

# Zwischenbericht

Prüfung von Schlauchbelüftungssystemen zur Klimaoptimierung in Ställen der Nutztierhaltung

# Zwischenbericht

Prüfung von Schlauchbelüftungssystemen zur Klimaoptimierung in Ställen  
der Nutztierhaltung

## Impressum

Medieninhaber und Herausgeber:

HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Landwirtschaft

Raumberg 38, 8952 Irdning-Donnersbachtal

raumberg-gumpenstein.at

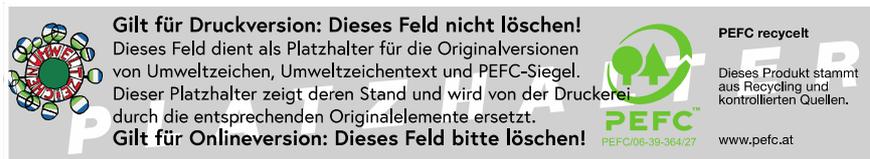
Autor\*innen: Ing. Irene Mösenbacher-Molterer, Johanna Schaffer, Alexandra Gruber, Ing. Eduard Zentner, Lukas Lackner, Gregor Huber

Projektpartner: Dipl.-Ing. Jakob Neumayer, NEOWOLF GmbH, St.-Peter-Gürtel 12a, 8042 Graz

Peter Brandstätter, Unterweissburg 91, 5582 Sankt Michael im Lungau

Dr. med. vet. Claudia Schmied-Wagner, Fachstelle für tiergerechte Tierhaltung und Tierschutz, Veterinärplatz 1, 1210 Wien

Fotonachweis: HBLFA Raumberg-Gumpenstein



Irdning, 2023 Stand: 31. Oktober 2023

### Copyright und Haftung:

Auszugsweiser Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet, alle sonstigen Rechte sind ohne schriftliche Zustimmung des Medieninhabers unzulässig.

Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung des Bundeskanzleramtes und der Autorin/des Autors ausgeschlossen ist. Rechtausführungen stellen die unverbindliche Meinung der Autorin/des Autors dar und können der Rechtsprechung der unabhängigen Gerichte keinesfalls vorgreifen.

Rückmeldungen: Ihre Überlegungen zu vorliegender Publikation übermitteln Sie bitte an [irene.moesenbacher@raumberg-gumpenstein.at](mailto:irene.moesenbacher@raumberg-gumpenstein.at).

## Zusammenfassung

Moderne Tierhaltungssysteme müssen den individuellen Bedürfnissen der Tiere gerecht werden und ein ökonomisches und ergonomisches Arbeiten ermöglichen. Diese Systeme sind untrennbar verbunden mit einer ganzjährig gesicherten und optimierten Be- und Entlüftung der Ställe. Risiken wie Hitzestress mit Einbußen von Vitalität, Verhalten und Leistung müssen eingedämmt werden. Gerade im Kälber- und Jungviehbereich gibt es spezielle Bedürfnisse, die es zu beachten gilt: ein eingeschränktes Thermoregulationsverhalten und die Zurverfügungstellung von Kleinklimazonen zur Vermeidung von Zugluft stellen große Herausforderungen an eine ordnungsgemäße Klimatisierung und Gesunderhaltung des Tierbestandes. Schlauchbelüftungsanlagen fanden aus diesen Gründen in Kälber- und Jungviehställen bis dato wenig Zuspruch in Beratung und Praxis.

Adaptionen und adäquate Anpassung der Systeme an die Gegebenheiten im Stall wurden aus diesen Gründen im Zuge eines Projektes wissenschaftlich untersucht und der Einsatzbereich wird bei positiver Prüfung durch die Fachstelle für tiergerechte Tierhaltung und Tierschutz künftig auch auf den Jungviehsektor im alpinen Raum ausgeweitet.

Die Erhebungen wurden in einem Gebäude für Kälber- und Jungviehhaltung im Bundesland Salzburg durchgeführt. Je eine Sommer- als auch Wintermessreihe ermöglichten eine Beurteilung des Systems zu unterschiedlichen Jahreszeiten. Gemessen wurde eine Vielzahl an Parametern betreffend das Stallklima (Temperatur, Feuchte, Schadgasgehalte, Luftgeschwindigkeiten) sowie die physiologischen Leistungen (Gesundheitsdaten, Tränkemen- gen).

Die untersuchte Schlauchbelüftungsanlage zeigte in Summe eine sehr positive Wirkung und kann unter klar vorgegebenen Montage- und Betriebsvorgaben für die Kälber- und Jungviehaufzucht empfohlen werden.

## Summary

### *Examination of tube ventilation systems for optimizing barn climate in livestock farming*

Modern animal husbandry systems must fulfill the individual needs of the animals and enable economical and ergonomic work. These systems are inextricably linked to all year round, secure, and optimized ventilation of the stables. Risks such as heat stress with loss of vitality, behavior and performance must be contained. Especially in the calf and young cattle area there are special needs we have to consider: thermoregulation behavior and the provision of microclimate zones represent challenges for proper air conditioning. For these reasons, those ventilation systems have not been very popular in consultation and practice.

For these reasons, adaptations and adequate adjustment of the systems to the conditions in the barn were scientifically investigated in the course of a project and the area of application will be extended in the future to the young cattle sector in the alpine region if it is positively examined by the Specialist Unit for Animal Husbandry and Animal Welfare.

The surveys were carried out in a building for calf and young cattle husbandry in Salzburg. A summer and a winter measurement allowed an assessment of the system at different times of the year. A large number of parameters were measured concerning the housing climate (temperature, humidity, pollutant gas content, air velocities) and the physiological performance (health data, amount of milk).

The tested tube ventilation system showed a very positive effect and can be recommended for calf and young stock rearing under clearly specified installation and operating conditions.

# Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	I
Summary .....	II
Inhaltsverzeichnis.....	III
Verzeichnis der Abbildungen und Tabellen.....	V
1 Einleitung und Stand des Wissens .....	1
1.1 Tierwohl als Grundvoraussetzung .....	1
1.2 Haltungsumgebung und Stallklima.....	1
1.2.1 Temperatur .....	2
1.2.2 Hitzestress .....	3
1.2.3 Kältestress .....	3
1.2.4 Relative Luftfeuchtigkeit.....	4
1.2.5 Luftgeschwindigkeit.....	4
1.2.6 Schadgaskonzentrationen .....	5
1.2.7 Keimgehalt der Luft .....	5
2 Fragestellungen und Ziele .....	7
3 Material und Methoden.....	8
3.1 Versuchsbetrieb .....	8
3.2 Management .....	8
3.3 Schlauchbelüftung.....	9
3.3.1 vet.smart.tubes.....	9
3.3.2 Montage .....	10
3.3.3 Ionisator.....	12
3.4 Klimatische Parameter .....	12
3.4.1 Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit .....	12
3.4.1 Luftgeschwindigkeit.....	13
3.4.2 Schadgaskonzentrationen .....	14
4 Ergebnisse .....	15
4.1 Sommermessreihe.....	15

4.1.1	Temperatur.....	15
4.1.2	Relative Luftfeuchtigkeit.....	17
4.1.3	Temperatur und Luftgeschwindigkeit .....	19
4.1.4	Schadgaskonzentration .....	21
4.1.4.1	Ammoniak.....	21
4.1.4.2	Kohlendioxid .....	21
4.1.4.3	Schwefelwasserstoff .....	22
4.1.5	Physiologische Parameter .....	22
4.2	Wintermessreihe .....	23
4.2.1	Temperatur.....	23
4.2.2	Relative Luftfeuchtigkeit.....	25
4.2.3	Temperatur und Luftgeschwindigkeit .....	27
4.2.4	Schadgaskonzentration .....	28
4.2.5	Physiologische Parameter .....	28
4.2.6	Keimmessungen.....	29
4.2.6.1	Keimmessungen im Bereich der Schlauchaustrittsöffnung ohne Ionisator.....	31
4.2.6.2	Keimmessungen im Bereich der Schlauchaustrittsöffnung mit Ionisator.....	31
4.2.6.3	Keimmessungen im Bereich der Kälberboxen ohne Ionisator .....	32
4.2.6.4	Keimmessungen im Bereich der Kälberboxen mit Ionisator .....	32
4.2.6.5	Keimmessung im Bereich der Jungviehboxen ohne Ionisator.....	33
4.2.6.6	Keimmessungen im Bereich der Jungviehboxen mit Ionisator .....	34
4.2.6.7	Keimmessung im Bereich der ersten Jungviehbox/Stallmitte ohne Ionisator.....	34
4.2.6.8	Keimmessung im Bereich der ersten Jungviehbox/Stallmitte mit Ionisator.....	35
4.3	Wirtschaftlichkeit .....	36
5	Schlussfolgerungen .....	38
5.1	Ausblick .....	39
5.2	Handlungsanleitungen .....	39
6	Literaturverzeichnis.....	41
7	Anhang .....	43

## Verzeichnis der Abbildungen und Tabellen

### **Abbildungen**

Abbildung 1: Wirkungsweise einer Schlauchbelüftung (Quelle: Neumayer, 2022).....	9
Abbildung 2: vet.smart.tubes (Quelle: Neumayer, 2022) .....	10
Abbildung 3: Einbau der Schlauch-/Ventilationseinheit in die Gebäude-Außenhülle (Quelle: Neumayer, 2022).....	11
Abbildung 4: Montage der vet.smart.tubes im Bereich der Kälberboxen (Quelle: Neumayer, 2022).....	11
Abbildung 5: Aufhängung des vet.smart.tubes (Quelle: Neumayer, 2022).....	11
Abbildungen 6 und 7: Einbau des Ionisators in den vet.smart.tube (Quelle: Neumayer, 2022) .....	12
Abbildung 8: Testo 175 H1 Datenlogger (Quelle: <a href="https://www.testo.com">https://www.testo.com</a> , 2023 .....	13
Abbildung 9: Thermischer Strömungssensor CTV 110 (Quelle: <a href="https://www.volumenstrommessung.de">https://www.volumenstrommessung.de</a> , 2023) .....	13
Abbildung 10: Dräger X-am 7000 Gasmessgerät (Quelle: <a href="https://www.draeger.com">https://www.draeger.com</a> , 2022) .....	14
Abbildung 11: Vergleich der Temperaturen im Zuluft- und Tierbereich der Kälber im Zeitraum 23.07.2022 – 05.09.2022 .....	15
Abbildung 12: Temperaturverläufe im Zuluft- und Tierbereich der Kälber im Zeitraum 23.07.2022 – 05.09.2022.....	16
Abbildung 13: Vergleich der Temperaturen im Zuluft- und Tierbereich des Jungviehs im Zeitraum 23.07.2022 – 05.09.2022 .....	16

Abbildung 14: Temperaturverläufe im Zuluft- und Tierbereich des Jungviehs im Zeitraum 23.07.2022 – 05.09.2022 .....	17
Abbildung 15: Vergleich der relativen Luftfechtigkeiten im Zuluft- und Tierbereich der Kälber im Zeitraum 23.07.2022 – 05.09.2022 .....	18
Abbildung 16: Vergleich der relativen Luftfechtigkeiten im Zuluft- und Tierbereich des Jungviehs im Zeitraum 23.07.2022 – 05.09.2022 .....	19
Abbildung 17: Messungen der Luftgeschwindigkeit an den Luftaustrittsöffnungen bei einer Leistung von 90 % .....	20
Abbildung 18: Vergleich der Temperaturen im Zuluft- und Tierbereich der Kälber im Zeitraum 13.01.2023 - 17.03.2023 .....	24
Abbildung 19: Vergleich der Temperaturen im Zuluft- und Tierbereich des Jungviehs im Zeitraum 13.01.2023 - 17.03.2023 .....	25
Abbildung 20: Vergleich der relativen Luftfechtigkeiten im Zuluft- und Tierbereich der Kälber im Zeitraum 13.01.2023 - 17.03.2023 .....	26
Abbildung 21: Vergleich der relativen Luftfechtigkeiten im Zuluft- und Tierbereich des Jungviehs 31.01.2023 – 17.03.2023 .....	26
Abbildung 22: Keimmessung im Bereich der Schlauchaustrittsöffnung .....	29
Abbildung 23: Keimmessungen im Bereich des Jungviehs .....	29
Abbildung 24: Keimmessungen im Bereich der Stallmitte.....	30
Abbildung 25: Keimmessung im Bereich der Kälberboxen .....	30
Abbildung 26: Keimbelastung Schlauchaustrittsöffnung / ohne Ionisator .....	31
Abbildung 27: Keimbelastung Schlauchaustrittsöffnung / mit Ionisator .....	31
Abbildung 28: Keimbelastung Kälberbox / ohne Ionisator .....	32
Abbildung 29: Keimbelastung Kälberbox / mit Ionisator .....	32

Abbildung 30: Keimbelastung Jungvieh Tor / ohne Ionisator ..... 33

Abbildung 31: Keimbelastung Jungvieh Tor / mit Ionisator ..... 34

Abbildung 32: Keimbelastung Jungvieh erste Box Stallmitte / ohne Ionisator ..... 34

Abbildung 33: Keimbelastung Jungvieh erste Box / mit Ionisator ..... 35

**Tabellen**

Tabelle 1: Thermoneutrale Zonen im Vergleich (Quelle:  
www.gesunderinder.unibe.ch, 2022) ..... 3

Tabelle 2: Allgemeine Richtwerte für die Konzentrationsobergrenzen von  
Kohlendioxid, Ammoniak und Schwefelwasserstoff (Quelle:  
www.gesunderinder.unibe.ch, 2022) ..... 5

Tabelle 3: Momentanwerte der Temperatur und Luftgeschwindigkeit in m/sek..... 20

Tabelle 4: Maximalwerte der Temperatur und Luftgeschwindigkeit in m/sek..... 21

Tabelle 5: Schadgaskonzentration Mittelwert, Minimum, Maximum (in ppm) ..... 22

Tabelle 6: Tränkemenge in Liter, männliche Tiere ..... 23

Tabelle 7: Tränkemenge in Liter, weibliche Tiere ..... 23

Tabelle 8: Momentanwerte der Temperatur und Luftgeschwindigkeit in m/sek..... 28

# 1 Einleitung und Stand des Wissens

## 1.1 Tierwohl als Grundvoraussetzung

Tierwohl und Tiergesundheit sind zentrale Themen im Bereich der Nutztierhaltung. Um eine optimale Gesundheit der Nutztiere zu gewährleisten ist es von Notwendigkeit, die Hal- tungsbedingungen zu optimieren. Mit zunehmender Veränderung der klimatischen Ver- hältnisse steigen auch die Anforderungen an die Landwirt\*innen. Daher ist ein systemati- sches Erfassen und Auswerten von Betriebsdaten essenziell. Bewertungen und Beurteilun- gen eines Betriebes können nicht nur Problemstellen aufzeigen, sondern auch die bereits eingesetzten Maßnahmen überwachen. Gesetzliche Vorgaben bezüglich des Tierwohles können mithilfe der eingesetzten Methoden besser vorgelegt werden. (vgl. Brinkmann et.al., 2016)

Ein wesentlicher Faktor zur Erhöhung des Tierwohls ergibt sich durch hohe Anforderungen an die Haltungsumwelt, welche neben einer angepassten Ausführung des Stallgebäudes und der Aufstallungstechnik zu wesentlichen Teilen durch das (Raum-)Klima und die Luft- qualität positiv beeinflusst werden kann.

## 1.2 Haltungsumgebung und Stallklima

Adäquate Stalleinrichtungen sind die grundsätzliche Voraussetzung für leistungsstarke und vitale Rinder, wobei viele Faktoren zusammenspielen. Die Gestaltung der Liegeflächen, Zu- gang zu frischem Wasser und Futter, Luft und Stallklima beeinflussen den gesundheitlichen Zustand einer Rinderherde. Betrachtet man jede einzelne Komponente näher, können eventuelle Schwachstellen schneller und effektiver aufgezeigt und behandelt werden.

Eine optimal konzipierte Be- und Entlüftung von nutztierhaltenden Ställen soll die Gesund- heit und die Leistungsfähigkeit der Tiere aufrechterhalten oder im Optimalfall verbessern.

Wichtige Aspekte im Bereich der Rinderhaltung sind das Stallklima und die Lichtverhältnisse. Ein ausgeglichenes Stallklima beugt Hitze- und Kältestress vor.

Vielfach erschwert die Situation in Altgebäuden (geringe Deckenhöhen, unzureichende Dämmung) eine gute Stallluftqualität. Im Milchviehbereich sind vor allem Ventilatoren sehr gut geeignet und einfach sowie kostengünstig nachzurüsten, um Hitzestress zu senken – im Winterhalbjahr ist eine natürliche Belüftung über Türen und Tore meist ausreichend. Schwieriger zu beurteilen ist die Situation in der Kälber- und Jungviehhaltung, wobei es um die Beachtung der speziellen Bedürfnisse der Jungtiere geht. Die Freiheit von Zugluft und schädlichen Kaltlufteinflüssen muss gegeben sein und ein Temperaturminimum zur Vorbeugung von Kältestress gegeben sein.

Schlauchbelüftungen können hier Abhilfe schaffen, wobei im Jungviehbereich eine ganzjährige Belüftung unter Beachtung des vorliegenden Wissensstandes nur in Kombination mit Vorwärmung der Zuluft oder Entnahme der Luft aus konditionierten Vorräumen erfolgen sollte. Das Haupteinsatzgebiet würde man in den Sommermonaten sehen, wobei ein großes Fragezeichen im Raum steht: die Keimbelastung im Schlauchinneren nach Deaktivierung des Systems während der Wintermonate. Nachrüstungen der Firmen durch Reißverschlussysteme versprechen eine einfachere Reinigungsmöglichkeit für Wasch- und Trocknungsvorgänge, wobei erfahrungsgemäß der Zeitaufwand seitens der Praktiker hierfür als sehr hoch eingeschätzt wird.

### 1.2.1 Temperatur

Die Temperatur spielt eine wesentliche Rolle, um für Kuh und Kalb ein optimales Stallklima zu schaffen. Die thermoneutrale Zone definiert eine obere und untere Grenze, in welcher Wärmeproduktion und der Wärmeverlust eines Tieres möglichst ausgeglichen sein sollten. Wird die untere Grenze unterschritten (Kälteempfinden), ist das Wohlbefinden des Tieres gestört und es muss zusätzliche Energie aufwenden, um die Körperwärme zu halten. Sobald die obere Grenze überschritten wird (Hitzeempfinden) und das Tier nicht mehr genügend Wärme an die Umgebung abgeben kann, erleidet das Tier Hitzestress.

Kälber haben deutlich unterschiedliche Temperaturanprüche als erwachsene Rinder und einen höheren Anspruch an die klimatischen Bedingungen und die bereitgestellte Temperatur im Umgebungsbereich.

Während sich neugeborene Kälber bei Temperaturen von 10 bis 26 °C am wohlsten fühlen, liegt der optimale Temperaturbereich bei Tieren mit einem Lebensalter ab 1 Monat bei 0 bis 23 °C. (vgl. [www.gesunderinder.unibe.ch](http://www.gesunderinder.unibe.ch), 2022)

Tabelle 1: Thermoneutrale Zonen im Vergleich (Quelle: [www.gesunderinder.unibe.ch](http://www.gesunderinder.unibe.ch), 2022)

Alterskategorie	Temperaturbereich
<b>Neugeborene Kälber</b>	10 bis 26 °C
<b>Kälber ab 1 Monat</b>	0 bis 23 °C
<b>Adultes Rind</b>	-5 bis 15 °C

### 1.2.2 Hitzestress

Hitzestress kann für Kälber lebensbedrohlich werden, da sie ihre Körpertemperatur im Vergleich zum erwachsenen Rind schwerer regulieren können. Um Hitzestress festzustellen, ist neben einem Augenmerk auf erhöhte Atemfrequenz eine Messung der Körpertemperatur möglich.

Vorsicht geboten ist bei dunkel gefärbten und freistehenden Kälberiglus, da sich hier die Oberflächen sehr rasch aufheizen können und die zusätzliche Strahlungswärme belastend auf die Tiere wirkt. Eine umfassende Tierbeobachtung unter Vergleich der tagesaktuellen Temperaturen ist somit verpflichtend. (vgl. Herrmann, 2022)

### 1.2.3 Kältestress

Kältestress stellt ein weiteres bedeutendes Risiko für Kälber dar. Frieren Kälber im Winter, sind sie anfälliger für Krankheiten, da der Pansen von Kälbern noch nicht vollständig ausgebildet ist und noch keine Wärme produziert, wie bei ausgewachsenen Rindern der Fall.

Enorm wichtig ist vor allem bei tiefen Temperaturen die Vermeidung von Zugluft. Vorbeugend muss im Kälbermanagement auf eine ausreichende Einstreumenge geachtet werden (Gliedermaßen umschließende Einstreuhöhe). Kalte Wände (Beton, etc.) sollen aufgrund der Kälteabstrahlung weitgehend vermieden werden. Eine nachträgliche Dämmung kann hier Abhilfe schaffen.

Die Lungenreifung ist erst mit etwa einem Jahr abgeschlossen und alle bis dahin auftretenden Schädigungen greifen stark in das Leistungspotential und die Widerstandsfähigkeit eines Jungrindes ein.

Gesunde Kälber können bei passenden Umgebungs- und Tränkebedingungen ein Mehr an Energie für ihr Wachstum zur Verfügung stellen und sind dementsprechend vitaler und robuster sowie weniger anfällig für Krankheiten. (vgl. Huber, 2019)

#### 1.2.4 Relative Luftfeuchtigkeit

Die relative Luftfeuchtigkeit ist neben vielen anderen Faktoren ausschlaggebend für das Wohlbefinden eines Rindes. Besonders in wärmeren Sommermonaten kann es durch eine zu hohe Luftfeuchtigkeit zu Hitzestress kommen (Beachtung THI-Index). Der Optimalbereich der relativen Luftfeuchtigkeit liegt im frei belüfteten Bereich zwischen 60 und maximal 80 %.

Wichtige Aspekte hierbei sind, welches Stallsystem (geschlossen/offen) vorhanden ist und ob oder welche Belüftungs- bzw. Klimatisierungsanlagen eingebaut sind. Diese zwei Faktoren haben einen großen Einfluss auf den relativen Wert der Luftfeuchtigkeit.

#### 1.2.5 Luftgeschwindigkeit

Luftgeschwindigkeit und Luftzirkulation haben einen enormen Einfluss auf die Gesundheit von Kälbern. Eine Strömungsgeschwindigkeit von 0,2m/s sollte vor allem im Tierbereich nicht überschritten werden, um negativen Folgen für Gesundheit und Leistung vorzubeugen.

Herrschen zu hohe Strömungsgeschwindigkeiten im Tierbereich, können vor allem in Zeiten mit großen Temperaturdifferenzen zwischen Außenluft und Stall Zuglufterscheinungen mit negativen Folgen für den Tierbestand sowie Folgeerkrankungen wie Fieber, Husten und Lungenentzündungen auftreten.

Höhere Luftgeschwindigkeiten im Sommer bei ausgeglichenen Temperaturverhältnissen bringen jedoch viele positive Aspekte mit sich: die Gefahr von Hitzestress wird deutlich minimiert. (vgl. [www.gesunderinder.unibe.ch](http://www.gesunderinder.unibe.ch), 2022)

### 1.2.6 Schadgaskonzentrationen

Zu einem optimalen Stallklima gehört die Vermeidung von hohen Schadgaskonzentrationen, um gesundheitsschädliche Folgen für den Tierbestand zu vermeiden. Ziel ist ein perfektes Verhältnis zwischen Frischluftbedarf und Luftqualität im Stall im Jahresverlauf.

*Tabelle 2: Allgemeine Richtwerte für die Konzentrationsobergrenzen von Kohlendioxid, Ammoniak und Schwefelwasserstoff (Quelle: [www.gesunderinder.unibe.ch](http://www.gesunderinder.unibe.ch), 2022)*

Gas	Max. Konzentration
Kohlendioxid (CO <sub>2</sub> )	3000 ppm
Ammoniak (NH <sub>3</sub> )	10 ppm
Schwefelwasserstoff (H <sub>2</sub> S)	0,5 ppm

### 1.2.7 Keimgehalt der Luft

Vor allem in Kälber- und Jungviehställen sind hygienisch einwandfreie Bedingungen und eine gute Durchlüftung von großer Relevanz. Kälber stellen sehr hohe Anforderungen an das Hygienemanagement, denn diese brauchen optimale Bedingungen, um sich gut entwickeln zu können.

Mehrheitlich entstehen Krankheiten im Kälberstall multifaktoriell durch unterschiedliche, ungünstige Bedingungen. Umso wichtiger ist es, ein sachgerechtes Hygienemanagement. Eine regelmäßige Säuberung und Desinfektion der Kälberboxen/Iglus und Aufstallung im Jungviehbereich ist essenziell. Um Infektionskrankheiten bestmöglich zu unterbinden,

sollte auf die richtige Anwendung von Reinigungs- und Desinfektionsmitteln geachtet werden.

Essentiell neben all diesen Maßnahmen ist eine ausreichende, ganzjährige und zugluftfreie Durchlüftung des Tierbereiches zur Förderung eines gesunden Lungenwachstums und Vorbeugung gesundheitlicher Einschränkungen.

Zusätzliche Techniken können hierbei helfen, die gewünschten Ziele zu erreichen.

## 2 Fragestellungen und Ziele

Aktuell gibt es nur wenige Untersuchungen zu Schlauchbelüftungsanlagen in der Kälber- und Jungviehhaltung. Der Einsatz im adulten Rinderbereich ist unter bestimmten Voraussetzungen aus Sichtung der Literatur und Erfahrungswerten hervorgehend bereits jetzt unter Einhaltung bestimmter Anforderungen ganzjährig möglich.

Im Rahmen einer ersten Versuchsreihe wurde aus diesen Gründen eine Schlauchbelüftungsanlage zur Belüftung von Kälber- und Jungviehställen getestet. In Zusammenarbeit mit der Fachstelle für tiergerechte Tierhaltung und Tierschutz wurden die zu untersuchenden Parameter festgelegt und eine Erhebung auf einem landwirtschaftlichen Betrieb durchgeführt.

### Definierte Fragestellungen:

- Welche Auswirkungen haben Schlauchbelüftungsanlagen auf die Luftqualität und das Strömungsverhalten im Tierbereich?
- Gibt es tierphysiologische Änderungen durch den Einsatz einer Schlauchbelüftung?
- Unter welchen Voraussetzungen kann eine Schlauchbelüftung zur Klimatisierung von Kälber- und Jungviehställen ganzjährig genutzt werden?

Bei positivem Versuchsverlauf erfolgt eine Auszeichnung mit dem Tierschutz-Kennzeichen und eine Einbau-Empfehlung für Kälber- und Jungviehställe.

## **3 Material und Methoden**

Die Erhebungen am Versuchsbetrieb fanden im Rahmen von zwei Messreihen statt:

Die Sommermessreihe dauerte von 23.07.2022 bis 05.09.2022 an. Die Wintermessung umfasste den Zeitraum von 13.01.2023 bis 17.03.2023.

### **3.1 Versuchsbetrieb**

Der biologisch geführte Milchviehbetrieb mit angeschlossener Kälber- und Jungviehaufzucht liegt in der Marktgemeinde St. Michael im Lungau auf etwa 1.060 Metern Seehöhe. Im Jahre 2004 wurde erstmals ein Stallneubau vorgenommen, welcher eine Stallplatzkapazität für rund 100 Stück Rinder schaffte. Anfang 2021 wurde dieser Stall erweitert und optimiert. Parallel dazu wurde ein neuer Kälber- und Jungviehstall errichtet. Auf diesem Hof werden zurzeit rund 80 Fleckvieh-Milchkühe und 45 Kälber gehalten.

### **3.2 Management**

Die weiblichen Nachzuchtkälber bleiben auf dem Hof, die männlichen Kälber werden nach der gesetzlichen Behaltefrist abgegeben. Getränkt wird ad libitum.

Um eine zu hohe Keimbelastung zu vermeiden, wird der Jungviehbereich wöchentlich entmistet und neu eingestreut sowie ganzjährig alle drei Wochen nass gereinigt. Sobald Kälber von den Einzelboxen in den Laufstallbereich umgestellt werden, erfolgt auch hier eine Reinigung. Durch zwei Abflussrinnen, welche quer durch den Stall verlaufen, ist ein schnelles Abfließen des Wassers auch im Winter ohne Gefrieren garantiert.

### 3.3 Schlauchbelüftung

Landwirt\*innen stehen aufgrund klimatischer Veränderungen vermehrt vor Problemen im Bereich der Aufzucht. Daher gewinnen Lüftungssysteme jeglicher Art an Bedeutung. Das Spektrum der Anbieter hat sich vor allem im Bereich der Schlauchbelüftungen enorm ausgeweitet. (vgl. Nordlund, 2019) Mithilfe dieser Techniken dringt bei optimaler Planung und Einpassung in das Stallsystem Frischluft zugluftfrei in die Haltungsumgebung eines Kalbes ein. Bei niedrigen Temperaturen wird auf eine moderate Belüftung mit geringen Drehzahlen und Luftraten gesetzt, so sollte entgegen der bisherigen Fachmeinungen auch eine ganzjährige Belüftung möglich sein.



- 1 = Tube entlang der Boxenreihe
- 2 = Variante 1, einseitige Zuluft
- 3 = Flächige Belüftung des Tierbereichs
- 4 = Belüftung/Kühlung im Liegebereich

Abbildung 1: Wirkungsweise einer Schlauchbelüftung (Quelle: Neumayer, 2022)

#### 3.3.1 vet.smart.tubes

Hauptbestandteil ist ein Tube, welcher je nach Modell an der Unterseite oder seitlich mit different großen Luftaustrittskanälen versehen ist. Um eine optimale Luftzirkulation gewährleisten zu können, wird der Durchmesser des Tubes und die Anordnung der Luftaustrittskanäle spezifisch auf den jeweiligen Bestand angepasst. Im Tube ist zuluftseitig ein Ventilator eingebaut, wobei das Gesamtkonstrukt in die Außenwand des Gebäudes/Stalles eingesetzt wird. So wird der Stall mittels Überdruck dauerhaft mit Frischluft von außen versorgt. Der Ventilator wird durch eine Wetterschutzabdeckung vor etwaigen klimatisch bedingten Einflüssen geschützt.

Die Frischluftansaugung von außen ist im alpinen Raum als entscheidender Einflussfaktor zu sehen, ob im Tierbereich mögliche Zuglufterscheinungen und Erkrankungen auftreten.

Entsprechend der bisherigen Empfehlungen würde man im Jungviehbereich unbedingt eine Vorkonditionierung der Zuluft empfehlen (Vorwärmung, Ansaugung aus einem Nebenraum u.ä.), eine Außenansaugung stellt hiermit eine neuartige, herausfordernde Variante dar.

Ein wesentlicher Teil dieses Systems ist die temperaturgesteuerte Regelung, welche an einem repräsentativen Ort im Stall montiert ist. Durch diese Regelung ist eine automatische Steuerung der Ventilatorleistung möglich, welche jeweils an die gemessenen Temperaturen im Tierbereich angepasst ist. Es gibt jedoch auch die Möglichkeit, die Ventilatorleistung manuell zu steuern. (vgl. Neumayer, 2022)



Abbildung 2: vet.smart.tubes (Quelle: Neumayer, 2022)

### 3.3.2 Montage

Die Schlauchbelüftungsanlage im Kälber- und Jungviehstall wurde im Dezember 2021 installiert. Im Stallgebäude wurden hierbei zwei voneinander unabhängige Tubes installiert, wobei der erste Tube oberhalb der Jungviehbuchten verläuft. Dieser Tube saugt die Zugluft ostseitig an. Der zweite Tube wurde oberhalb der Einzelboxen der Kälber mit einer westseitigen Zuluftansaugung installiert. Im Bereich der Kälberboxen ist ein FN035 Ventilator der Firma Ziehl-Abegg montiert sowie im Bereich des Jungviehs ein Ventilator der Baureihe FN045. Diese EC-Ventilatoren verbrauchen durch die EC-Technologie im Jahresschnitt etwa 40 % weniger Energie.



Abbildung 3: Einbau der Schlauch-/Ventilationseinheit in die Gebäude-Außenhülle (Quelle: Neumayer, 2022)



Abbildung 4: Montage der vet.smart.tubes im Bereich der Kälberboxen (Quelle: Neumayer, 2022)



Abbildung 5: Aufhängung des vet.smart.tubes (Quelle: Neumayer, 2022)

### 3.3.3 Ionisator

Am 13. September 2022 wurde die Belüftungsanlage im Bereich des Jungviehs um einen Ionisator der Marke Freshlight erweitert, welcher direkt in den Tube integriert wurde. Der Ionisator wurde nach einer Begutachtung und vor-Ort-Messung des Luftkeimgehaltes im März 2023 erstmalig in Betrieb genommen, um eine zusätzliche Wirksamkeit auf die Parameter Keimbelastung und Schadgase feststellen zu können.



*Abbildungen 6 und 7: Einbau des Ionisators in den vet.smart.tube (Quelle: Neumayer, 2022)*

## 3.4 Klimatische Parameter

### 3.4.1 Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit

Für die Erhebungen der Parameter Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit wurden Logger der Firma testo (175 H1 Datenlogger) verwendet. Mittels Excel-Exportfunktion wurden die im Zeitintervall von jeweils zehn Minuten gemessenen Parameter übertragen und analysiert.



Abbildung 8: Testo 175 H1 Datenlogger (Quelle: <https://www.testo.com>, 2023)

### 3.4.1 Luftgeschwindigkeit

Für die Luftgeschwindigkeitsmessungen wurde ein thermischer Strömungssensor in Kombination mit einem mirkomec-Multisens-Logger sowie einem Speicherintervall von 10 Minuten verwendet. Das Modell CTV 110 zeichnet sich durch eine hohe Messgenauigkeit aus, welche durch hochsensible Hitzedrahtanemometer ermöglicht wird. (vgl.: <https://www.volumenstrommessung.de>, 2023)



Abbildung 9: Thermischer Strömungssensor CTV 110 (Quelle: <https://www.volumenstrommessung.de>, 2023)

Während der Sommermessreihe wurde die Luftgeschwindigkeit mittels eines Hitzedrahtanemometers an einer Stelle des Schlauchbelüftungssystems (Kälberbereich) und im Tierbereich kontinuierlich gemessen und aufgezeichnet. Sowohl Momentan- als auch Maximalwerte wurden erhoben.

### 3.4.2 Schadgaskonzentrationen

Die Schadgaskonzentration wurde mittels Dräger X-am 7000 Gasmessgerät ermittelt. Dieses Gerät misst die Konzentration von CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> oder H<sub>2</sub>S kontinuierlich. Das Messintervall wurde wiederum abgestimmt auf die erfassten Temperatur-/Feuchte- und Strömungswerte.



Abbildung 10: Dräger X-am 7000 Gasmessgerät (Quelle: <https://www.draeger.com>, 2022)

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Sommermessreihe

#### 4.1.1 Temperatur

Die Temperaturmessungen zeigten zwischen dem Aufenthaltsbereich der Kälber sowie der Zuluftansaugung starke Abweichungen. Die Maximaltemperatur im Bereich der Zuluft bei westseitiger Ansaugung betrug 40,10 °C, wobei die höchst gemessene Temperatur im Kälberbereich bei 30,50 °C lag. Die lässt darauf schließen, dass der Einsatz der Schlauchbelüftungsanlage Hitzestress im Bestand deutlich minimieren kann. Das Reduktionspotential hierbei lag bei bis zu 9,6 Kelvin (Temperaturdifferenz).

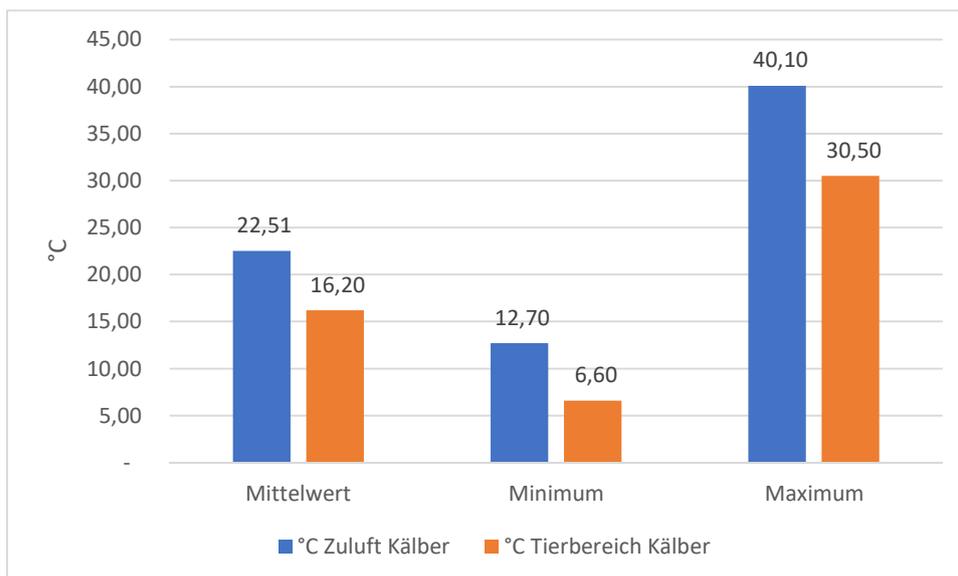


Abbildung 11: Vergleich der Temperaturen im Zuluft- und Tierbereich der Kälber im Zeitraum 23.07.2022 – 05.09.2022

Die Temperatur im Tierbereich war durch den Einsatz der Schlauchbelüftung und der dadurch geschaffenen zusätzlichen Luftzirkulation deutlich kühler als jene im Bereich der Zuluft.

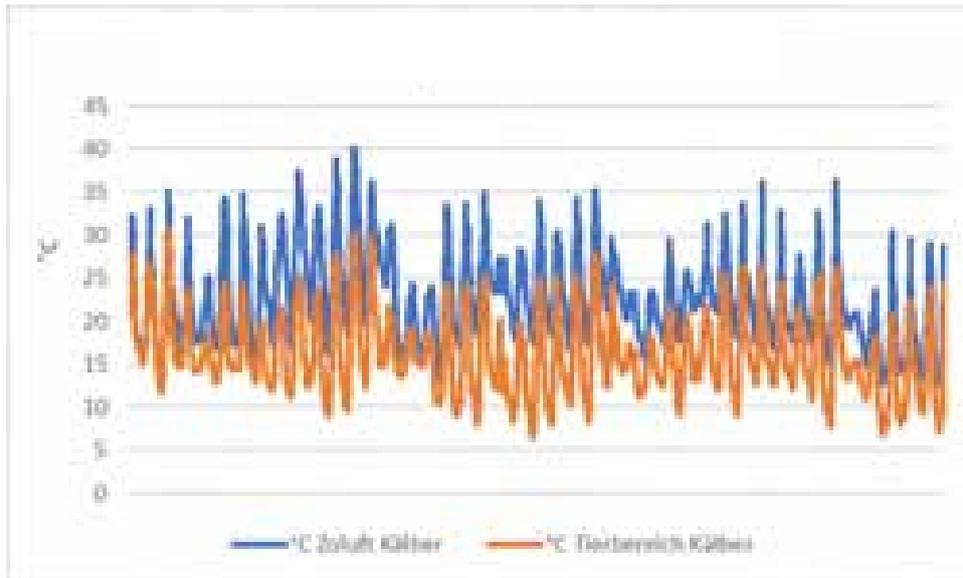


Abbildung 12: Temperaturverläufe im Zuluft- und Tierbereich der Kälber im Zeitraum 23.07.2022 – 05.09.2022

Vergleicht man die Temperaturen im Jungviehbereich sowie des angeschlossenen Zuluftbereiches, ist klar zu erkennen, dass sowohl Mittel-, Minimum und Maximalwerte im Bereich der Zuluft höher liegen und sich somit geringere Differenzen in diesem ostseitig gelegenen Stallteil ergeben. Betrachtet man die beiden gemessenen Maximalmalwerte, ergibt sich eine Differenz von 3,20 Kelvin. Während die gemessene Höchsttemperatur im Bereich des Ventilators bei 33,2 °C lag, wurde im Tierbereich eine Maximaltemperatur von 30,0 °C gemessen. Auch hinsichtlich der erfassten Minimalwerte sind klare Differenzen zu erkennen. Der niedrigste gemessener Wert im Bereich des Ventilators lag bei 7,50 °C. Im Tierbereich lag der Minimalwert bei 6,90 °C.

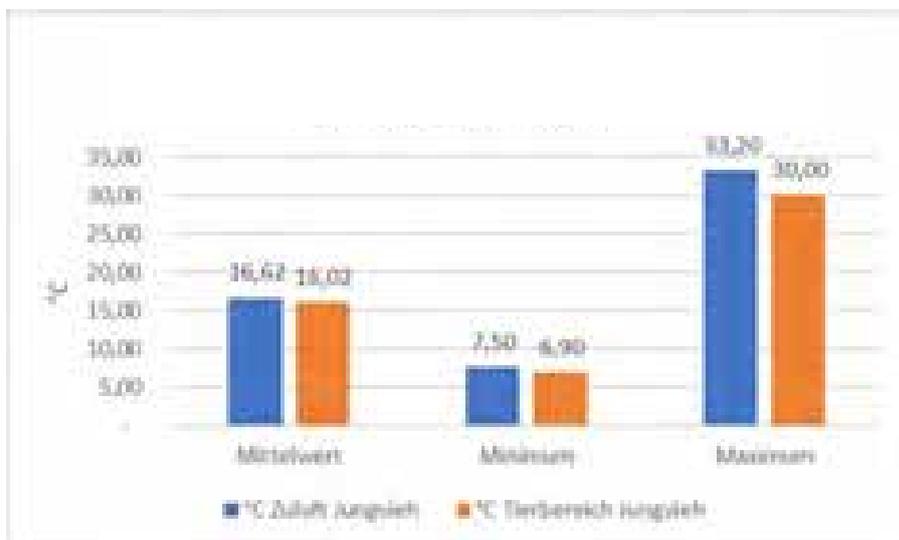


Abbildung 13: Vergleich der Temperaturen im Zuluft- und Tierbereich des Jungviehs im Zeitraum 23.07.2022 – 05.09.2022

Die Messungen der Temperatur im Bereich der Zuluft und im Tierbereich unterscheiden sich im grafischen Verlauf nur gering. Jedoch ist zu erkennen, dass im Bereich der Zuluft vereinzelt Peaks verzeichnet wurden.

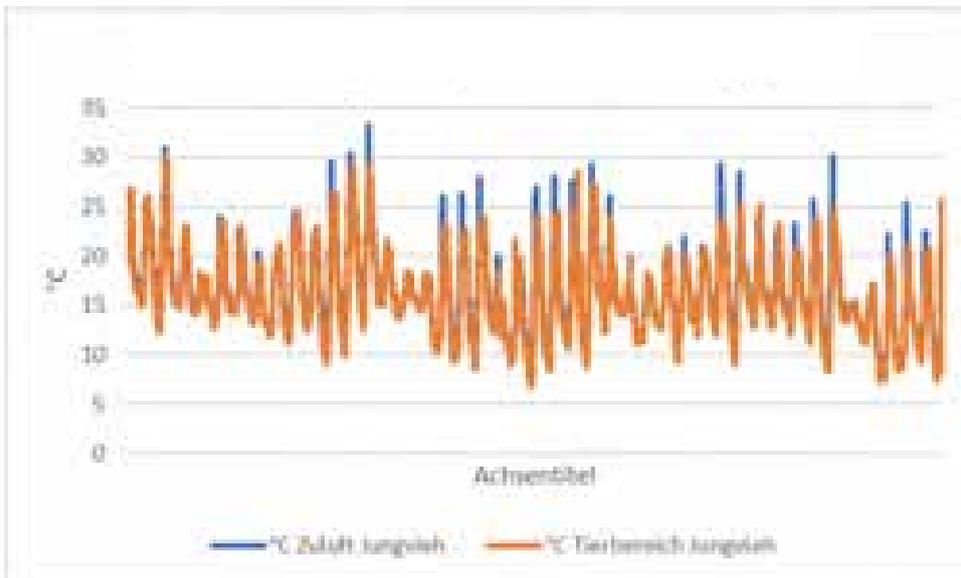


Abbildung 14: Temperaturverläufe im Zuluft- und Tierbereich des Jungviehs im Zeitraum 23.07.2022 – 05.09.2022

#### 4.1.2 Relative Luftfeuchtigkeit

Im Bereich der Kälberboxen wurden die Höchstwerte an relativer Luftfeuchtigkeit mit 99,9 % rF gemessen. Der niedrigste Wert lag bei 31,60 % rF. Der Mittelwert dieser Messungen im Messzeitraum von 23.07.2022 - 05.09.2022 beträgt 79,23 % rF im Bereich der Kälberboxen. Die relativen Luftfeuchtigkeitsgehalte im Bereich der Zuluft für die Kälber unterscheiden sich im Vergleich zu den Messungen im Bereich der Kälberboxen nur gering. Der höchst gemessene Wert an rF im Bereich der Zuluft für die Kälber lag wie auch bei den Messungen im Bereich der Kälberboxen bei 99,9 % rF. Der niedrigste gemessene Wert im Zuluftbereich der Kälber lag bei 23,00 % rF. Der Mittelwert dieser Messungen im Bereich der Zugluft für die Kälber lag bei 79,33 % rF im Messzeitraum vom 23.09.2022 bis zum 05.09.2022.

Der Optimalbereich der relativen Luftfeuchtigkeit liegt zwischen 60 % und 80 % rF im frei belüfteten Bereich. Positiv zu verzeichnen ist, dass die Mittelwerte der relativen Luftfeuch-

tigkeitsmessungen im Zeitraum von 23.09.2022 bis 05.09.2022 im Tierbereich und im Bereich der Zuluft den Grenzwert von 80 % rF nicht überschritten haben – jedoch gab es einzelne Höchstwerte, welche weit oberhalb der Empfehlungen lagen.

Ein deutlicher Unterschied zeigte sich in Bezug auf die relative Luftfeuchtigkeit in den Bereichen „Zuluft Kälber“ und „Tierbereich Kälber“.

Der Minimalwert hinsichtlich der relativen Luftfeuchtigkeit lag im Bereich des Ventilators deutlich geringer als im Tierbereich. Auch die Mittel- und Maximalwerte der relativen Luftfeuchtigkeit unterschieden sich gering in diesen beiden Bereichen. Dies ist auf die Geschwindigkeit der zugeführten Luft zurückzuführen, da durch ausreichende Luftumwälzung und –bewegung eine teilweise Abtrocknung des Feuchtegehalts erfolgte.



Abbildung 15: Vergleich der relativen Luftfeuchtigkeiten im Zuluft- und Tierbereich der Kälber im Zeitraum 23.07.2022 – 05.09.2022

Das dargestellte Diagramm stellt die Mittel-, Minimum- und Maximalwerte der relativen Luftfeuchtigkeit in den Bereichen Jungvieh und Zuluft dar. Der höchst gemessene Wert an relativer Luftfeuchtigkeit lag sowohl bei der Zuluft des Jungviehs als auch im Tierbereich des Jungviehs bei 99,90 %. Im Bereich der Zuluft des Jungviehs lag der niedrigste gemessene Wert an relativer Luftfeuchtigkeit bei 26,60 %, im Tierbereich bei 30,40 % relativer Luftfeuchtigkeit.

Aus den erhobenen Daten ergaben sich folgende Mittelwerte:

Der Mittelwert für den relativen Luftfeuchtigkeitsgehalt im Messzeitraum 23.07.2022 bis 05.09.2022 lag im Bereich der Zugluft des Jungviehs bei 75,81 % rF. Im Tierbereich lag jener Wert im selben Messzeitraum bei 81,77 % rF.

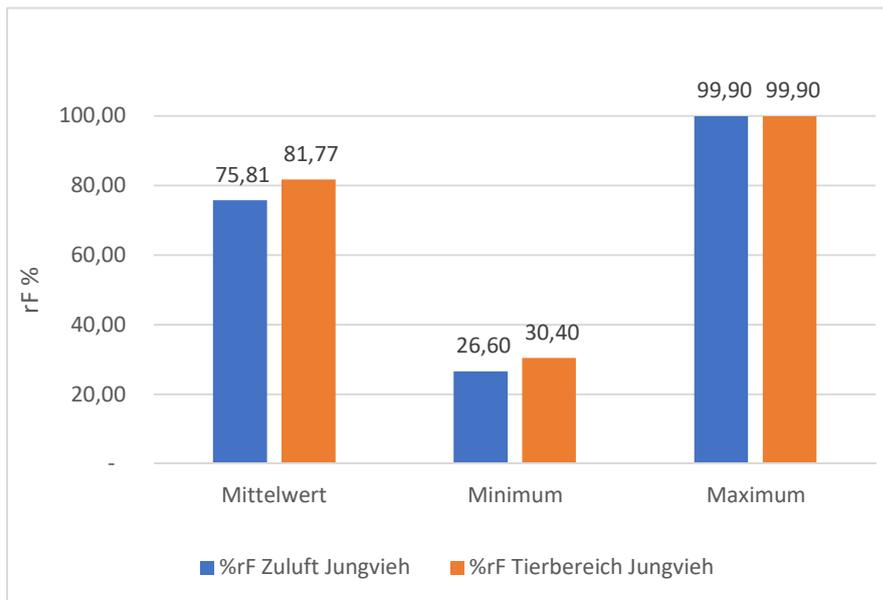


Abbildung 16: Vergleich der relativen Luftfeuchtigkeiten im Zuluft- und Tierbereich des Jungviehs im Zeitraum 23.07.2022 – 05.09.2022

#### 4.1.3 Temperatur und Luftgeschwindigkeit

Zu Beginn der Messungen wurde die Luftgeschwindigkeit im Rahmen einer vor-Ort-Messung direkt an den Luftaustrittsöffnungen des kälberseitigen Zuluftschlauches erhoben. Während der Messungen wurde die Ventilationsrate manuell auf 90 % eingestellt. Die Luftgeschwindigkeit der großen Luftaustrittsöffnungen unterschied sich deutlich von den Werten der kleinen Luftaustrittsöffnungen. Die Luftgeschwindigkeit wurde über die Gesamtlänge verteilt an sechs verschiedenen Stellen des Schlauches gemessen, wobei bei fünf Messstellen die Luftgeschwindigkeit der großen Luftaustrittsöffnungen höher lag. Die Differenz zwischen großen und kleinen Luftaustrittsöffnungen lag bei bis zu 1,20 m/sek.



Abbildung 17: Messungen der Luftgeschwindigkeit an den Luftaustrittsöffnungen bei einer Leistung von 90 %

Im Bereich der Zuluft wurde im Rahmen der Momentanmessungen während des gesamten Messzeitraumes eine maximale Luftgeschwindigkeit von 3,29 m/sek erhoben und spiegelt so einen guten Mittelwert der vorab durchgeführten Messung wieder. Dieser Wert wurde sowohl am 23.07.2022 um 15:50 Uhr als auch am 24.07.2022 um 11:30 Uhr erhoben. Die niedrigste Luftgeschwindigkeit wurde am 23.08.2022 um 10:50 Uhr mit einem Wert von 0,48 m/sek gemessen. Aus dem gesamten Messzeitraum ergab sich ein Mittelwert der Zuluftgeschwindigkeit von 1,98 m/sek.

Im Bereich der Zuluft konnte ein Mittelwert der Lufttemperatur von 16,16 °C erhoben werden. Die höchst gemessene Temperatur betrug 32,00 °C, diese wurde am 25.07.2022 um 15:00 Uhr gemessen. Die niedrigste gemessene Temperatur wurde am 14.08.2022 um 06:10 erfasst und betrug 6,00 °C.

Tabelle 3: Momentanwerte der Temperatur und Luftgeschwindigkeit in m/sek.

	Kanal 1	Kanal 2	Kanal 3	Kanal 4
Mittelwerte	16,16	1,98	16,01	0,20
Minima	6,00	0,48	6,80	0,01
Maxima	32,00	3,29	29,80	3,60

Kanal 1 = Momentanwert Temperatur Zuluft, Kanal 2 = Momentanwert Strömung Zuluft

Kanal 3 = Momentanwert Temperatur Tierbereich, Kanal 4 = Momentanwert Strömung Tierbereich

Während des gesamten Messzeitraumes konnte ein Temperaturmaximum von 29,80 °C erhoben werden. Dieser Wert wurde am 25.07.2022 um 15:00 Uhr gemessen. Der niedrigste

gemessene Temperaturwert betrug 7,10 °C und wurde am 14.08.2022 um 06:10 Uhr erfasst. Während des Messzeitraumes konnte dabei ein Mittelwert von 16,25 °C erhoben werden.

Bezüglich der Luftgeschwindigkeitsmessungen konnten folgende Maximalwerte erhoben werden: Am 18.08.2022 um 15:10 Uhr wurde der höchste Maximalwert mit 6,54 m/sek gemessen. Während des Messzeitraumes ergab sich somit ein Mittelwert von 0,69 m/sek.

Tabelle 4: Maximalwerte der Temperatur und Luftgeschwindigkeit in m/sek.

	Kanal 1	Kanal 2	Kanal 3	Kanal 4
Mittelwerte	16,53	2,38	16,25	0,69
Minima	6,60	1,57	7,10	-
Maxima	32,50	3,59	29,80	6,54

Kanal 1 = Maximalwert Temperatur Zuluft, Kanal 2 = Maximalwert Strömung Zuluft

Kanal 3 = Maximalwert Temperatur Tierbereich, Kanal 4 = Maximalwert Strömung Tierbereich

#### 4.1.4 Schadgaskonzentration

##### 4.1.4.1 Ammoniak

Der empfohlene Maximalwert bei NH<sub>3</sub> liegt bei 20 ppm. Jener Wert wurde bei den Messungen am Betrieb „Brandstätter“ während des gesamten Messzeitraumes nie überschritten. Der höchstgemessene Wert lag bei 8,00 ppm NH<sub>3</sub> mit einem Mittelwert von 1,32 ppm.

##### 4.1.4.2 Kohlendioxid

Während des Messzeitraumes wurden sehr niedrige CO<sub>2</sub>-Werte festgestellt. Der empfohlene Maximalwert von 2.000 ppm CO<sub>2</sub> wurde zu keinem Zeitpunkt überschritten.

Der höchst gemessener Wert betrug 822 ppm CO<sub>2</sub>, wobei dieser Wert deutlich unter dem empfohlenen Maximalwert liegt und nahezu Frischluftbedingungen entspricht.

Tabelle 5: Schadgaskonzentration Mittelwert, Minimum, Maximum (in ppm)

	CO2	NH3	H2S
Mittelwert	xxx	1,32	0
Minimum	400,00	0	0
Maximum	822,00	8,00	0

#### 4.1.4.3 Schwefelwasserstoff

Bei den Messungen wurden keine messbaren Werte an H<sub>2</sub>S festgestellt. Somit wurde auch hier der empfohlene Maximalwert zu keinem Zeitpunkt überschritten.

#### 4.1.5 Physiologische Parameter

Alle weiblichen Kälber von 0-3 Wochen wurden ad libitum getränkt. Im Durchschnitt nahmen die Kälber so zwischen 10- und 14 Liter pro Tag auf.

Mit einem Alter von 3 und 7 Wochen reduzierte sich die Tränkemenge auf 10 Liter pro Tag. In der Zeit von der 8.- bis zur 14. Lebenswoche betrug die Milchmenge zwischen 6- und 8 Litern pro Tag und zwischen 14-16 Wochen 4-6 Liter, wobei eine langsame Reduktion auf bis zu 0,5 Liter erfolgte, sodass die Entwöhnung sehr einfach verlief.

Im Sommer 2022 gab es weder Auffälligkeiten betreffend der Gesundheit der Kälber, noch war das Hinzuziehen eines Veterinärs erforderlich.

Tabelle 6: Tränkemenge in Liter, männliche Tiere

Männlich	geboren	Abgang	morgens	abends	gesamt	tatsächliche l
AT 811740488	11.07.	01.08.	8l	8l	160l	160l
AT 811742688	06.08.	22.08.	8l	8l	224l	202l
AT 811743788	06.08.	22.08.	8l	8l	224l	208l
AT 811745988	09.08.	29.08	8l	8l	320l	305l
AT 811747288	21.08.	12.09.	8l	8l	352l	343l
AT 811749488	26.08.	19.09.	8l	8l	384l	376l
AT 811750688	28.08.	19.09.	8l	8l	352l	352l
AT 811752888	02.09.		8l	8l		
AT 811756388	10.09		8l	8l		

Tabelle 7: Tränkemenge in Liter, weibliche Tiere

Weiblich	geboren	Name	alter	Milchmenge
AT 660903988	08.05.	Ella	4,5 Monate	0 l
AT 660904188	21.05.	Lotte	4 Monate	0 l
AT 660906388	26.05.	Dagmar	3,8 Monate	4 l
AT 660908588	05.06.	Lea 2	3,6 Monate	4 l
AT 660909688	04.06.	Emanuela	3,6 Monate	4 l
AT 660910888	07.06.	Honda	3,5 Monate	4 l
AT 660912188	03.07.	Erdbeere	2,7 Monate	6 l
AT 660913288	03.07.	Elster	2,7 Monate	6 l
AT 660914388	11.07.	Gusti 2	2,4 Monate	6 l
AT 811744888	08.08.	Lena	1,5 Monate	10 l
AT 811748388	26.08.	Vespa	1 Monat	10 l
AT 811751788	29.08.	Ecaterina	0,8 Monate	10 l
AT 811753988	03.09.	Ente	0,6 Monate	14 l
AT 811754188	03.09.	Florida	0,5 Monate	14 l
AT 811755288	10.09.	Verona 2	0,4 Monate	14 l

## 4.2 Wintermessreihe

### 4.2.1 Temperatur

Bei den Temperaturmessungen in den Bereichen „Zuluft Kälber“ und „Tierbereich Kälber“ im Zeitraum 13.01.2023 bis 17.03.2023 konnten starke Abweichungen erfasst werden. Die niedrigsten gemessenen Temperaturmessungen lagen im Bereich der Zuluft der Kälber bei

-13,1 °C. Bei den Messungen im Tierbereich der Kälber war dieser Wert deutlich höher und lag bei -7,7 °C. Die Maximalwerte zeigten im Bereich der Zuluft der Kälber einen Höchstwert von 17,8 °C - jener Maximalwert lag im Tierbereich der Kälber mit 13,4 °C deutlich niedriger.

Auch die Mittelwerte unterschieden sich stark: während bei den Messungen im Bereich der kälberseitigen Zuluft ein Mittelwert von 0,92 °C errechnet werden konnte, lag jener Wert im Tierbereich der Kälber bei 3,18 °C.

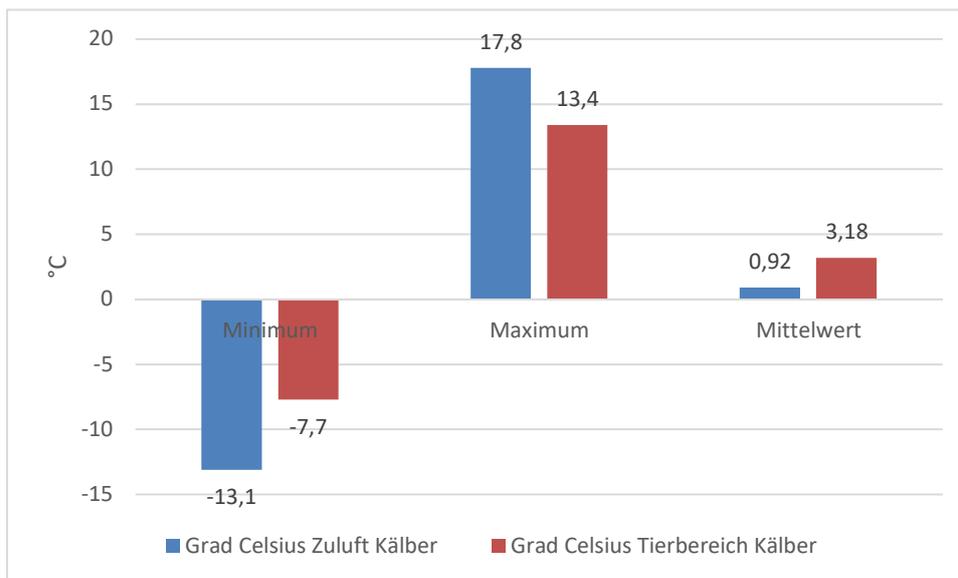


Abbildung 18: Vergleich der Temperaturen im Zuluft- und Tierbereich der Kälber im Zeitraum 13.01.2023 - 17.03.2023

Bezüglich der Temperaturmessungen in den Bereichen „Zuluft Jungvieh“ und „Tierbereich Jungvieh“ waren die Differenzen wie bereits während der Sommermessung geringer.

Der niedrigste gemessene Wert im Bereich der Zuluft des Jungviehs belief sich auf -12,2 °C. Im Tierbereich lag dieser Wert bei einem sehr tiefen Wert von -11,4 °C. Dies entspricht einer Differenz der beiden Messungen von 0,8 Kelvin sowie einer deutlichen Unterschreitung der Empfehlungen.

Der Maximalwert der Messungen im Bereich der Zuluft lag bei 12,4 °C, jungviehseitig wurde ein Maximalwert von 17,7 °C erhoben. Auch die Mittelwerte unterschieden sich gering mit 1,03 °C zuluftseitig und im Tierbereich des Jungviehs mit 1,84 °C.

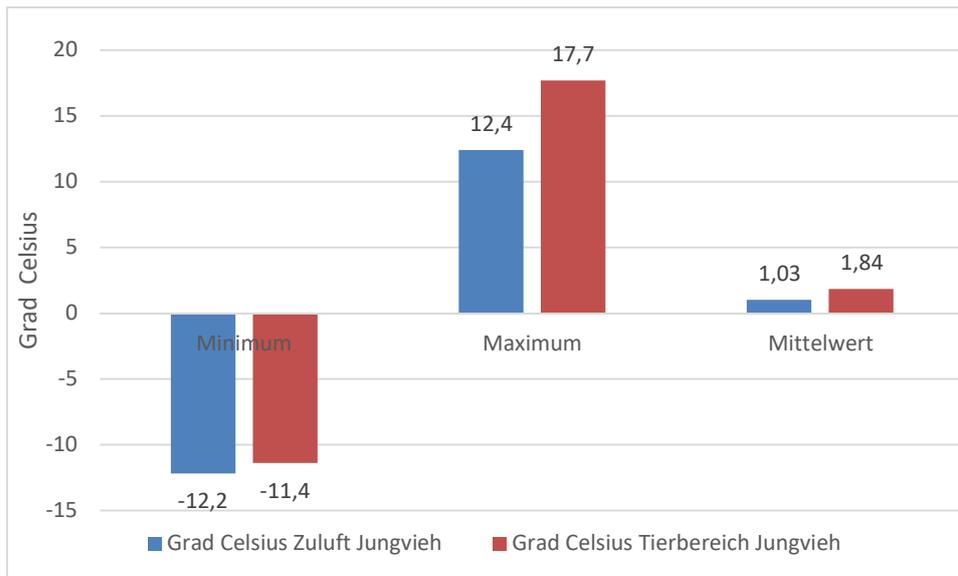


Abbildung 19: Vergleich der Temperaturen im Zuluft- und Tierbereich des Jungviehs im Zeitraum 13.01.2023 - 17.03.2023

#### 4.2.2 Relative Luftfeuchtigkeit

Sowohl im Bereich der Zuluft der Kälber als auch im Tierbereich wurden maximale relative Luftfeuchtegehalte von 99 % rF erhoben. Im Bereich der Zuluft der Kälber lag der Minimalwert bei 20,1 % rF. Erstaunlich ist, dass bei den Messungen im Tierbereich der Kälber der Minimumwert deutlich über dem gemessenen Minimumwert im Bereich der Zuluft der Kälber lag. Die Differenz der beiden Messungen lag bei 4,9 °C. Dies spricht für eine gute Belüftung und gewünscht trockenere Bedingungen im Tierbereich.

Mittelwerte der relativen Luftfeuchtigkeit wurden im Bereich der Zuluft kälberseitig mit 72,27 % rF gemessen – im Tierbereich lag der Mittelwert während des Messzeitraumes bei einem Optimalwert von 61,95 % rF.

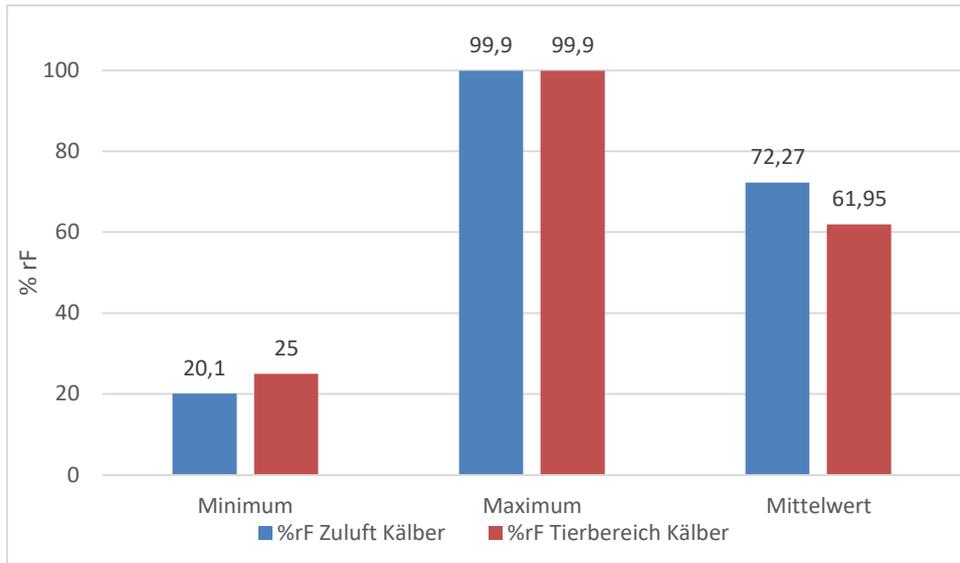


Abbildung 20: Vergleich der relativen Luftfeuchtigkeiten im Zuluft- und Tierbereich der Kälber im Zeitraum 13.01.2023 - 17.03.2023

Bei den Messungen in den Bereichen „Zuluft Jungvieh“ und „Tierbereich Jungvieh“ sind klare Differenzen hinsichtlich der relativen Luftfeuchte zu erkennen. Der niedrigste gemessene Wert im Bereich der Zuluft des Jungviehs betrug 31,2 % rF. Im Tierbereich des Jungviehs lag der niedrigste gemessene Wert bei 19,9 % rF. Der höchst gemessene Wert lag sowohl im Bereich der Zuluft des Jungviehs als auch im Tierbereich des Jungviehs bei 99,9 % rF. Auch bei den Mittelwerten sind deutliche Differenzen zu erkennen: Bei den Erhebungen im Zuluftbereich Jungvieh lag der Mittelwert bei 75,83 % rF, im Tierbereich des Jungviehs lag jener Durchschnittswert vergleichbar zum Kälberbereich bei optimalen 65,17 % rF.

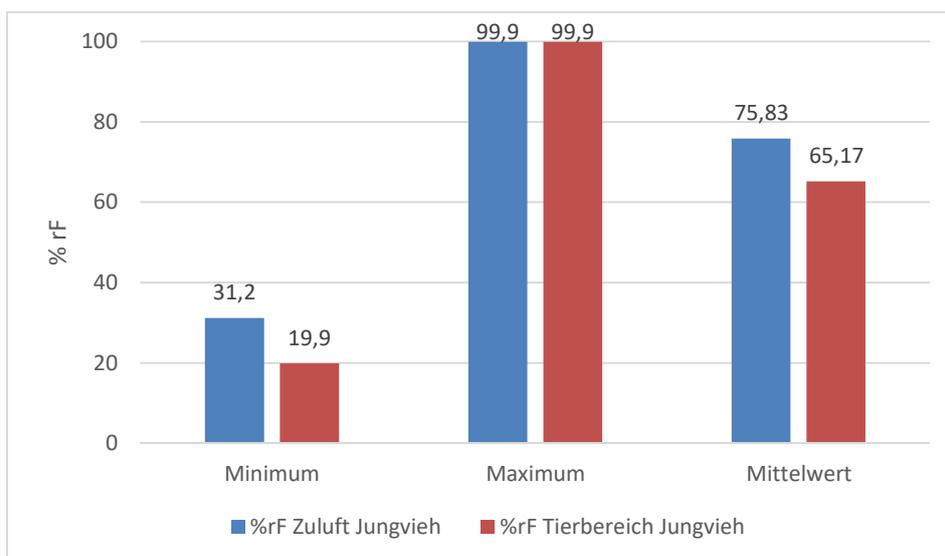


Abbildung 21: Vergleich der relativen Luftfeuchtigkeiten im Zuluft- und Tierbereich des Jungviehs 31.01.2023 – 17.03.2023

### 4.2.3 Temperatur und Luftgeschwindigkeit

Während des Wintermesszeitraumes wurde ein Strömungs-Höchstwert im Tierbereich von 0,81 m/sek (Kanal 1) erfasst. Jener Wert wurde am 19.02.2023 um 13:00 Uhr erhoben. Bezogen auf den Faktor Zugluft bei tiefen Temperaturen wurde der Grenzwert von 0,20 m/sek hier deutlich überschritten. Dennoch traten keine Unzulänglichkeiten in Bezug auf den Gesundheitsstatus der Tiere auf. Dies zeigt die Wichtigkeit eines optimalen Einstreumanagements, wo wenig adäquate Bedingungen temporär durch eine perfekte Haltungsumgebung überbrückt werden können.

Die niedrigste gemessene Luftgeschwindigkeit im Bereich des Jungviehs betrug 0,08 m/sek (Kanal 1), welche sowohl am 17.01.2023 um 10:20 Uhr als auch am 18.01.2023 um 05:30 Uhr erfasst wurde. Somit ergab sich eine durchschnittliche Luftgeschwindigkeit im Tierbereich von 0,15 m/sek (Kanal 1). Dieser Wert ist für eine Wintermessreihe sehr wertvoll, da nur zu wenigen Zeiten eine Überschreitung des Grenzwertes von maximal 0,2 m/sek als eindeutiger Indikator für Zugluftgefahr festgestellt werden konnte. Somit ist eine strömungstechnisch sehr behutsame und optimale Zuluftführung in den Tierbereich überwiegend gegeben.

Hinsichtlich der Luftgeschwindigkeitsmessungen an den Luftaustrittsöffnungen des Schlauchsystems (Zuluft) konnten stärkere Abweichungen festgestellt werden. Die höchste gemessene Luftgeschwindigkeit lag bei 1,31 m/sek (Kanal 3). Jener Wert wurde am 17.02.2023 um 15:20 Uhr erhoben. Die niedrigste gemessene Zuluftgeschwindigkeit betrug 0,10 m/sek (Kanal 3). Während der Wintermessungen konnte somit ein Mittelwert der Luftgeschwindigkeit im Zuluftbereich von 0,5 m/sek (Kanal 3) erhoben werden.

Die Temperaturmessungen in der Zuluft Einheit unterschieden sich von jenen Messungen im Tierbereich deutlich. Der höchst gemessene Wert betrug 15,2 °C (Kanal 4) am 8.02.2023 um 13:30 Uhr, der Minimalwert 0,10 °C (Kanal 4). Dadurch ergab sich ein Mittelwert hinsichtlich der Temperaturmessungen von 1,83 °C (Kanal 4).

Tabelle 8: Momentanwerte der Temperatur und Luftgeschwindigkeit in m/sek

	Kanal 1	Kanal 2	Kanal 3	Kanal 4	
Mittelwert		0,15	2,60	0,50	1,83
Minimum		0,08	0,00	0,10	0,10
Maximum		0,81	14	1,31	15,2

Kanal 1 = Momentanwert Strömung Tierbereich, Kanal 2 = Momentanwert Temperatur Tierbereich

Kanal 3 = Momentanwert Strömung Zuluft, Kanal 4 = Momentanwert Temperatur Zuluft

#### 4.2.4 Schadgaskonzentration

Im Rahmen der Wintermessungen wurden nach stichprobeartigen Erst-Erhebungen keine Langzeitmessungen bezüglich der Schadgaskonzentration durchgeführt, da sich eine eindeutig fehlende Auffindbarkeit von Ammoniak sowie eine lediglich minimale Erhöhung der CO<sub>2</sub>-Konzentrationen bei verschlossenen Curtains zeigte. Auch dies ist der sehr positiven Wirkungsweise der Schlauchbelüftungsanlage zugrunde zu legen.

#### 4.2.5 Physiologische Parameter

Auch während der Wintermessreihe ergaben sich bis auf eine Ausnahme keine gesundheitlichen Einschränkungen. Die Aufnahme der Tränkemenge im Kälberbereich erfolgte selbstständig und ausreichend.

Im Rahmen umfassender Tierwohlerhebungen durch zwei Schülerinnen der HBLFA Raumberg-Gumpenstein am Betrieb Brandstätter konnten weitreichende Rückschlüsse auf die Gesundheit des Tierbestandes aufgezeigt werden. Der Tierbestand wurde mithilfe unterschiedlicher Kriterien geprüft. (vgl. Schaffer u. Gruber, 2023).

Der untersuchte Betrieb zeichnete sich durch einen optimalen Gesundheitsstatus des Bestandes und niedrige Tierarztkosten aus. Seit Einzug in den neuen Stall war ausschließlich bei einem Kalb eine veterinärmedizinisch zu behandelnde Lungenerkrankung mit positivem Genesungsverlauf vermerkt. Andere krankheitsbedingte Auffälligkeiten traten nicht auf, wofür das gute Management als auch die gute Luftqualität spricht.

#### 4.2.6 Keimmessungen

Im Rahmen eines Vor-Ort-Besuches wurden am 18.03.2023 Keimmessungen mit einem Air-deal Sampler an vier verschiedenen Positionen im Kälber- und Jungviehstall durchgeführt. Es wurden Proben im Bereich der Schlauchaustrittsöffnungen, im Bereich der Kälberboxen und an zwei verschiedenen Bereichen der Jungviehboxen (Torbereich sowie Stallmitte) genommen. Zuerst wurden Proben ohne den Einsatz des eingebauten Ionisators genommen, die zweite Probenahme fand unter erstmaligem Einsatz des Ionisators statt. Die entnommenen Proben wurden im Labor von Frau Dr. Beatrix Sternath untersucht. Als Kulturmedium wurde Columbia-Agar mit 5% Schafblut verwendet bei einer Inkubationsdauer von 24 h und einer Inkubationstemperatur von 38 °C.



*Abbildung 22: Keimmessung im Bereich der Schlauchaustrittsöffnung*



*Abbildung 23: Keimmessungen im Bereich des Jungviehs*



*Abbildung 24: Keimmessungen im Bereich der Stallmitte*



*Abbildung 25: Keimmessung im Bereich der Kälberboxen*

#### 4.2.6.1 Keimmessungen im Bereich der Schlauchaustrittsöffnung ohne Ionisator



Abbildung 26: Keimbelastung Schlauchaustrittsöffnung / ohne Ionisator

#### Keimbelastung

Ergebnis	27.676 Keime/m <sup>3</sup>
Durchschnitt	23.833 Keime/m <sup>3</sup>
Optimaler Wert	= 15.000 Keime/m <sup>3</sup>
Rang	5 von 8 Messungen

Die Keimgehalte im Bereich der Schlauchaustrittsöffnung ohne Ionisator betragen 27.676 Keime/m<sup>3</sup>. Dieser Wert ist als gut zu bewerten, da der Grenzwert für eine optimale Tiergesundheit bei 15.000 Keime/m<sup>3</sup> liegt und der gemessene Wert gering darüber liegt.

#### 4.2.6.2 Keimmessungen im Bereich der Schlauchaustrittsöffnung mit Ionisator



Abbildung 27: Keimbelastung Schlauchaustrittsöffnung / mit Ionisator

#### Keimbelastung

Ergebnis	22.548 Keime/m <sup>3</sup>
Durchschnitt	23.833 Keime/m <sup>3</sup>
Optimaler Wert	= 15.000 Keime/m <sup>3</sup>
Rang	4 von 8 Messungen

Die Keimmessungen im Bereich der Schlauchaustrittsöffnung mit Ionisator zeigten 22.548 Keime/m<sup>3</sup>. Die Grenzwerte für optimale Tiergesundheit liegt bei 15.000 Keime/m<sup>3</sup>. Durch den Ionisator konnte eine deutliche Senkung der Keimbelastung erzielt werden.

#### 4.2.6.3 Keimmessungen im Bereich der Kälberboxen ohne Ionisator



Abbildung 28: Keimbelastung Kälberbox / ohne Ionisator

Keimbelastung	
Ergebnis	16.766 Keime/m <sup>3</sup>
Durchschnitt	23.831 Keime/m <sup>3</sup>
Optimaler Wert	< 15.000 Keime/m <sup>3</sup>
Rang	3 von 8 Messungen

Die Keimmessung im Bereich der Kälberboxen ohne Ionisator lag bei 16.766 Keimen/m<sup>3</sup>. Der Wert für eine optimale Tiergesundheit liegt bei 15.000 Keimen/m<sup>3</sup>. Da die Messwerte nur geringfügig über dem Grenzwert lagen, ist dieser Wert als sehr gut zu bewerten.

#### 4.2.6.4 Keimmessungen im Bereich der Kälberboxen mit Ionisator



Abbildung 29: Keimbelastung Kälberbox / mit Ionisator

Keimbelastung	
Ergebnis	12.556 Keime/m <sup>3</sup>
Durchschnitt	23.833 Keime/m <sup>3</sup>
Optimaler Wert	= 15.000 Keime/m <sup>3</sup>
Rang	1 von 8 Messungen

Die Keimmessungen im Bereich der Kälberboxen mit Ionisator betragen 12.556 Keime/m<sup>3</sup>. Der Grenzwert von 15.000 Keime/m<sup>3</sup> für eine optimale Tiergesundheit wurde aufgrund der Zuschaltung des Ionisators deutlich unterschritten und ist somit als sehr gut einzustufen.

#### 4.2.6.5 Keimmessung im Bereich der Jungviehboxen ohne Ionisator



Abbildung 30: Keimbelastung Jungvieh Tor / ohne Ionisator

Keimbelastung	
Ergebnis	38.050 Keime/m <sup>3</sup>
Durchschnitt	23.833 Keime/m <sup>3</sup>
Optimaler Wert	= 15.000 Keime/m <sup>3</sup>
Rang	8 von 8 Messungen

Die Keimmessungen im Bereich der Jungviehbox im Bereich des Tors ohne Ionisator betrug 38.050 Keime/m<sup>3</sup> – somit der höchst erhobene Wert in dieser Messreihe. Der Grenzwert für eine optimale Tiergesundheit mit einer Gesamtkeimbelastung von maximal 15.000 Keimen/m<sup>3</sup> wurde in diesem Fall deutlich überschritten.

#### 4.2.6.6 Keimmessungen im Bereich der Jungviehboxen mit Ionisator



Abbildung 31: Keimbelastung Jungvieh Tor / mit Ionisator

Keimbelastung	
Ergebnis	30.438 Keime/m <sup>3</sup>
Durchschnitt	23.831 Keime/m <sup>3</sup>
Optimaler Wert	= 15.000 Keime/m <sup>3</sup>
Rang	7 von 8 Messungen

Die Keimgehalte im Bereich der Jungviehboxen mit Ionisator betragen 30.438 Keime/m<sup>3</sup>, wobei der Ursprungswert durch den Ionisator klar abgesenkt werden konnte.

#### 4.2.6.7 Keimmessung im Bereich der ersten Jungviehbox/Stallmitte ohne Ionisator



Abbildung 32: Keimbelastung Jungvieh erste Box Stallmitte / ohne Ionisator

Keimbelastung	
Ergebnis	29.040 Keime/m <sup>3</sup>
Durchschnitt	23.831 Keime/m <sup>3</sup>
Optimaler Wert	= 15.000 Keime/m <sup>3</sup>
Rang	6 von 8 Messungen

Die Keimmessungen im Bereich der ersten Jungviehbox ohne Ionisator betragen rund 29.000 Keime/m<sup>3</sup>.

## 4.2.6.8 Keimmessung im Bereich der ersten Jungviehbox/Stallmitte mit Ionisator



Abbildung 33: Keimbelastung Jungvieh erste Box / mit Ionisator

Keimbelastung	
Ergebnis	13.576 Keime/m <sup>3</sup>
Durchschnitt	13.831 Keime/m <sup>3</sup>
Optimaler Wert	= 15.000 Keime/m <sup>3</sup>
Rang	2 von 8 Messungen

Die Keimgehalte im Bereich der ersten Jungviehbox mit Ionisator lagen bei 13.576 Keime/m<sup>3</sup>. Der Grenzwert für eine optimale Tiergesundheit liegt bei 15.000 Keime/m<sup>3</sup>. Durch die Einschaltung des Ionisators wurden hier deutlich optimale Werte erzielt.

Vorliegende Ergebnisse zeigen eine deutliche und im Rahmen einer Einmalerhebung festgestellte Reduktion der Keimbelastung durch Zuschaltung des Ionisators von mindestens 20 % bis zu maximal 53 % (sprich einer Halbierung der Werte) im Bereich des Jungviehs. Vor allem im Bereich der Kälberboxen wurden mit rund 12.500 Keimen pro m<sup>3</sup> sehr gute Werte durch Zuschaltung des Ionisators erzielt.

Der aus der Nutztierhaltung bekannte Grenzwert für optimale Tiergesundheit liegt bei max. 15.000 Keimen/m<sup>3</sup>. Betrachtet man die unter alleiniger Verwendung der Schlauchbelüftung erhobenen Messwerte mit einem Maximum von rund 38.000 Keimen/m<sup>3</sup> im Bereich des Jungviehs, so ist dies im Vergleich zu Messungen aus der Kälber- und Jungviehhaltung sehr positiv zu verzeichnen. Lago et.al. (2006) hielt in seinen Untersuchungen fest, dass ab einer Gesamtkeimzahl von 50.000 Keimen/m<sup>3</sup> und einem Nesting Score von 1 (nur geringe Einstreuhöhe, Gliedmaßen vollständig sichtbar) eine 40 %-ige Häufigkeitssteigerung des Auftretens von Lungenentzündungen verzeichnet wurde. Bei einem Nesting Score von 3 hingegen (wie am Betrieb Brandstätter gegeben) werden Lungenentzündungen erst ab einem

Keimgehalt von über 100.000 Keimen/m<sup>3</sup> mit einer Häufigkeit von 15 % vorgefunden. Somit zählt neben einer guten und aktiven Belüftung auch die Einstreutiefe und Sauberkeit der Boxen zu den absoluten Erfolgsfaktoren.

### **4.3 Wirtschaftlichkeit**

Unter Annahme einer Reduktion des Stromverbrauches um 60 % aufgrund der verwendeten EC-Technologie (40 % der angegebenen maximalen Leistungswerte von 150 bzw. 500 Watt), rechnet sich die Investition unter Berücksichtigung der ausgesprochen guten Luftqualität durch die optimale Gestaltung des Gebäudes sowie der Außenhülle (vierseitig durch Curtains und Tore offenbar) sowie Einbau von zwei Schlauchbelüftungsanlagen relativ rasch.

Bei einem vollen Betriebsjahr und in Relation zur Betriebsgröße gesehen wurde nur ein einziges Tier mit Lungenentzündung behandelt, das heißt auch wirtschaftlich gesehen kann ein sehr gutes Ergebnis verzeichnet werden. Weiterführende Auswertungen und Berechnungen werden diese Aussagen für den Genehmigungsprozess der Fachstelle für tiergerechte Tierhaltung und Tierschutz stützen.

## 5 Schlussfolgerungen

Im Rahmen dieser Untersuchung wurde die ganzjährige Eignung einer Schlauchbelüftung zur Belüftung von Kälber- und Jungviehställen untersucht. Die Klimatisierung brachte deutliche positive Auswirkungen mit sich. Die Gesundheit und Vitalität der Kälber- und Jungviehherde blieb kontinuierlich auf einem hohen Niveau, einerseits aufgrund des sehr guten Managements und andererseits durch die Schlauchbelüftung zusätzlich optimiert. Mithilfe umfassender Erhebungen am Betrieb konnte der ausgezeichnete Eindruck bestätigt und messtechnisch abgesichert werden.

Entscheidend ist, dass vor allem während der Wintermonate trotz sehr tiefer, unterhalb der bisherigen Empfehlungen liegenden Temperaturen eine Zugluftfreiheit und geringe Belastung mit Keimen pro m<sup>3</sup> Stallluft gegeben war. In Kombination mit ausreichend tief eingestreuten Boxen (Nesting Score 3 – Gliedmaßen dürfen beim Liegen nicht sichtbar sein) hielten die Tiere entgegen der Erwartungen auch niedrige Temperaturen sehr gut aus und entwickelten ein entsprechend dichtes Haarkleid. Das Tranchen aller Kälber nach der Geburt mit hochwertigem Kolostrum trägt hier sicher einen wertvollen Beitrag für einen guten Start ins Leben und stattet die Tiere mit wichtigen Antikörpern zur Förderung der Gesunderhaltung und Robustheit aus.

Im Sommer konnte sehr gut die positive Konditionierung der Zuluft und Absenkung der Temperaturen im Tierbereich zur Vorbeugung von Hitzestress gezeigt werden.

Durch das wohl überlegte sachgerechte Management, den tiergerechten Stallbau und die Optimierung des Stallklimas mittels Schlauchbelüftung wurden sehr gute Leistungen und beste Gesundheit im Kälber- und Jungviehbereich erreicht.

## 5.1 Ausblick

Die Modernisierung der landwirtschaftlichen Betriebe mithilfe neuer Technologien wird in Zukunft vermehrt an Bedeutung gewinnen. Durch die Änderungen der klimatischen Verhältnisse rücken neue Techniken im Stall vermehrt in den Vordergrund. Diese Arbeit stellt wertvolle Informationen für interessierte Landwirtinnen und Landwirte zur Verfügung. Des Weiteren zeigt sie die positiven Auswirkungen der Klimatisierung mittels Schlauchbelüftung auf.

Weiterführende Untersuchungen in anderen Nutztierkategorien werden dieses Einsatzfeld ausführlich prüfen und gegebenenfalls erweitern, um bei positivem Verlauf das Prüfzertifikat der Fachstelle für tiergerechte Tierhaltung und Tierschutz vergeben zu können.

## 5.2 Handlungsanleitungen

1. Ordnungsgemäße Planung mit Berücksichtigung von
  - Gebäudeausrichtung- und konstruktion
  - Bauhülle
  - Haltungsumgebung
  - Aufstallung und
  - Tierbestand
2. Ausführung und Installation jeweils durch erzeugende/handelnde Firma
3. Abnahmemessung und Garantieabgabe vor Inbetriebnahme
4. Zugluftfreier Betrieb im Kälber- und Jungviehbereich (maximal 0,2 m/sek Im Mittel während Winter- und Übergangszeit)
5. Geneigte Wetterschutzkappe an der Ansaugstelle verpflichtend vorsehen
6. Ausschließlicher Einbau von getesteten und geprüften Ventilatoren
7. Keine nordseitige Frischluftansaugung bei ganzjährigem Betrieb
8. Keine Ansaugung von Frischluft aus mit Schadgasen belasteten Bereichen (Mist- oder Dunglagerstätten, etc.)

9. Keine direkte Bestrahlung der Tierkörper mit unkonditionierter Aussenluft während Winter- und Übergangszeit (*Ausrichtung von groß dimensionierten Luftaustrittsöffnungen im Schlauch Richtung Gebäudehülle, um nach einer Erwärmung mit der Raumluft einer Umströmung des Tierbereiches den Vorzug zu geben oder zwingend Zuluft vorkonditionieren/vorheizen/aus Vorraum ansaugen*)
10. Steuerung ausschließlich über eine funktionssichere Regeleinheit
11. Reinigungsmöglichkeit vorsehen, falls kein ganzjähriger Betrieb stattfindet (*verpflichtende Reinigung und Trocknung nach mehrwöchigem Stillstand vor Inbetriebnahme durchführen, um ein Verteilen festgesetzter Partikel aus dem Inneren des Schlauches in die Haltungsumwelt der Tiere zu vermeiden*)

## 6 Literaturverzeichnis

- Brandstätter, P. (2022): Betriebe Bauernnetzwerk, <https://www.bauernnetzwerk.at/employer/peter-brandstaetter/>, abgerufen am 10.03.2023
- Brinkmann, J., Ivemeyer, S., Pelzer, A., Winckler, C., Zapf, R. (2016): Tierschutzindikatoren: Leitfaden für die Praxis – Rind. Vorschläge für die Produktionsrichtungen Milchkuh, Aufzuchtalb, Mastrind. KTBL-Praktiker-Leitfaden, 2016, 60 S., ISBN 978-3-945088-26-5, S. 9
- Dräger (2022): Dräger X-am 7000. [https://www.draeger.com/de\\_at/Products/X-am-7000](https://www.draeger.com/de_at/Products/X-am-7000), abgerufen am 22.12.2022
- Herrmann, W. (2022): Kälbergesundheit - Hitzestress bei Kälbern: Das können Sie tun. Agrarheute, <https://www.agrarheute.com/tier/rind/hitzestress-kaelbern-koennen-tun-594798>, abgerufen am 30.11.2022
- Huber, H. (2019): Kälbergesundheitsdienst: Hochtour statt Hungersnot. die grüne, Oktober 2019, <https://www.diegruene.ch/artikel/tierhaltung/kaelbergesundheitsdienst-hochtour-statt-hungersnot-380702>, abgerufen am 01.12.2022
- KIMO (2022): Messumformer für Luftgeschwindigkeit und Temperatur CTV 110, <https://www.volumenstrommessung.de/stroemungsmessumformer-stroemungsensor.html>, abgerufen am 22.12.2022
- Lago, McGuirk, Bennett, Cook, & Nordlund (2006): Feldstudie zu Risikofaktoren zur Erkrankung der Atemwege in natürlich belüfteten Kälberställen. J Dairy Science 89:4014
- Neumayer, J. (2022): vet.smart.tubes im Kälberbereich: Frische Luft für frisches Leben. <https://www.allsmart-vet.com/de/stallbelueftung/schlauchbelueftung/kaelber/einzelboxen/>, abgerufen am 20.11.2022

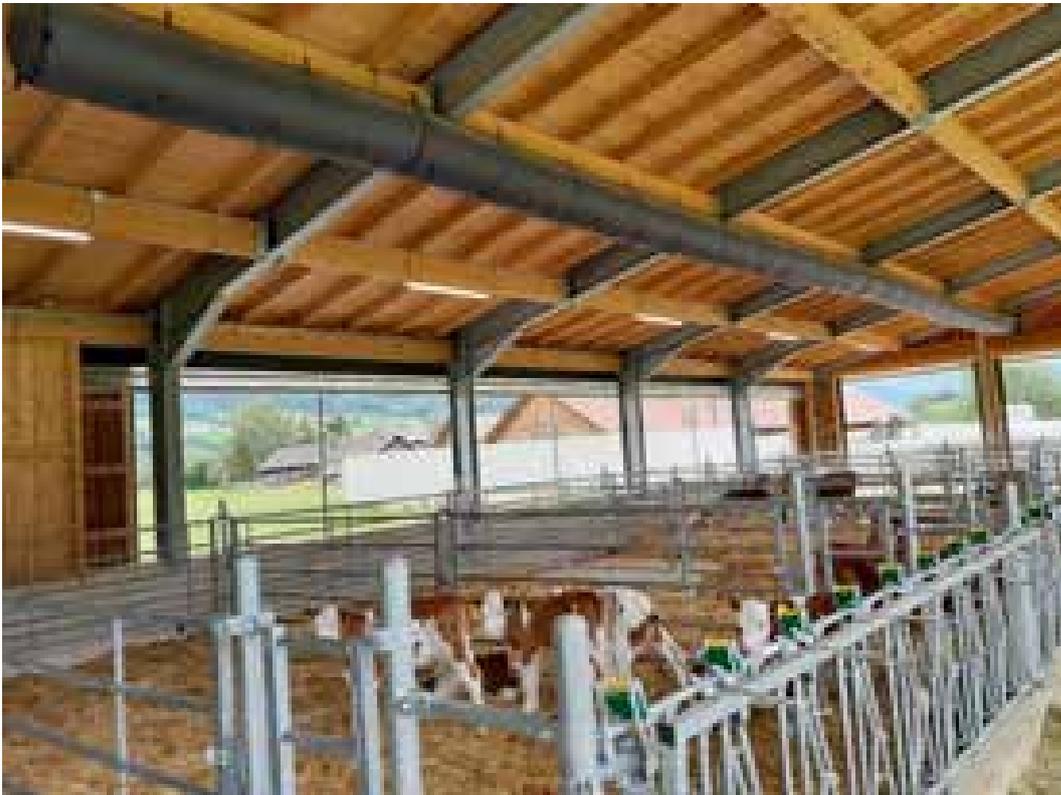
Nordlund, K. (2019): Warum mit einer Schlauchbelüftung belüften? <https://www.frischluft-im-stall.de/vorteile/>, abgerufen am 10.01.2023

Plagge, J., Gerber, A., Reese, S. (2013): Leitfaden Tierwohl. Verbände Bioland, Demeter, Naturland; Mainz, Darmstadt, Gräfelfing, Dezember 2013, S. 3-6, 8, 10, 13, 18

Schaffer, J., Gruber, A. (2022): Beurteilung einer Schlauchbelüftung zur Klimatisierung von Jungviehställen. Diplomarbeit, HBLFA Raumberg-Gumpenstein.

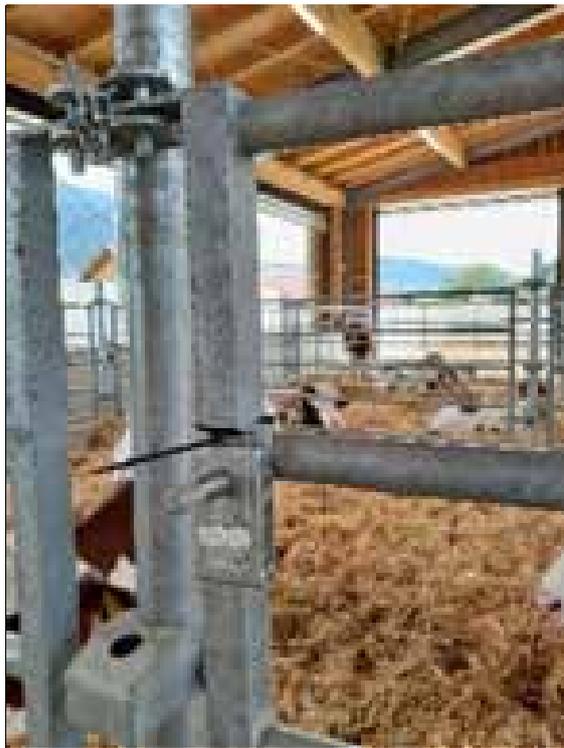
testo (2023): testo 175-H1, Datenlogger für Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit. <https://www.testo.com/de-AT/testo-175-h1/p/0572-1754>, abgerufen am 05.03.2023

## 7 Anhang



Anordnung der Messstellen:











VETSMARTTUBES GmbH  
z.Hd. Herrn Dr. Jakob Neumayer

Petersgasse 105a/4  
A-8010 Graz

Wien, am 01.04.2016/1

Kd.-Nr. 1090876

ANGEBOT Nr. 166/KR

**airIDEAL 3P**



**410 175 airIDEAL 3P Luftsaugensammler**

(50 mm Sammelkopf) Netzgerät, Sammelschutzkappe, Transportkoffer,  
Qualifizierungsverschriften (IQ, OQ, PQ)  
Luftsaugensammler der neuesten Generation mit Eigenschaften spezifisch pharmazeutischer  
Anforderungen laut 3P (Triple Performance) Konzept.  
Siehe dazu die Validierungen der physikalischen bzw. biologischen Performance.

Bitte beachten Sie den umfangreichen Original- Lieferumfang  
(1 air IDEAL inkl. 1 Sammelkopf, Transportschutzkappe, Netzteal, Handbuch und abblitem  
Transportkoffer).

**bioMérieux Austria GmbH**

bioMérieux Austria GmbH, Industriepark 200, 2300 Sankt Pölten, Austria  
Tel: +43 2902 2000 Fax: +43 2902 200000

## Datenblatt Ventilator VST ZA FN045

Hersteller: Ziel-Abegg

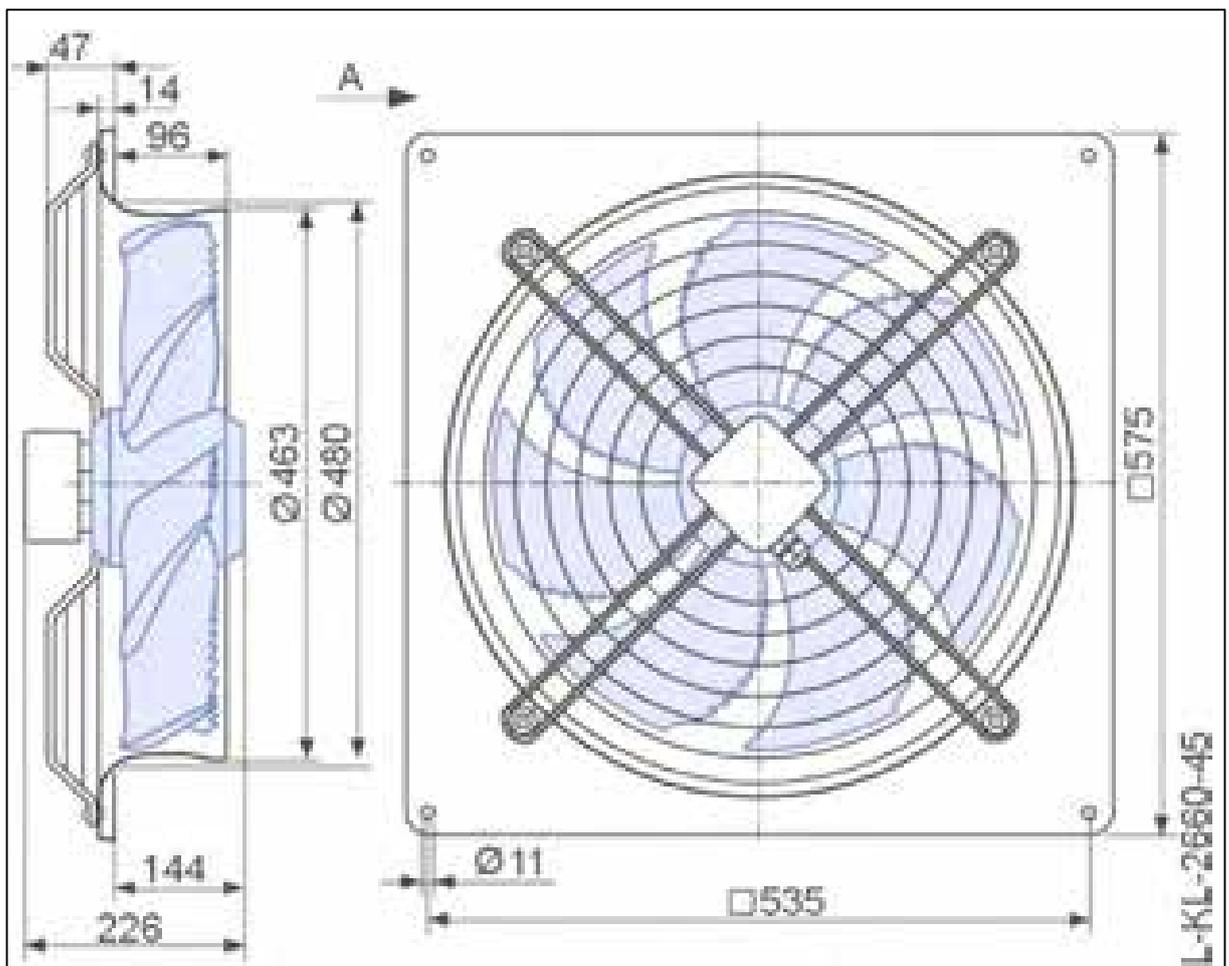
Bezeichnung: VST.ZA.FN045

Artikel-Nr.: E10

### Technische Daten:

Volumenstrom [m <sup>3</sup> /h]	Leistung [W]	Nennstrom [A]	Drehzahl [U/min]	Lautstärke <sup>1</sup> L [dB (A)]	Abmessungen [L/B/H] in mm	Gewicht [kg]
<b>6.700</b>	500	2,40	1420	74	575/575/226	16,20

### Zeichnung



<sup>1</sup> dB in 1 m Entfernung

## Datenblatt Ventilator VST ZA FN035

Hersteller: Ziel-Abegg

Bezeichnung:

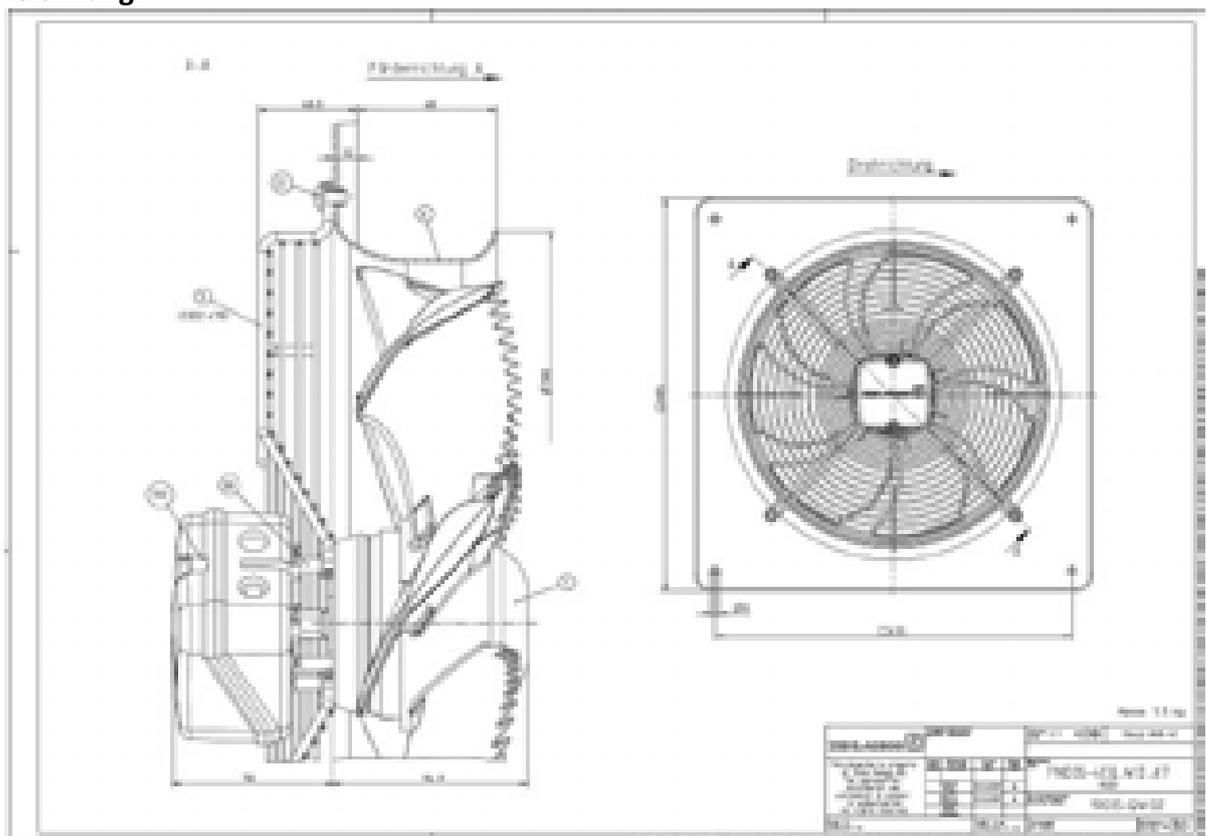
VST.ZA.FN035

Artikel-Nr.: E5

### Technische Daten:

Volumenstrom [m <sup>3</sup> /h]	Leistung [W]	Nennstrom [A]	Drehzahl [U/min]	Lautstärke <sup>1</sup> L [dB (A)]	Abmessungen [L/B/H] in mm	Gewicht [kg]
<b>2.800</b>	150	0,78	1230	67	485/485/172,9	7,50

### Zeichnung:



<sup>1</sup> dB in 1 m Entfernung



**HBLFA Raumberg-Gumpenstein**

Landwirtschaft

Raumberg 38, 8952 Irdning

[raumberg-gumpenstein.at](http://raumberg-gumpenstein.at)