.083 Stunden. Wie zu erkennen, hatte jede Zone anhand der prozentualen Darstellung annähernd gleich viele Einsatzstunden. Erfasst wurden diese Daten vom Steuerungscomputer des Cow Cooling System.

Im Mittel über den Versuchszeitraum war jede Zone pro Tag 6,11 Stunden im Einsatz.

Tabelle 4 Laufzeiten der Anlage

Zone	Summe Laufzeit (h)	Prozent
1	354,15	32,70%
2	360,08	33,25%
3	368,80	34,05%

4.2.2 Stromverbrauch

Der Stromverbrauch der Anlage betrug im Versuchszeitraum insgesamt 895,61kW. In der Tabelle ist zu sehen, wie sich der verbrauchte Strom auf die Zonen verteilt.

Die erhobenen Werte decken sich exakt mit einer im Jahr 2017 durchgeführten Untersuchung verschiedener Ventilatoren-Modelle an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein, wo für das Produkt DeLaval DDF1200 S ein Energieverbrauch von 0,82kW pro Stunde Laufzeit ermittelt wurde.

Tabelle 5 Stromverbrauch der Cow Cooling Zonen

Zone	Stromverbrauch in kW	Prozent
1	291,88	32,59
2	296,77	33,13
3	303,96	33,93

4.2.3 Wasserverbrauch

Der Wasserverbrauch betrug gesamt 31,47m³. Dieser Wert teilt sich gleichmäßig auf die 3 Zonen auf, welche wiederum jeweils mit 3 Düsen ausgestattet sind.

Je Düse werden 81ml pro Sekunde versprüht. Umgerechnet auf den Fressplatz werden so ca.2 Liter Wasser pro Stunde Laufzeit (=jeweils 10sek. Sprühen und 5min Verdunstungstrocknung) benötigt oder insgesamt 0,03m³ Wasser für alle 3 Zonen.

Abgestimmt mit Zahlen der LfL Bayern (vgl. ZAHNER, 2017) ist das System mit anderen Niederdrucksystemen vergleichbar. Wartungsarme Vollkegeldüsen mit einem Kegel von 45 bis 60° erzeugen ein kreisförmiges, flächiges Sprühbild und stoßen dabei 5 bis 10l Was-

ser pro Minute aus, um einen gewünschten Kühleffekt zu erreichen. Das Cow Cooling System liegt hier im Vergleich mit 4,84l pro Minute und Düse bei angenommener, durchgehender Beregnung sogar darunter und verbraucht damit weniger Wasser.

4.3 Videoauswertung

Abbildung 12 zeigt die erhobenen Daten der Zone 1 in der Zeit von 12:00-12:45 Uhr am 09.08.2020. Angeführt sind jeweils die Uhrzeit sowie die 13 Fressplätze in der ersten Zone (von links nach rechts). Jede Spalte zeigt einen Fressplatz.

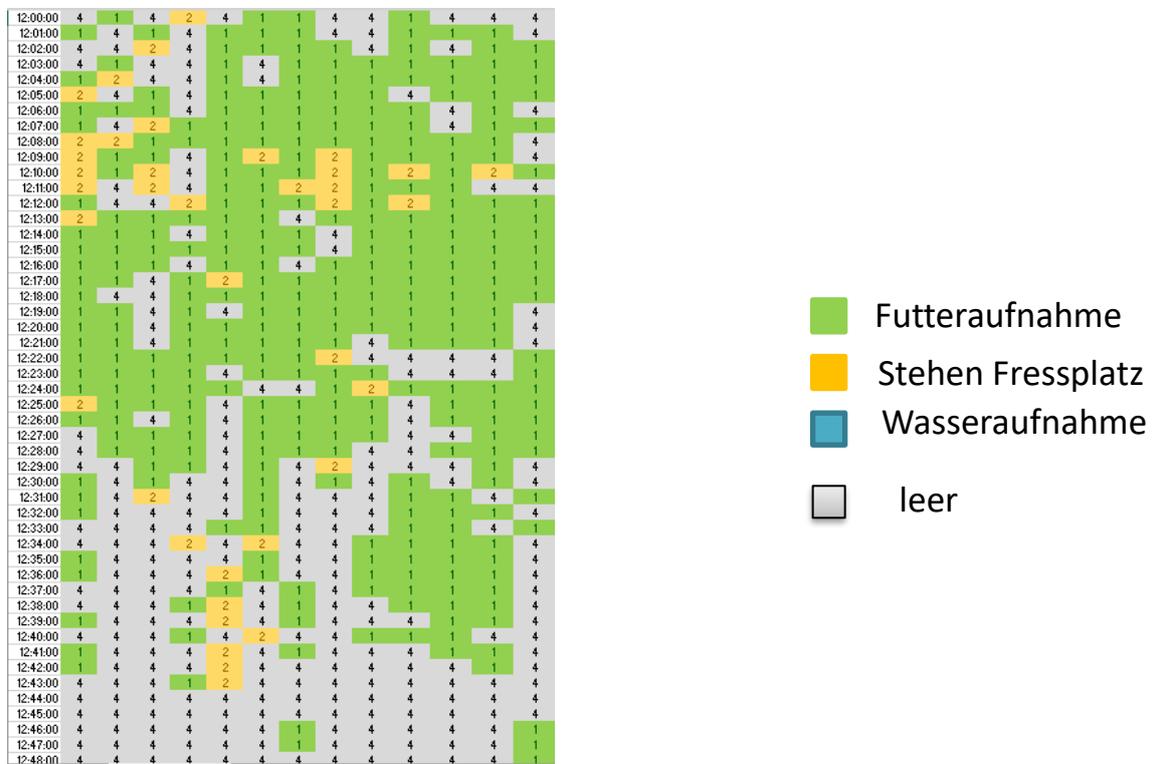


Abbildung 12 Videoauswertung 12:00-12:45 Uhr, 09.08.2020

Hier ist zu erkennen, dass der Großteil der Tiere bei der Futteraufnahme war und wenige Tiere am Fressgitter standen, um sich abzukühlen. Gegen Ende der Beobachtung haben die Tiere den Bereich wieder verlassen. Die Temperatur betrug in dieser Zeit 25,4°C im Fressbereich.



Abbildung 13 Auswertung der Kameraaufnahmen, Quelle: HBLFA Raumberg-Gumpenstein (2020)

Folgende Videoauswertung zeigt den Zeitraum von 15:30-16:00 Uhr, ebenfalls am 09.08.2020. Zu dieser Zeit betrug die Temperatur im Fressbereich 27,9°C, somit standen vermehrt Tiere am Laufgang (ersichtlich in der letzten Spalte, welche jeweils die Anzahl der stehenden Kühe wiedergibt), um sich durch das Cow Cooling System abzukühlen. An-
 deren Tieren wurde dadurch der Weg zum Futtertisch versperrt. Um diesem Problem ent-
 gegen zu wirken, wurden Ventilatoren oberhalb der Liegeboxen montiert.

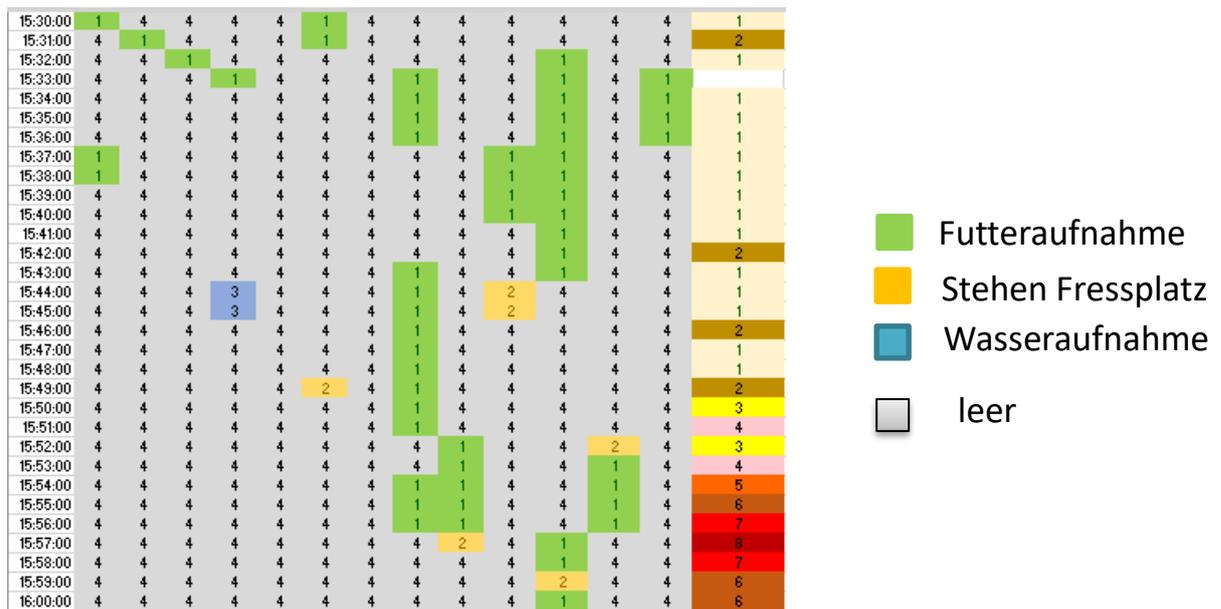


Abbildung 14 Videoauswertung 15:30-16:00 Uhr, 09.08.2020

Eine Erkenntnis aus der Bewertung der Videos sowie der Einschätzung des Betriebsführers durch eigene Beobachtungen ist eine zwingende Kombination des Cow Cooling Systems mit einer aktiven Kühlung im Liegebereich. Zwischen Zeiten der Futteraufnahme oder des Melkens sollen die Tiere zur Futterverwertung und Milchproduktion ausreichend lange Ruhe- und Liegepausen einhalten – dies wird an heißen Tagen mit zusätzlichen Ventilatoren entlang der Liegeboxenreihen unterstützt.

So wird verhindert, dass Kühe zur Abfederung der Hitzebelastung den Bereich vor dem Fressgitter blockieren, um die Kühlung durch das Cow Cooling System zu nutzen.

4.4 Infrarot-Thermografie

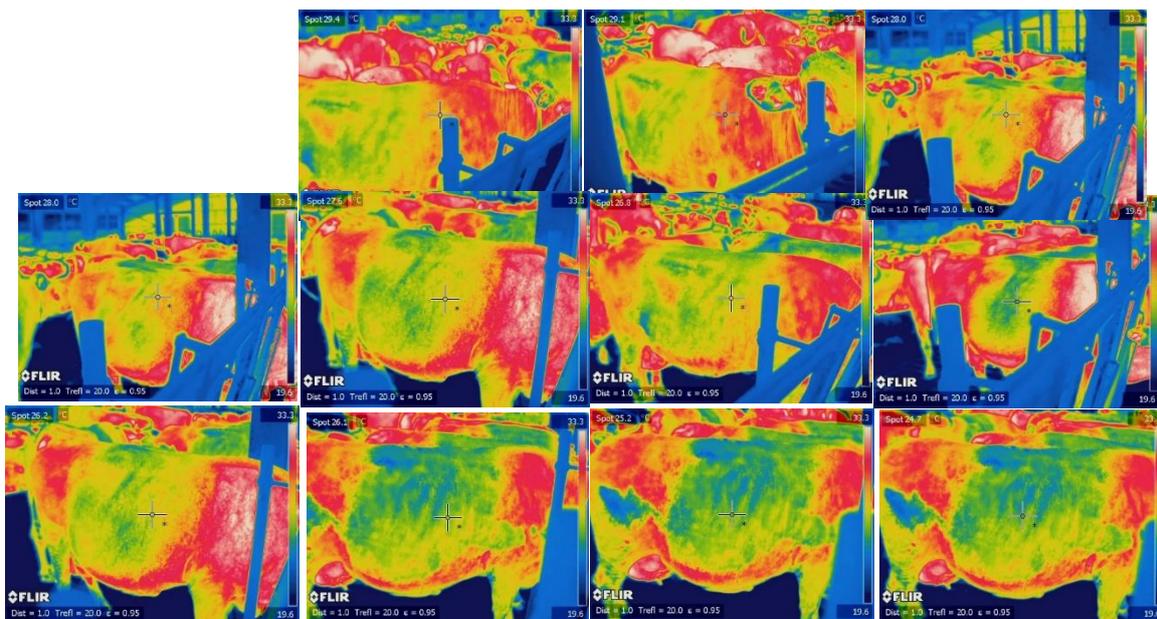


Abbildung 15 Infrarot-Thermografie, Quelle: KATZENSTEINER (2020)

In den hier gezeigten Bildern ist zu sehen, wie eine Kuh während der Futteraufnahme von einer Oberflächentemperatur des Körpers von 29,4°C durch das Besprühen und anschließende Trocknen in einer Zeitspanne von 5 Minuten auf 24,7°C herab gekühlt wurde.

Zu erkennen ist dabei, dass nur der Rückenbereich und die Seiten nass wurden (blau gefärbt), der Kopf und das Euter blieben trocken (rot/weiß gefärbt). Für manche Tiere könnte dies eine abschreckende Wirkung zur Folge haben. Im Versuchsdurchgang zeigten die Kühe nach einer anfänglichen Eingewöhnungsphase jedoch keine Furcht- oder Fluchtreaktionen mehr und nutzten das System bewusst.

4.5 Leistungsvergleich

In den folgenden Abbildungen ist zu sehen, wie sich die produzierte Milchmenge (in Liter pro Tier und Tag) und die Aktivität der Tiere (in % zur Herde) in Abhängigkeit des Temperatur-Mittelwertes (in °C) von 12:00-18:00 Uhr je Gruppe zu je 4 Versuchstieren veränderten.

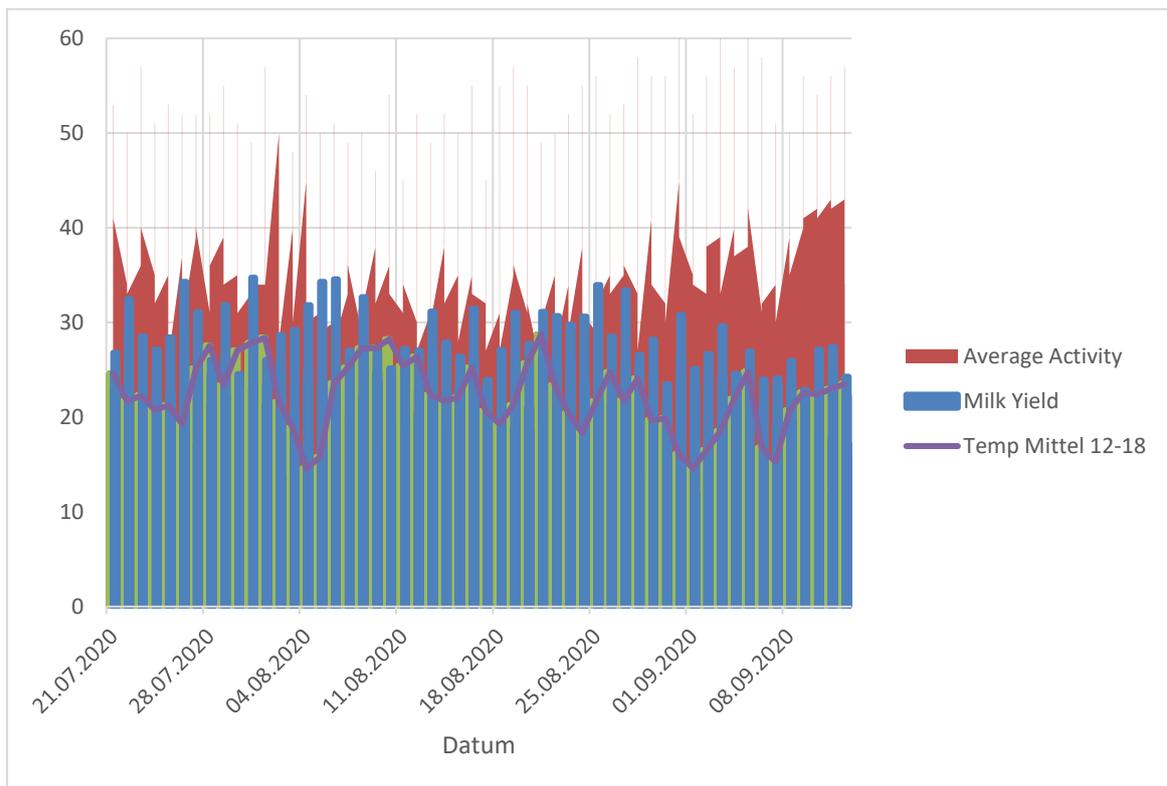


Abbildung 16 Vergleich von Leistung, Aktivität und Temperatur – Gruppe 1, Quelle: KATZENSTEINER (2021)

Zu sehen ist Versuchsgruppe 1: In dieser Gruppe sind Tiere, welche sich in der ersten Laktation befanden. Zu erkennen ist, dass die Aktivität trotz (oder aufgrund) hoher Temperaturen sehr hoch war, jedoch die Milchleistung an heißen Tagen zurückging. Zurückzuführen ist die vermehrte Bewegung auf ein aktives Aufsuchen der Futterzone zur Kühlung durch das Cow Cooling System.

Die durchschnittliche Milchmenge in Gruppe 1 ergab 23,68 Liter.



Abbildung 17 Vergleich von Leistung, Aktivität und Temperatur – Gruppe 2, Quelle: KATZENSTEINER (2021)

Die Versuchsgruppe 2 beinhaltet Kühe, welche im Durchschnitt der gesamten Milchleistung der Herde lagen und sich in der zweiten Laktation befanden. Hier blieb die Milchleistung trotz schwankender Temperatur konstant mit nur wenigen, kleineren Einbußen.

Diese Gruppe zeigte temperaturunabhängig die höchste Aktivität.

Die durchschnittliche Milchmenge in Gruppe 2 ergab 31,55 Liter.

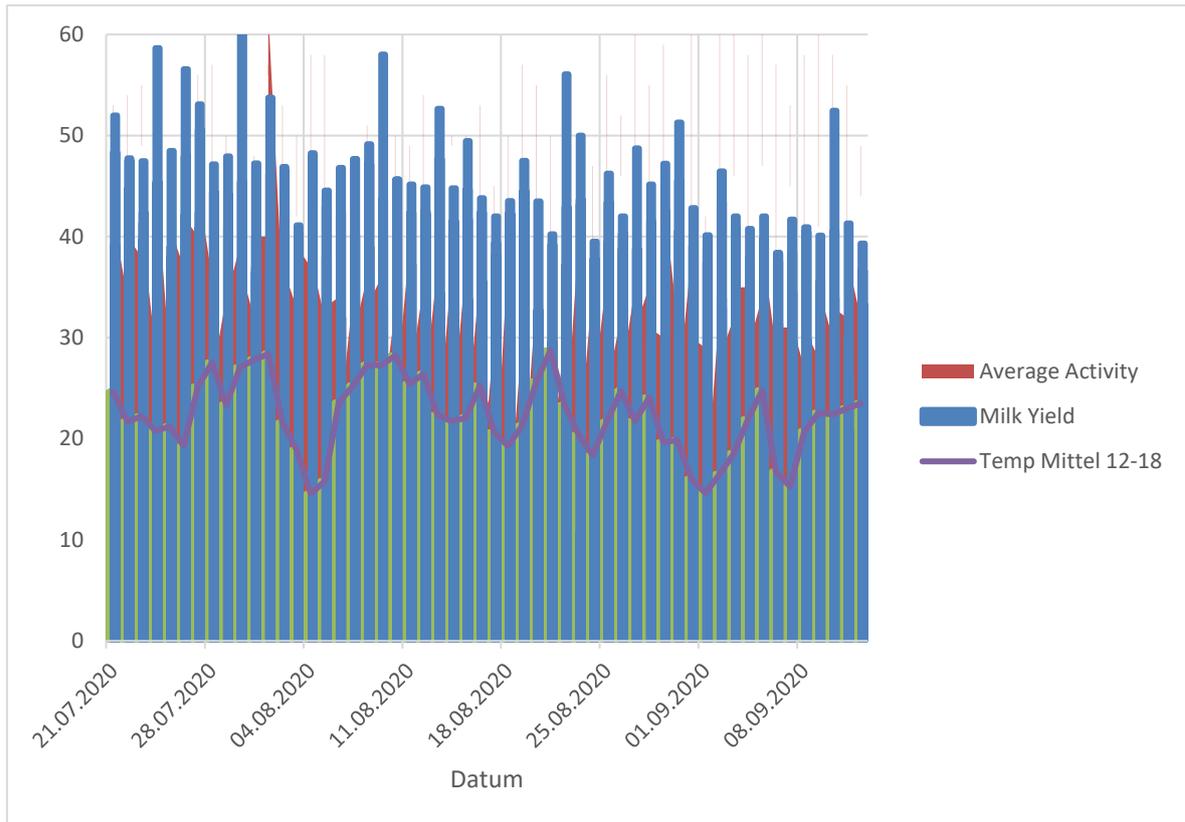


Abbildung 18 Vergleich von Leistung, Aktivität und Temperatur – Gruppe 3, Quelle: KATZENSTEINER (2021)

Abbildung 18 ist die aussagekräftigste: In dieser Gruppe befanden sich die höchstleistungsfähigsten Tiere.

Diese haben in der ersten Hitzeperiode durchschnittlich mehr Milch produziert als in der darauffolgenden kühleren Zeit mit Spitzenleistungen bis zu 60 Litern mit durchschnittlich 2,75 Melkungen pro Tag. Die Aktivität blieb bis auf die Tage von Ende Juli auf Anfang August, wo sie kurz anstieg, konstant und war vergleichbar mit der Aktivität in Gruppe 1.

Die durchschnittliche Milchmenge in Gruppe 3 ergab 39,49 Liter.

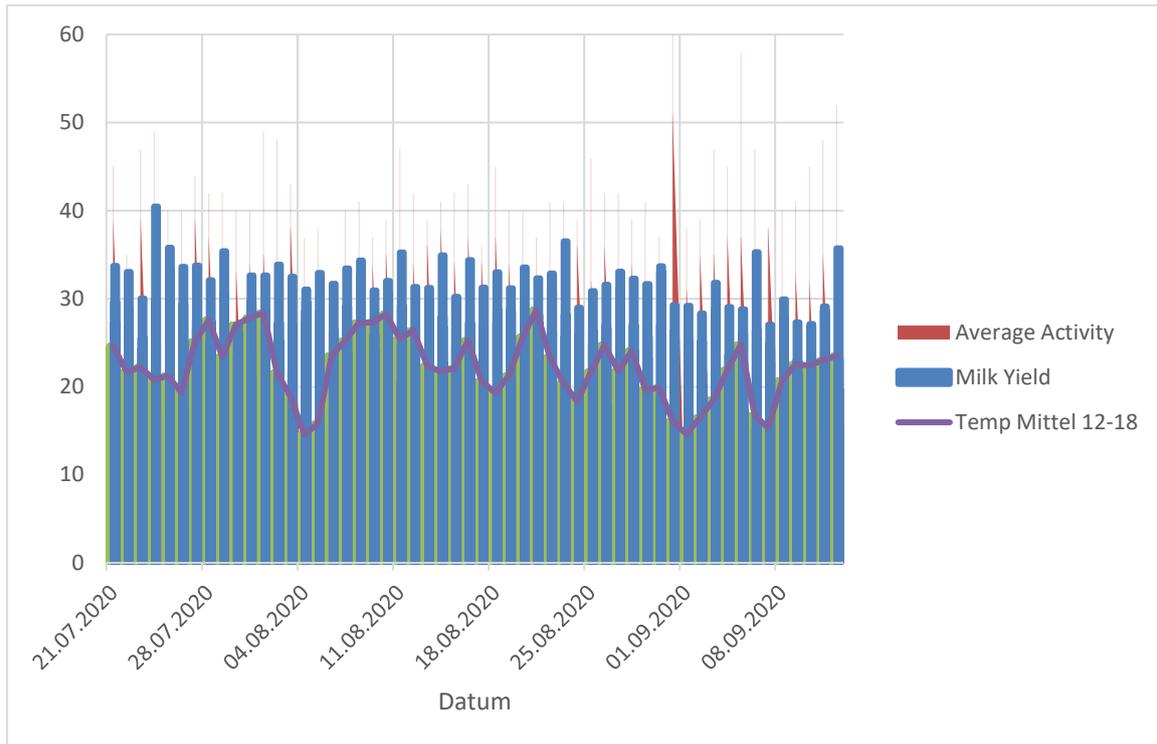


Abbildung 19 Vergleich von Leistung, Aktivität und Temperatur – Gruppe 4, Quelle: KATZENSTEINER (2021)

In Gruppe vier sind die vom Stalldurchschnitt her gesehen niedrigleistenden Tiere ausgewählt. Auch hier ist zu erkennen, dass die Milchmenge unabhängig von der Temperatur konstant gehalten werden konnte.

Ebenfalls ist zu sehen, dass die Aktivität dieser Gruppe im Vergleich zu den anderen drei Gruppen sehr gering war.

Die durchschnittliche Milchmenge in Gruppe 4 ergab 26,26 Liter.

Gesamtheitlich betrachtet lassen sich Rückschlüsse aufgrund des erhobenen Leistungsvermögens im Hinblick auf die erhobenen Temperaturen ziehen. Tendenziell zeigt sich bei hochleistenden Tieren vermehrte Aktivität an heißen Tagen. Da die Leistung keine starken Einbrüche zeigte, ist von einer guten Wirksamkeit des Cow Cooling System (bestätigt durch die Analyse der Videoauswertung) auszugehen.

4.6 Wirtschaftlichkeit

Folgende Abbildung zeigt die Kostenaufteilung, die sich auf 2.505,01 Euro Gesamtkosten pro Jahr beläuft. Zugrunde gelegt wird eine 7-jährige Abschreibung des Systems sowie eine Einsatzzeit von 1.500h jährlich bei angenommenen 62,5 Hitzetagen je Zone und Jahr (= 4.500 Laufzeitstunden gesamt). Die Grundinvestition liegt bei 8.240€ für 3 Zonen Cow Cooling System inklusive Steuerung für 66 Milchkühe.

Die 100% jährlichen Gesamtkosten werden in folgende Positionen aufgeteilt:

Mit 46,98% nimmt die Abschreibung des Cow Cooling-Systems mit 1.177€ pro Jahr den größten Teil der fixen Kosten ein, gefolgt von den variablen Stromkosten mit 26,51% und einem Betrag von 664€ pro Jahr.

Mit 321€ pro Jahr haben die Installationskosten einen fixen Anteil von 12,85%. Bei der Instandhaltung betragen die Kosten pro Jahr 210€ und tragen mit 8,39% zu einem eher geringen Teil bei. Die niedrigsten Kosten fallen mit 5,27% auf den Wasserverbrauch mit einem Betrag von 132€.

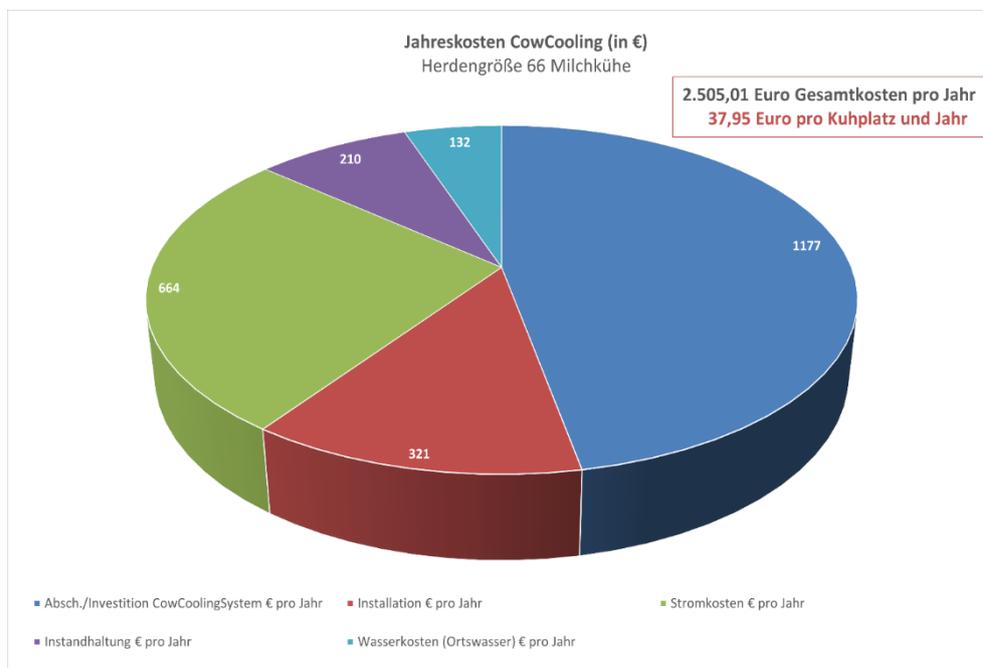


Abbildung 20 Aufschlüsselung der jährlichen Kosten

Im folgenden Balkendiagramm sind die Erlöse durch Leistungssteigerung den Jahreskosten für eine Herdengröße von 66 Milchkühen gegenübergestellt. Hier wird angenommen, dass die Herde eine effektive Leistungssteigerung aufweist, somit ist kein Abfallen der Leistungskurve an heißen Tagen erkennbar. Ebenfalls ist abzulesen, dass bei einem angenommenen Erzeugermilchpreis ab Hof von 35ct und einer Steigerung der Milchmenge von 1,2% die Jahreskosten von 2.505€ für das Cow Cooling System gedeckt sind und sich die Technik somit von Beginn an amortisieren kann.



Abbildung 21 Erlöse durch Leistungssteigerung vs. Jahreskosten

Bei einer Jahresleistung von 9.213kg liegt der Herdenschnitt des Betriebes im Jahr 2020 bereits 14,29% über dem Bundesschnitt. Die Durchschnittsleistung aller Vollabschlüsse über alle Rassen hinweg lag im Jahr 2020 bei 7.896 kg Milch (vgl. KALCHER, 2020).

Bezogen auf die Rasse Fleckvieh lag die Milchleistung im Jahr 2020 in der Steiermark über alle Vollabschlüsse hinweg bei 7.893kg Milch (vgl. RINDERZUCHT STMK, 2021). Der Betrieb Neuper lag hier auf Platz 484 von 1.929 Betrieben und wies somit bereits ein hohes

Niveau auf. Im Wesentlichen geht es somit um Leistungserhalt bei gleicher Futtergrundlage während der Sommermonate mit Einfluss auf Fruchtbarkeit und Gesundheit.

In der nachstehenden Grafik ist die Gegenüberstellung einer möglichen Leistungssteigerung und den Jahreskosten pro Kuhplatz zu sehen.

Abbildung 22 Erlöse durch Leistungssteigerung vs. Jahreskosten pro Kuhplatz



Neben dem wirtschaftlichen Aspekt steht bei diesem System der Fokus nicht nur auf der Rentabilität der Anlage, sondern jedenfalls auf dem Mehrwert zur Abfederung von Hitze-stress und Vorbeugung schwerer tiergesundheitlicher Schäden, welche bei monetärerer Bewertung notwendiger veterinärmedizinischer Behandlungen die Jahreskosten pro Kuhplatz weitaus überschreiten würden.

Nach einer Abschreibungsdauer von 7 Jahren ist das System ausschließlich mit variablen Kosten von etwa 800 Euro für Wasser und Strom pro Jahr zu belasten. Dies entspricht einem Betrag von 12,12 Euro pro Kuhplatz und Jahr.

5 Schlussfolgerungen und Ausblick

Das in Österreich neuartige System Cow Cooling der Firma DeLaval hat unserer Einschätzung nach großes Potential. Es hilft effektiv Leistungsdepressionen von Milchkühen bei zu hohen Temperaturen zu verringern. Die Hitzeperioden häufen sich und um tiergesundheitlichen und hauptsächlich wirtschaftlichen Einbußen durch Einschränkungen in Leistung und Fruchtbarkeit entgegenzuwirken, bietet diese Anlage eine kosteneffiziente Lösung dieses Problems.

Die Installation gestaltet sich bei ausreichender Deckenhöhe einfach und stellt beim Einbau finanziell keinen hohen Aufwand dar. Laufende Kosten für Strom und Wasser, sofern nicht von eigener Quelle stammend, werden durch die konstant gehaltene Leistung der Milchkühe gedeckt.

Gesamtkosten von 37,95 Euro pro Kuhplatz und Jahr während der ersten sieben Jahre ist ein für Milchviehbetriebe verhältnismäßig geringer Betrag. Bereits der einmalig notwendige Besuch eines Veterinärs aufgrund hitzebedingter Krankheitssymptome und folgender gesundheitlicher Auswirkungen überschreitet diesen mit der Berücksichtigung notwendiger medikamentöser Behandlung jedenfalls.

Obwohl man dem System aufgrund der klimatischen Gegebenheiten und dem großtropfigen Versprühen von Wasser auf die Körperoberfläche der Tiere mit anschließender Abtrocknung und Kühlung durch Ventilatoren skeptisch gegenüberstand, wurden die Zweifel ausgeräumt.

Der Betriebsleiter ist froh über die Investition in die Anlage als auch die Installation von Ventilatoren oberhalb der Liegeboxen und spricht von einem sehr positiven Einfluss auf die Herde!

6 Literaturverzeichnis

GASTEINER, J. (2014): Hitzestress bei Milchkühen. Nutztierschutztagung Raumberg-Gumpenstein 2014, 25-28

GEORGES, M (2009): Entwicklung von Stallgebäuden zur Milchviehhaltung unter Berücksichtigung der klimatischen Bedingungen in ariden und semiariden Gebieten. Dissertation Technische Universität Braunschweig, S. 105 ff.

KALCHER, L. (2020): Milchleistungskontrolljahr 2020, Mehr Milch bei steigender Tiergesundheit. ZAR, <https://www.fleckvieh.at/milchleistungskontrolljahr-2020/>

MÖSENBACHER-MOLTERER, I., ZENTNER, E., LACKNER, L., ZAHNER J. (2019): 13 Ventilatoren zur Kühlung von Rinderställen. Messbericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein

RINDERZUCHT STEIERMARK (2021): Leistungsstärkste Fleckviehbetriebe 2020, Leistungsstatistik, S. 7, https://www.rinderzucht-stmk.at/fileadmin/user_upload/Statistik/Leistungsstatistik/Leistungsstaerkste_FV-Betriebe_ab_600_FEkg.pdf

SCHLEICHER, W. (2008): Hitze – Was können Sie für ihre Tiere tun? Landwirt Ausgabe 10/2008, S. 12-13

SCHLEICHER, W., (2008): Ventilatoren bringen frischen Wind in den Kuhstall. Landwirt Ausgabe 11/2008, S. 10-11

SCHMID, B. (2006): Schnell ein kühler Stall. Die Grüne Ausgabe 11/2006, S. 40-41

SEEBACHER, M. (2016): Hitzestress bei Milchkühen - wann führt Hitze zu Stress? LK OÖ, https://ooe.lko.at/media.php?filename=download%3D%2F2016.11.16%2F147929236609878.pdf&rn=Hitzestress_bei_K%FChe.pdf

ZAHNER, J. (2017): Abkühlung im Stall – Kuhduschen: Wie ein Sommerregen. Bayrisches Landwirtschaftliches Wochenblatt (07/2017)

ZENTNER, E., STRÄUßNIGG, B., LÖFFLER, P. (2017): Hitzestress bei Milchkühen. Bautagung Raumberg-Gumpenstein 2017, 57-62.

7 Anhang



Abbildung 23 Stallgebäude von innen mit Blick auf den Futtertisch, Quelle: HBLFA Raumberg-Gumpenstein (2020)



Abbildung 24 Stallgebäude von innen, Liegeboxen Stallmitte doppelstündig, Quelle: HBLFA Raumberg-Gumpenstein (2020)



Abbildung 25 Stallgebäude von innen, Liegeboxen links wandständig, Quelle: HBLFA Raumberg-Gumpenstein (2020)

 HBLFA
Raumberg-Gumpenstein
Landwirtschaft
Eine Einrichtung des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus
Raumberg 38, 8952 Irnding Donnersbachtal

Auswirkungen einer Kühl- und Befeuchtungsanlage im Fressbereich eines Milchviehstalles

Autoren: Josef Katzensteiner, Jakob Dietrich

Betreuerin: Ing. Irene Mösenbacher-Molterer

Ausgangslage und Zielsetzung:

Da aufgrund vorangegangener Hitzeperioden anzunehmen ist, dass sich die Anzahl heißer Tage (Temp. $>30^{\circ}\text{C}$) während der Sommermonate häuft, sollen geeignete Anlagen entwickelt werden, um den Hitzestress von Kühen zu minimieren. Dazu wurde in Kooperation mit der Firma DeLaval ein neuartiges Kühlsystem getestet (CowCoolingSystem). Ziel der Diplomarbeit ist es, herauszufinden, ob das System in der Lage ist, den Hitzestress während heißer Tage durch aktive Befeuchtung der Tiere und Ventilation abzumildern und zeitgleich Leistungszunahmen sowie eine erhöhte Futteraufnahme zu ermöglichen. Die Wirtschaftlichkeit der Anlage wird ebenso beurteilt.

Material und Methoden:

Das Kühlungssystem wurde von der Firma DeLaval im Versuchsstall in Bad Mitterndorf installiert. Das System wird durch einen Lichtschranken am Fressgitter aktiviert, sobald die Sensoren einen festgelegten Wert aus Kombination von Temperatur und Luftfeuchtigkeit (THI > 70) überschreiten.



Abb. Foto aus dem Versuchsstall



Abb. Nahaufnahme des Kühlsystems

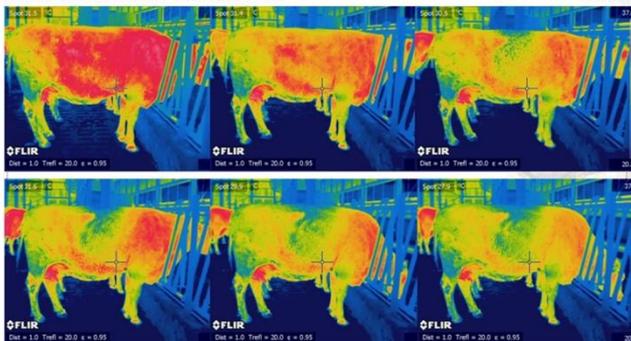


Abb. Infrarot-Wärmebild-Messungen