



lfz
raumberg
gumpenstein

Lehr- und Forschungszentrum
Landwirtschaft
www.raumberg-gumpenstein.at

Abschlussbericht Moving floor

Projekt Nr./Wissenschaftliche Tätigkeit Nr. 100797

Untersuchungen zu einem automatischen Entmistungssystem für Kälberboxen

Investigations of an automatic manure removal
system for calves boxes

Projektleitung:

Gregor Huber, LFZ Raumberg-Gumpenstein

Projektmitarbeiter:

Christian Bachler, Sigrid Brettschuh, Daniel Eingang, Martin Fleischmann,
Brigitta Krimberger, Manfred Leitner, Manfred Mayer,
Bernhard Rudorfer, Johann Zainer, LFZ Raumberg-Gumpenstein

Projektpartner:

Katja Lindvall, Moving floor concept, Schweden

Projektlaufzeit:

2011



lebensministerium.at

www.raumberg-gumpenstein.at

Untersuchungen zur einem automatischen Entmistungssystem für Kälberboxen

Gregor Huber^{1*}

Zusammenfassung

Die Automatisierung in Rinderställen nimmt immer stärker zu. Die Firma Moving Floor aus Schweden bietet eine Kälberbox an, die sich automatisch ausmistet und einstreut. Mit dem Moving Floor haben sie ein Produkt im Programm, das je nach Gruppendurchschnittsgewicht für 3 bis 4 Kälber geeignet ist. Mit feinen Einstreumaterialien wie Sägespänen und gehäckseltem Stroh betreibt sich die Box nahezu automatisch. Man ist lediglich dazu angehalten Einstreumaterial nachzufüllen und den Mist im Frontbereich zu beseitigen. Für langes Stroh ist der Einstreubehälter nicht geeignet, die Funktion des Entmistens wird dadurch aber nicht beeinflusst. Die Einsatzsicherheit ist sowohl im Sommer als auch im Winter bei Minustemperaturen gegeben. Detaillösungen wie eine Dachkonstruktion, eine Einstiegstür in den Tierbereich oder eine integrierte Wassertränke sollten

noch verbessert werden. Möchte man diesen Bereich vollständig automatisieren, sollte man genügend Zeit in eine durchdachte Planung investieren, denn nur eine vollständige Automatisierung des Entmistungsprozesses bis zum Endlager spart im Endeffekt Zeit und entlastet den Landwirt. Die Kosten in der Höhe von € 207,48 je Tier und Jahr sind verglichen mit einem herkömmlichen Gruppeniglu hoch, und über die Arbeitszeiteinsparung nicht wettzumachen. Der Hersteller bietet nach eigenen Angaben in Zukunft einen Kälbertränkeautomaten und Kraftfutterspender an, der auf diese Gruppengröße abgestimmt ist. Dies wäre eine sinnvolle Erweiterung, die die Kälberhaltung nahezu automatisiert, eine tägliche Arbeiterleichterung bringt, und somit ein Komplettsystem darstellen würde. Im Sinne der Tiergesundheit würde die Reduktion der Keimbelastung, geringerer Fliegenbefall im Sommer und ein geringerer Einstreumaterialaufwand diesem System entgegenkommen.

Einleitung

Die Automatisierung in wachsenden rinderhaltenden Betrieben gewinnt immer mehr an Bedeutung. Gründe wie eine flexiblere Arbeitszeiteinteilung, eine Erleichterung der oft anstrengenden körperlichen Arbeit und die Optimierung von Prozessen durch ein Datenmanagement der Systeme veranlassen Landwirte in diese Technik zu investieren. Die am Markt angebotenen technischen Hilfsmittel erleichtern die Arbeit beim Melken, Füttern, Reinigen von Lauf- und Liegebereichen und Einstreuen.

Eine schwedische Firma mit dem Namen „Moving Floor AB“ bietet rund um die Haltung von Kälbern und Kühen einige neue Automatisierungssysteme an. Wir hatten die Möglichkeit, eine sich automatisch ausmistende und einstreuende Kälbergruppenbox names „Moving Floor“ - „beweglicher Boden“ hinsichtlich der praktischen Eignung und technischen Ausführungen zu untersuchen.

Versuchsaufbau

Technische Daten wie Gewicht, Abmessung, Softwareeinstellungen und die Eignung von unterschiedlichen Einstreumaterialien wurden in den Stallungen des LFZ Raumberg-Gumpenstein erhoben. Alle weiteren Erhebungsparameter wie Handhabung, Einsatzsicherheit, Strom- und Luftverbrauch, Stallklima und Arbeitswirtschaft wurden auf einem Praxisbetrieb in Prambachkirchen gemessen. Dieser Betrieb

hatte das Kälberhaltungssystem bereits einige Monate vor unseren Messungen in Betrieb, somit war er mit der Haltungsform bereits vertraut und es konnten für die Praxis repräsentative Werte erhoben werden. Da beide Boxen ohne Dachkonstruktion geliefert wurden, und somit ein Einsatz im Freien nicht möglich war, wurde bei den Kälberboxen eine eigene Dachkonstruktion gebaut, um einen Einsatz im Freien zu ermöglichen. Die Dachkonstruktion in Gumpenstein wurde ähnlich einer Rundbogenhalle ausgeführt, das Dach am praxisbetrieb wurde in Form eines Pultdaches ausgeführt (*Abbildungen 1 und 2*).

Funktionsweise

Der Aufbau dieses Haltungssystems ist vergleichbar mit einem Laufband aus dem Freizeitbereich. Die Kälber werden auf einem Gummiband gehalten, das sich je nach Einstellung langsam schubweise weiterbewegt. An der Hinterseite befindet sich ein Behälter für Einstreumaterial. Während sich das Band nach vorne Richtung Futterkrippe bewegt, wird vom Einstreubehälter mit einem Schieber, je nach Programmierung, frisches Material auf das Band geschoben. Betrieben wird die Kälberbox mit Strom (220 V → 24V Gleichspannung) und Druckluft. Die Stromversorgung dient ausschließlich zur Versorgung der Steuerung und der Pneumatikventile, die Druckluft bewegt mit Hilfe eines handelsüblichen Druckluftbremszylinders das Gummiband nach vorne.

¹ LFZ Raumberg-Gumpenstein, Abteilung für Tierhaltung und Aufstallungstechnik, Raumberg 38, A-8952 IRDNING

* Ansprechperson: Gregor Huber, E-mail: gregor.huber@raumberg-gumpenstein.at



Abbildung 1 und 2: Möglichkeiten der Dachgestaltung

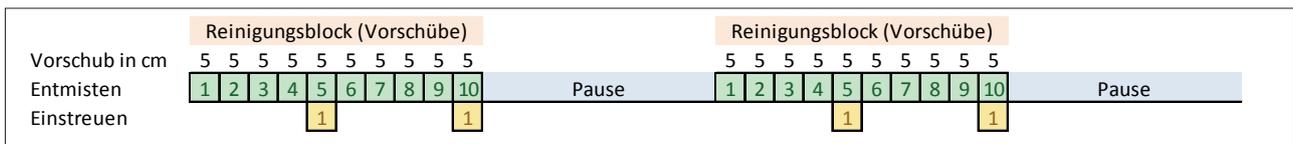


Abbildung 3: Programmfolge der selbstreinigenden Kälberbox

In der Programmfolge lassen sich folgende Parameter einstellen:

- Anzahl der Vorschübe je Reinigungsblock (1 Vorschub entspricht 35 mm)
- Pausezeit zwischen den Reinigungsblöcken in Sekunden
- Tag / Nachtmodus (im Nachtmodus wird die Pausezeit verdoppelt)
- Zuteilung des Einstreumaterials

Die Reinigungsintensität lässt sich durch die Anzahl der Vorschübe je Reinigungsblock und der Pausezeit zwischen den Reinigungsblöcken beeinflussen, daraus ergibt sich die Anpassung an das Tiergewicht die in der Box gehalten werden. Die Hinzugabe von Einstreumaterial wird an die Entmistungsvorschübe angepasst. Demnach wird in *Abbildung 3* nach jedem fünften Entmistungsvorschub einmal eingestreut.

Tierschutzrechtliche Evaluierung

Die nutzbare Fläche für Tiere beträgt 7,07 m². Daraus ergeben sich für Kälber laut 1. Tierhaltungsverordnung je nach durchschnittlichem Tiergewicht die in *Tabelle 1* angegebenen Belegdichten.

Der Boden besteht aus einem dünnen umlaufenden Gummiband, das auf einem Bretterboden aufliegt. Es ist daher auf eine ausreichende Einstreumatte zu achten, da eine ausreichend weiche Liegefläche ansonsten nicht gegeben ist. Um stehende oder liegende Tiere vor Verletzungen während

Tabelle 1: Belegdichten bei unterschiedlichen Durchschnittsgewichten der Gruppe

Durchschnittsgewicht der Gruppe	Erforderliche Fläche	Belegdichte
≤ 150 kg	1,6 m ² /Tier	4 Tiere
151 kg – 220kg	1,8 m ² /Tier	3 Tiere
> 220 kg	2 m ² /Tier	3 Tiere

des Ausmistvorganges zu schützen, ist an der Frontseite der Kälberbox ein Sicherheitssensor montiert, der das komplette System blockiert, wenn ein Tier ungewollt zwischen Frontgitter und Boden gelangt. Eine Wassertränke ist nicht integriert, was bedeutet, dass Wasser in einem Eimer über den Futtertrog zur Verfügung gestellt werden muss.

Eignung der Einstreumaterialien

Am LFZ Raumberg-Gumpenstein wurden unterschiedliche Einstreumaterialien auf Ihre Eignung untersucht. Es wurde die Auslassöffnung des Einstreubehälters eingestellt und ein 24 Stunden Testbetrieb gestartet.

Nach dem Testbetrieb wurde erhoben, ob es durch das Einstreumaterial zu Störung kommt bzw. ob das Einstreumaterial ausreichend verteilt wurde (*Tabelle 2*).

Grundsätzlich ist darauf zu achten, dass es sich um trockenes Material handelt, damit es zu keinen Brückenbildungen im Behälter kommt. Besonders gut geeignet sind Sägespä-

Tabelle 2: Auflistung des verwendeten Einstreumaterials

Material	Eignung
Sägespäne	Ja
Hobelspäne	Ja
Strohpellets	Ja
Rapsstroh gehäckselt/gemahlen	Ja
Getreidestroh gehäckselt/gemahlen	Ja
Getreidestroh gemulcht (Vorbauhäcksler beim Presse)	Bedingt
Getreidestroh geschnitten	Nein
Getreidestroh lang	Nein

ne, Hobelspäne, Strohpellets und fein gehäckselt oder gemahlene Raps- und Getreidestroh (Abbildung 4 und 5).

Diese Materialien lassen sich mit der passenden Höhe der Auslassöffnung und dem Intervall gleichmäßig und in variabler Menge sauber dosieren. Stroh, das direkt beim Pressvorgang mit Vorbauhäcksler gemulcht wurde, ist bedingt geeignet.

Wird es vor dem Befüllen entsprechend aufgelockert und die Auslassöffnung weiter geöffnet, ist es möglich auch dieses Material zu verwenden. Geschnittenes und langes Stroh ist zum automatischen Einsteuern nicht geeignet. Würde man die Streuöffnung so weit öffnen, dass das Material aus dem Behälter befördert werden kann, würde es sich nicht mehr dosieren lassen.

Funktion und Software

Wie in Tabelle 3 berechnet sind für die Reinigung der gesamten Lauf- und Liegefläche 106 Hübe bei einem Zeitbedarf von 23 Minuten notwendig. Leider gibt es in der Software keine Möglichkeit ein Reinigungsprogramm zu starten, so kann man die gesamte Box nur durch Verändern der eingestellten Parameter oder manuell über einen Taster am Pneumatikventil entleeren.

Die komplette Menüführung benötigt an sich etwas Einarbeitungszeit. Einerseits gibt es noch keine Übersetzung vom Englischen in die deutsche Sprache, andererseits wäre es besser nachvollziehbar wenn man die Reinigungsintensität nicht über die Anzahl der Hübe sondern in Zentimeter und Pausenzeit programmieren könnte.

Speziell für Betriebe, die über ein Netzwerk verfügen wäre eine Computeranbindung wertvoll, um die Prozesse auch vom Büro aus kontrollieren zu können.

Der Zugang in den Tierbereich erfolgt über das Frontgitter, was bei gefülltem Trog sehr mühsam sein kann. Eine separate Zugangstür wäre wünschenswert, sowie eine Vorrichtung um Wasser anzubieten oder um die Tränkeimer befestigen zu können.

Tabelle 3: Berechnung der Prozesszeit für eine Komplettreinigung

Vorschub des Gummibandes bei einem Hub	35 mm
Dauer pro Hub bis zum Start des nächsten Hub	13 sec
Länge Lauf- Liegefläche	3700 mm
Anzahl der Hübe für eine Komplettreinigung der nutzbaren Fläche	106 Hübe
Zeitbedarf für eine Komplettreinigung	23 min



Abbildung 4: Befüllter Einstreubehälter



Abbildung 5: Einstreumaterial auf der Liegefläche

Arbeitswirtschaft

Die tägliche Arbeit begrenzt sich neben den Fütterungsarbeiten auf die Kontrolle und das eventuell notwendige Auffüllen des Einstreumaterials (Abbildung 6). Je nach Reinigungsintensität ist es auch notwendig, den Mist, der aus der Kälberbox befördert wird, zu entfernen. Auf unserem Praxisbetrieb wurde täglich eingestreut (ungeschnittenes Stroh) und jeden zweiten Tag der aus der Box fallende Mist beseitigt. Für das Einstreuen wurde eine tägliche Arbeitszeit von 0,5 Minuten je Tier und Tag aufgewendet.

Für das Ausmisten im Frontbereich der Box wurden im Schnitt 0,81 min je Tier und Tag benötigt, wobei diese Arbeit im Durchschnitt alle 2,3 Tage erledigt wurde. Daraus ergibt sich eine Gesamtzeit für Einstreuen und Ausmisten von 1,31 min je Tier und Tag. Vergleicht man diese Gesamtzeit mit einem Gruppen-Iglu der der Firma Calf-Tel (MultiMax) (EILERS und JÜLICH, 2011) so würde sich daraus ein Mehraufwand von 0,31min je Tier und Tag ergeben.

Dieser Mehraufwand ist einerseits durch die kleine Gruppengröße und andererseits durch die Insellösung auf unserem Praxisbetrieb zu erklären, weite Entfernungen vom Stroh-lagerplatz und zum Mistendlager tragen negativ dazu bei.

Würde man den Moving Floor mit einer Schieber- oder Schubstangenentmistung kombinieren, um den Mist im Frontbereich automatisch zu entfernen, könnte man 61 %

der täglichen Arbeit einsparen und es würden nur 0,5 min je Tag und Tier für das Einstreuen aufgewendet.

Einsatzsicherheit

Bei entsprechender Einstellung der Einstreumatte ist mit keinen Störungen zu rechnen. Sollte die Einstreumatte zu

stark anwachsen kann es passieren, dass der Mist den Sicherheitsmechanismus (*Abbildung 7*) im Frontgitter auslöst und somit das komplette System blockiert. Die Technik funktionierte sowohl im Sommer - als auch im Winterbetrieb bis minus 20 Grad Außentemperatur ohne Probleme. Voraussetzung ist jedoch eine Druckluftversorgung mit Luftentfeuchter.

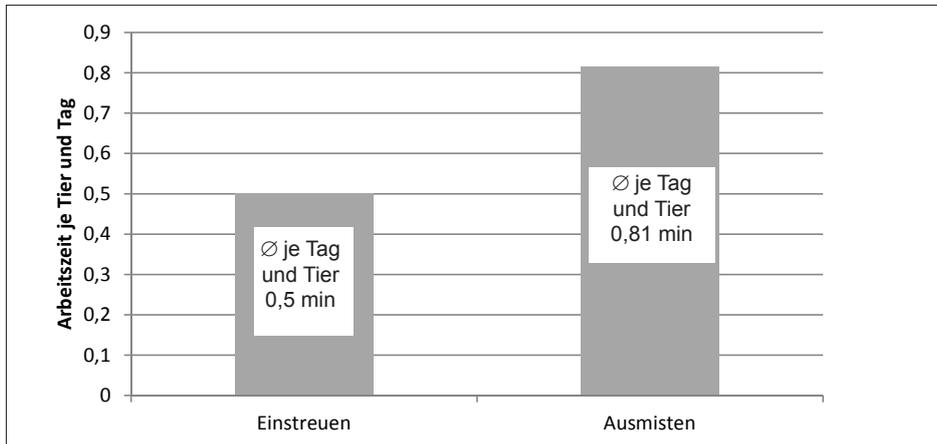


Abbildung 6: Arbeitszeitbedarf für Einstreuen und Ausmisten je Tier und Tag in Minuten auf dem Praxisbetrieb



Abbildung 7: Sicherheitssensor

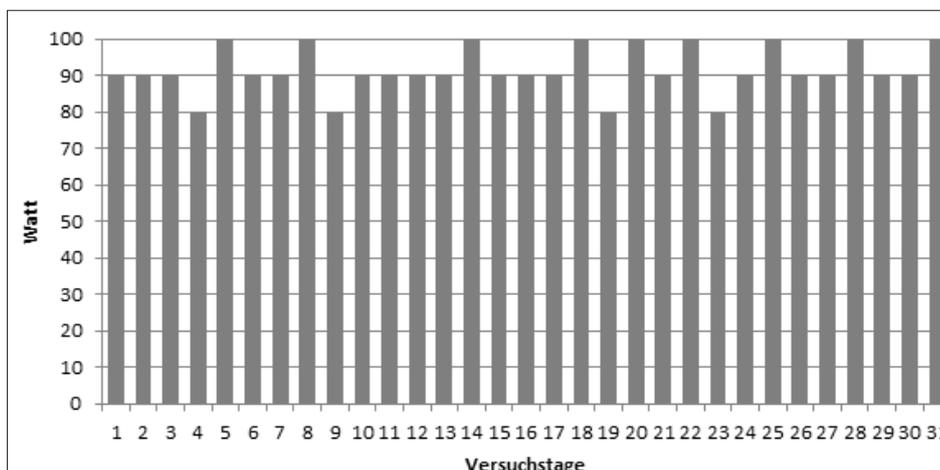


Abbildung 8: Stromverbrauch je Tag in einem Monat

Stromverbrauch

Der Stromverbrauch wurde mittels eines zwischengeschalteten Stromzählers aufgezeichnet. Aufgezeichnet wurde der Verbrauch je Minute. Zusammengefasst ergibt sich ein Stromverbrauch von 94,8 W/Tag. Der Stromverbrauch (*Abbildung 8*) bezieht sich lediglich auf die Steuerung und die Pneumatikventile. Der Verbrauch des Kompressors wurde nicht miterfasst, da dieser in der Hofwerkstatt auch anderweitig verwendet wurde und eine getrennte Aufzeichnung nicht möglich war.

Der Verbrauch für einen Entmistungszyklus beträgt 10 Watt. Dem Diagramm kann man entnehmen, dass zwischen 8 - und 10-mal je Tag ein Reinigungszyklus gestartet wurde. Die Schwankungen ergeben sich durch einen Pause-Intervall von 9300 Sekunden. Rechnerisch würde es so zu 9,3 Entmistungen je Tag kommen.

Druckluftverbrauch

Um den Druckluftverbrauch festzustellen wurde in der Zuleitung ein Druckluftzähler der Firma Testo (Testo 6441) installiert. Kombiniert mit einem Mikromec Datenlogger der Firma Technetics wurden im Minutentakt jeweils der Mittelwert und der Maximalwert aufgezeichnet. Der Volumstrom war so gering, dass er mit der eingesetzten Messtechnik nicht erfasst werden konnte. Herstellerangaben werden mit 2 Liter je Hub angegeben.

Klima

Die Temperatur und Feuchtedaten wurden mit Testostor

171-3 Datenlogger der Firma Testo in einem Aufzeichnungsintervall von 10 Minuten aufgezeichnet. Es wurde jeweils ein Datenlogger im Tierbereich, unter Dach und im Außenbereich montiert.

Der Temperaturverlauf (Abbildung 9) war im ausgewählten Zeitraum und bei Minustemperaturen unter Dach und im Außenbereich annähernd gleich. Im Tierbereich ergab sich trotz der offenen Seitenwände über den gesamten Messzeitraum im Durchschnitt eine um 1,1 Grad höhere Temperatur. Die drei geschlossenen Seiten ermöglichen somit das gewünschte zugluftfreie Mikroklima im Tierbereich.

Kalkulation

In der angestellten Kalkulation (Tabelle 4) wurde eine komplette Automatisierung des Systems „Moving Floor“ unterstellt. Um den Mist im Frontbereich zu entfernen wurde eine Schubstangenentmischung mit Hochförderer zugrunde gelegt. Da diese Erweiterung für mehrere Boxen geeignet ist, wurde sie mit einem Anteil von einem Viertel einer Box hinzugerechnet. Demnach ergeben sich Gesamtkosten bei einer Box von € 207,48 je Jahr und Tier.

Für einen Gruppeniglu, der Platz für fünf Tiere bietet, entstehen Jahreskosten je Tier in der Höhe von € 44,20. Unterstellt man eine Einsparung von 4,92 Stunden je Tier und Tag und multipliziert es mit einem Stundenlohn von € 10,- Euro, so ergeben sich noch immer Kosten in der Höhe von € 158,20 je Tier und Jahr.

Kalkulatorisch über die Arbeitszeiteinsparung ergibt sich somit kein Kostenvorteil für dieses System gegenüber herkömmlichen Systemen.

Nicht untersucht wurden die geringere Einstreumenge und die möglicherweise höhere Tiergesundheit aufgrund einer geringeren Keimbelastung, die diesem System eventuell zugutekommen würden.

Literatur:

EILERS, U. und S. JÜLICH (2011): Verfahrenstechnischer Vergleich verschiedener Systeme für die Kälbergruppenhaltung, Versuchsbericht // Landwirtschaftliches Zentrum für Rinderhaltung, Grünlandwirtschaft, Milchwirtschaft, Wild und Fischerei, LAZBW ; 2011,1

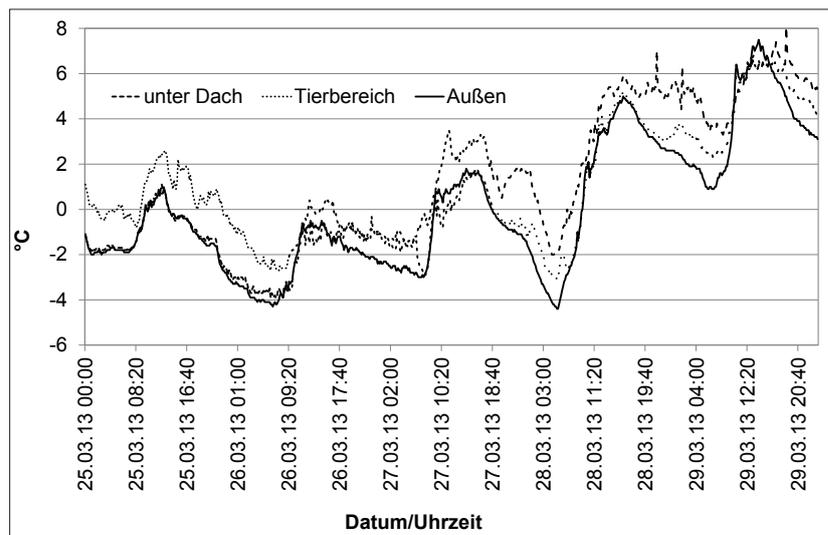


Abbildung 9: Temperaturverlauf in einem ausgewählten Zeitraum

Tabelle 4: Vergleich Gruppeniglu - vollautomatisierter Moving floor

	Gruppeniglu	MovingFloor Vollautomatisiert	
Preis je Box	€ 2.210,00	€ 6.500,00	Jahre
Preis Schubstangenentmischung (1/4)		€ 1.550,00	
Nutzungsdauer	10	10	Jahre
Tiereanzahl	5	4	Tiere
Abschreibung	€ 44,20	€ 201,25	Jahre/Tier
Jahresstromverbrauch 34,6kW á 0,18 Cent/kW		€ 6,23	Jahre
Gesamtkosten je Tier und Jahr	€ 44,20	€ 207,48	
Einsparpotential in Minuten je Tag und Tier		0,81	Minuten
Einsparpotential in Stunden je Jahr und Tier		4,9	Stunden
Stundenlohn		€ 10,00	
Einsparung je Jahr und Tier durch Arbeitszeit		€ 49,28	
Gesamtkosten je Jahr und Tier abzüglich	€ 44,20	€ 158,20	

Tabelle 5: Technische Daten der Kälberbox

Gesamtlänge mit/ohne Dachkonstruktion	5000 mm/4400 mm
Gesamtbreite mit/ohne Dachkonstruktion	2170 mm/2100 mm
Gesamthöhe mit/ohne Dachkonstruktion	2500 mm/1470 mm
Gewicht mit/ohne Dachkonstruktion inkl. Fressgitter und Trog	570 kg/530 kg
Strohbehälter	
Länge	1900 mm
Breite	330 mm
Höhe	910 mm
Fassungsvermögen	0,57 m³
Nutzbarer Tierbereich	
Länge	3700 mm
Breite	1910 mm
Nutzbare Fläche	7,07 m²
Energieversorgung	
Stromversorgung	220 Volt
Druckluft	120 – 140 Psi/8 – 10b ar