

Ergebnisse stallklimatischer Untersuchungen in einer Milchviehanlage mit 630 Tierplätzen

Dipl.-Ing. S. Kühnhausen, KDT, Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg

Verwendete Formelzeichen

ME	—	Meßebene
t_{Au}	°C	Außenlufttemperatur
t_K	°C	Kanallufttemperatur
t_R	°C	Raumlufttemperatur
$t_{x, y, z}$	°C	effektive Temperatur in x-, y- und z-Richtung
t_z	°C	Zulufttemperatur
x	mm	Lauflänge des Zuluftstrahls
V_{Ab}	m ³ /h	Abluftvolumenstrom
V_0	m ³ /h	Volumenstrom am Luftauslaß
V_z	m ³ /h	Zuluftvolumenstrom

1. Aufgabenstellung

Bei massiven und meist deckenlastigen Ställen mit geringer Gebäudebreite (5000 bis 10000 mm) wurden mit dem Prinzip der freien Lüftung gute bis befriedigende Stallklimaparameter erzielt [1]. Auch in Produktionsgebäuden leichter Bauweise und Gebäudebreiten bis zu 24000 mm funktioniert das Prinzip der freien

Lüftung mit zufriedenstellenden Produktionsergebnissen. Bei extremen Außenlufttemperaturen (Sommer, Winter) können die in [2] geforderten Werte jedoch nicht immer eingehalten werden. Das System der freien Lüftung sollte deshalb durch ein Zwangslüftungssystem ergänzt werden [3]. Lüftungssysteme, die nach dem Unterdruckprinzip arbeiten, bauen in dem zu lüftenden Raum einen Unterdruck gegenüber der Umgebung auf. Durch alle Öffnungen des Baukörpers (Türen, Fenster, Lüftungsschlitze, Futterbänder u. ä.) strömt Außenluft unkontrolliert in den Raum ein. Bei Gebäudebreiten bis 24000 mm und sehr hohen Bauhöhen bis 6000 mm werden die Tierplätze in der Stallmitte nur ungenügend mit Frischluft versorgt. Besonders im Sommer bilden sich aufgrund der geringen Zuströmgeschwindigkeiten an den Baukörperöffnungen Wandstrahlen aus. Begünstigt durch die wirkende Thermik im Stall und die strömungstechnisch geringen Verluste

gegenüber Freistrahlen, lehnen sich diese Halbstrahlen an die Baukörperteile an und gelangen, ohne den Tierbereich zu erfassen, zur Abluftöffnung (Bild 1). Anlagen, die nach diesem Prinzip arbeiten, weisen im Sommer meist sehr hohe Raumtemperaturen $t_R \approx 30^\circ\text{C}$ und im Winter in der Nähe der Außenwände Kälteeinträge auf. Im Gegensatz dazu können beim System der Drucklüftung (Überdruckprinzip, Gleichdruckprinzip) die Luftzuführung und Durchströmung des Tierbereichs günstiger beeinflusst werden.

Anhand von Untersuchungen sollen die gegebenen Aussagen beurteilt und auf Fragen bezüglich der Betriebsweise von Unter- und Gleichdrucksystemen hingewiesen werden.

2. Systemlösung der Milchviehanlage mit 630 Tierplätzen

Das Produktionsgebäude ist in Stützen-Riegel-Konstruktion gefertigt, hat eine Länge von 109000 mm, eine Breite von 21000 mm und eine Höhe von 6000 mm. Die Tiere werden in 17 Buchten zu je 36 Tieren und in einer Gruppe zu 18 Tieren gehalten. Die Buchten sind quer zur Stallängsachse angeordnet. Die Freß-Liege-Boxen werden offen bewirtschaftet und gewährleisten ein Tier-Freßplatz-Verhältnis von 1:1. Fließkanäle realisieren den Gülletransport, die Fütterung erfolgt über Bandwagen und Futterinzugsbänder (Bild 2). Das Lüftungssystem ist als Unterdrucklüftung ausgelegt. Die Abluft wird einerseits über das Dach durch Ventilatoren und zum anderen über neben den Güllekanälen angeordneten Lüftungskanälen

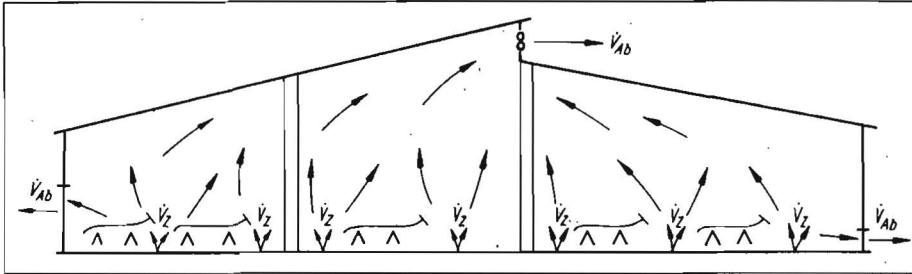
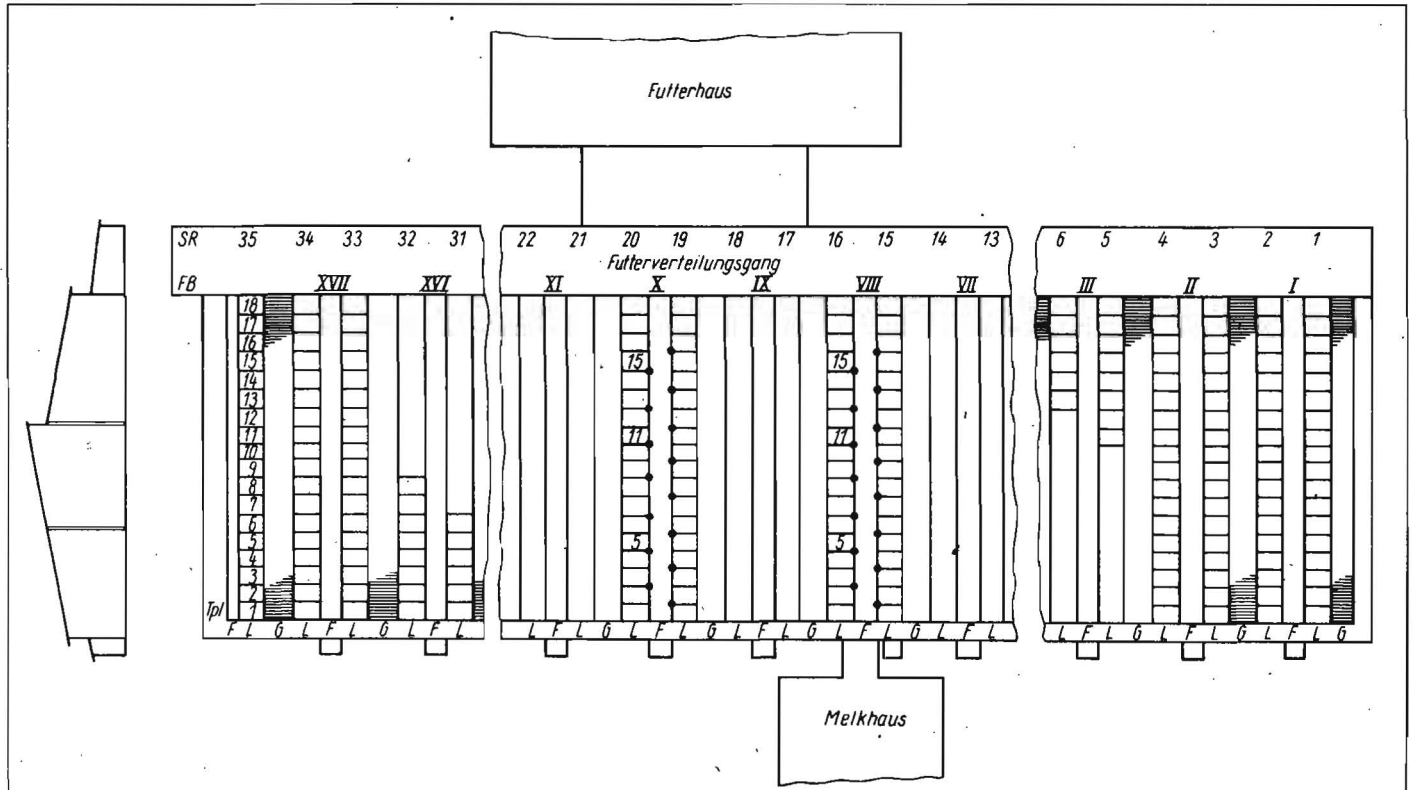


Bild 1. Strömungsverlauf des Unterdrucksystems (Sommerbetrieb)

Bild 2. Grundriß der Milchviehanlage mit 630 Tierplätzen; SR Standreihe, FB Futterband, Tpl Tierplatz, F Futterkrippe, L Liegefläche, G Güllekanal



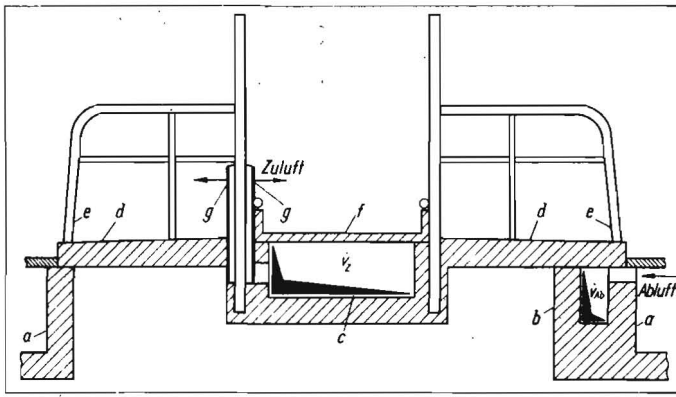
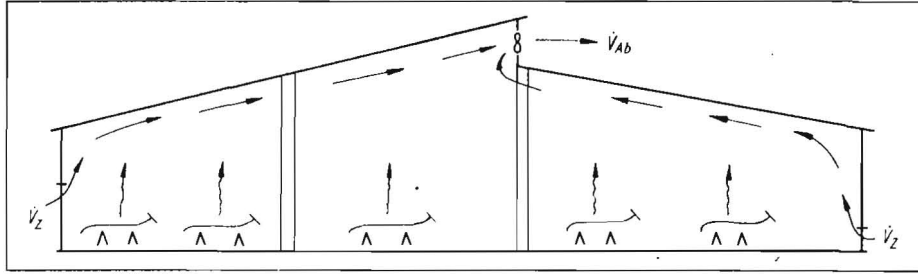


Bild 3
Tierstand mit Zu- und Abluftkanal;
a Güllekanal
b Abluftkanal
c Zuluftkanal
d Einzeltierplatz
e Standaustrüstung
f Futterkrippe
g Zuluftöffnungen

Bild 4
Strömungsverlauf des Gleich- bzw. Überdrucksystems (Sommerbetrieb)



aus dem Stall gefördert. Die Zuluft soll durch die unterhalb der Futterkrippe befindlichen Zuluftkanäle aus Luftaustrittselementen in den Tierbereich einströmen (Bilder 3 und 4). Die Luftaustrittsöffnungen sind jedoch aufgrund der geringen Zuströmgeschwindigkeit im vertikalen Steigrohr mit Futterresten und Staubpartikeln verstopft. Die Funktionstüchtigkeit kann somit nicht gewährleistet werden.

3. Untersuchung der Systemlösung

3.1. Untersuchungsgegenstand und -methode
Eine Lüftungsanlage funktioniert nur so gut wie ihre einzelnen Baugruppen. Da eine zu geringe Zuluftgeschwindigkeit zu Verstopfungen der Luftaustrittsöffnungen und Luftleitungen führt, ist durch Erhöhung derselben ein Eindringen von Futter zu verhindern. In der Stall-

mitte ergaben sich bei herkömmlicher Bewirtschaftung die ungünstigsten Klimaparameter. Deshalb wurde in einer Vergleichsmessung ein Zuluftkanal mit einem Ventilator ausgerüstet, ein zweiter wie bisher bewirtschaftet. Mit Hilfe von Kurz- und Langzeitversuchen sind die charakteristischen Klimaparameter am Tier-einzelplatz und über dem Stallquerschnitt gemessen und registriert worden (August bis Dezember 1979; Sommer-, Übergangs- und Winterperiode).

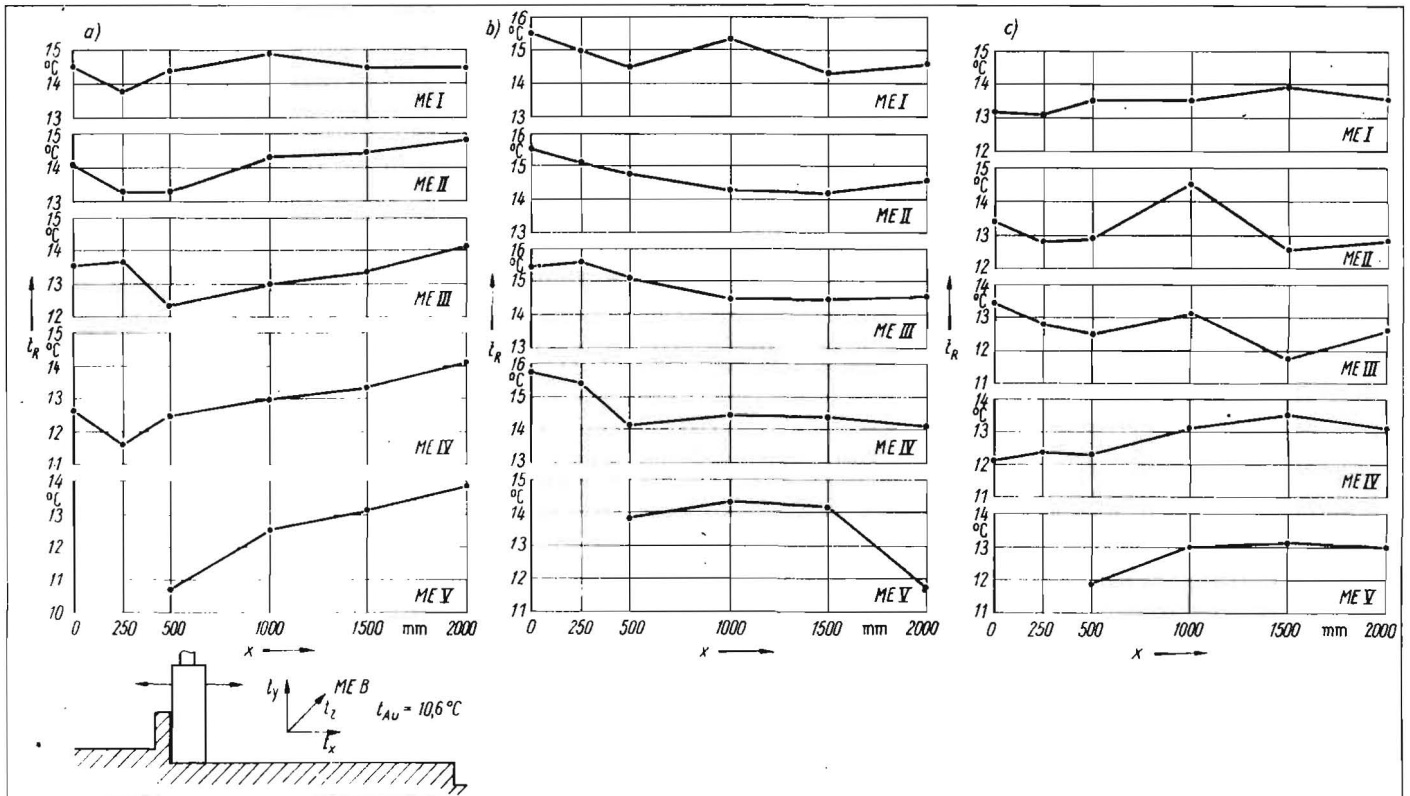
3.2. Untersuchungen am Einzeltierplatz

3.2.1. Lufttemperatur

Zur repräsentativen Beurteilung der Raumlast und thermischen Umgebungseinflüsse im Tierbereich wurde auf das Erfassen charakteristischer Temperaturwerte große Aufmerksamkeit gelegt. An 28 Meßpunkten wurden in fünf horizontalen Meßebenen (ME V 0 mm; ME IV 550 mm; ME III 950 mm; ME II 1300 mm; ME I 2000 mm) die Temperaturschichtung am Tierplatz bei unterschiedlichen Volumenströmen erfaßt. Im Bild 5 sind die Temperaturprofile bei $\dot{V}_0 = 0 \text{ m}^3/\text{h}$, $280 \text{ m}^3/\text{h}$ und $750 \text{ m}^3/\text{h}$ in der Übergangsperiode dargestellt. Ist der Zuluftstrom nicht wirksam (Bild 5a), ergibt sich eine Temperaturschichtung von 11 bis 15°C . Bei geringem Volumenstrom $\dot{V}_0 = 280 \text{ m}^3/\text{h}$ (d.h. $140 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{Tier}$, da ein Auslaß für zwei Tierplätze den Zuluftstrom erbringen muß) betragen die Temperaturschwankungen nur etwa 2 K. Wird der Volumenstrom auf $\dot{V}_0 = 750 \text{ m}^3/\text{h}$ erhöht, ist durch die große Turbulenz am Luftauslaß bei einer Zulufttemperatur von $t_z = 12,2^\circ\text{C}$ eine starke Ungleichmäßigkeit der Temperaturschichtung im gesamten Tierbereich zu verzeichnen. Die mittlere Temperatur am Tierplatz ist um etwa 2 K niedriger als bei

Bild 5. Temperaturprofil am Einzeltierplatz in der Übergangsperiode

- a) $\dot{V}_0 = 0 \text{ m}^3/\text{h}$
- b) $\dot{V}_0 = 280 \text{ m}^3/\text{h}$
- c) $\dot{V}_0 = 750 \text{ m}^3/\text{h}$



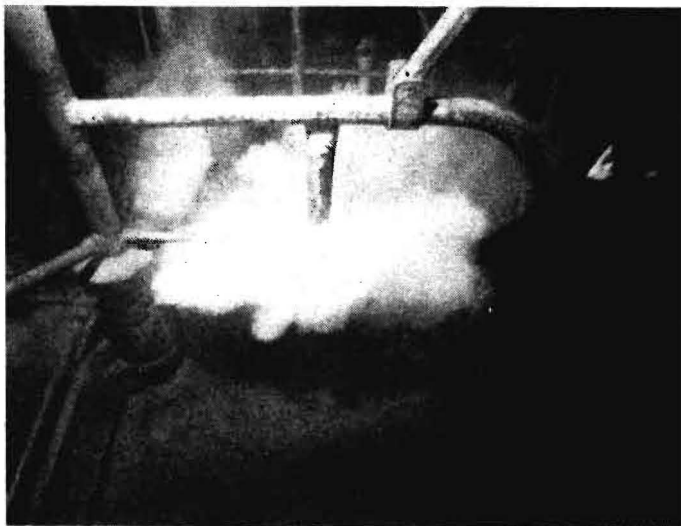
$\dot{V}_0 = 280 \text{ m}^3/\text{h}$. Ein geringer Zuluftstrom $\dot{V}_0 \leq 180 \text{ m}^3/\text{h}$ führte in der Übergangsperiode zu den besten Raumtemperaturen am Tierplatz ($t_R \approx 15^\circ\text{C}$). Ähnlich verliefen die Temperaturprofile im Winterfall. Die hohe Turbulenz am Luftauslaßelement führte zu einem schnellen Temperaturaufbau im Strahlprofil ($x \leq 500 \text{ mm}$).

3.2.2. Luftgeschwindigkeit am Einzeltierplatz
Die Geschwindigkeitsprofile am Einzeltierplatz weisen entsprechend dem Betriebsverhalten der Lüftungsanlage charakteristische Verläufe auf. Bei einem Volumenstrom $\dot{V}_0 = 0 \text{ m}^3/\text{h}$ betragen die Geschwindigkeitsspitzen maximal $0,28 \text{ m/s}$. Erhöht sich der Volumenstrom auf $\dot{V}_0 = 280 \text{ m}^3/\text{h}$, so stellt sich eine mittlere Geschwindigkeit von etwa $0,1$ bis $0,4 \text{ m/s}$ ein. Fördert der Ventilator den maximalen Volumenstrom ($\dot{V}_0 = 750 \text{ m}^3/\text{h}$), erhöht sich die Luftgeschwindigkeit im Tierbereich bis auf $0,6 \text{ m/s}$. Für den Sommerfall kann deshalb diese Betriebsweise zur Anwendung kommen.

3.2.3. Strömungsprofil am Einzeltierplatz
Die Erfassung des gesamten Aufenthaltsbereichs des Tieres am Tierplatz, die Gewährleistung eines optimalen Energie- und Stoffaustausches sowie das Heranführen von Frischluft zur Atmung stellen die Forderungen an einen Luftauslaß. Der Luftauslaß befindet sich an jeder zweiten Standsäule und gewährleistet durch seine Gestaltung (16 Löcher versetzt angeordnet: $\varnothing 50 \text{ mm}$) eine gute Strahl-turbulenz und einen genügend großen Einflußbereich am Tierplatz. Die gesamte Aufenthaltszone zweier Tierplätze wird gut durchspült (Bild 6).

3.2.4. Volumenstrom und Temperaturverlauf im Zuluftkanal
Der Vorteil von Unterflurzuluftkanälen beruht auf ihrem Energiespeichereffekt. Im Sommer wird die warme Außenluft ($t_{\text{Au}} = 25 \dots 30^\circ\text{C}$) über den Unterflurkanal ($t_K \approx 10 \dots 20^\circ\text{C}$) „gekühlt“ und dem Tierbereich über den Luft-

Bild 6
Strömungsprofil am Einzeltierplatz (Standreihe 16, Tierplatz 11); $\dot{V}_0 = 750 \text{ m}^3/\text{h}$



auslaß zugeführt. Entsprechend umgekehrt wirkt dieser Effekt im Winter: Die kalte Außenluft ($t_{\text{Au}} \approx 0 \dots -15^\circ\text{C}$) gelangt über den Ventilator in den Kanal ($t_K \approx 5 \dots 10^\circ\text{C}$), „erwärmt“ sich und tritt mit geminderter Temperaturdifferenz in den Tierbereich ein. In der beschriebenen Anlage betrug die Temperaturerhöhung auf einer Kanallänge von 18 m , einem Kanalquerschnitt von $0,55 \text{ m}^2$ und einem Volumenstrom von $11000 \text{ m}^3/\text{h}$ $1,6 \text{ K}$ und bei einem Volumenstrom von $5400 \text{ m}^3/\text{h}$ etwa 2 K .

4. Zusammenfassung
Lüftungssysteme, die nach dem Prinzip der freien Lüftung und nach dem Unterdruckprinzip arbeiten, erreichen, ganzjährig nicht befriedigende Ergebnisse. Die Ursachen dafür liegen in einem oft unkontrollierten Einströmen von Außenluft in das Stallgebäude. Dabei wird die Aufenthaltszone meist gar nicht bzw. nur ungenügend beeinflusst (Sommer). Mit der

Überdruck- bzw. Gleichdrucklüftung und Luftführung von unten (Futterkrippenbereich) nach oben können bei vorhandenen Unterflurkanälen und der Nutzung der Speichermassen des Baukörpers gute Ergebnisse erzielt werden. Durch Befeuchtung können die Zulufttemperaturen im Sommer noch verringert werden [4].

Literatur

- [1] Brandt, G., u. a.: Landtechnische Anlagen. Berlin: VEB Verlag Technik 1976.
- [2] TGL 29084/01 Stallklimagestaltung; Tierphysiologische Angaben zum Stallklima und zur Beleuchtung. Ausgabe Juni 1977.
- [3] Achmedova, M.; Müller, H.-J.: Einsatz der freien Lüftung in Tierproduktionsanlagen. agrartechnik 30 (1980) H. 1, S. 30–32.
- [4] Spassov, M.: Untersuchungen zur Zwangsbelüftung in einem Kuhstall des Typs K 250 DK bei extremen Stalllufttemperaturen. Vortrag auf der 2. Mechanisierungstagung der Ingenieurhochschule Berlin—Wartenberg vom 6. bis 8. November 1979. A 2654

Untersuchungen zur Zwangsbelüftung in einem Kuhstall des Typs K 250 DK bei extremen Stalllufttemperaturen

Dozent Dr. M. Spassov, Hochschule für Zootechnik und Veterinärmedizin Stara Zagora, VR Bulgarien

1. Einführung

Das Klima in Bulgarien ist mäßig kontinental. Die jährliche Durchschnittstemperatur betrug in den letzten 20 Jahren 11°C . Im Sommer erreicht die Temperatur Werte von 36°C und im Winter bis -15°C . Die Schwankungen der Außenlufttemperatur beeinflussen die Leistung und den Gesundheitszustand der Tiere erheblich.

Nach Andrianov [1] bewirkt das Mikroklima Schwankungen in der Milchleistung der Kühe bis zu 20% . Daher ist die Sicherung optimaler Stallklimabedingungen eine wichtige Aufgabe für Projektanten, Zootechniker und Tierärzte.

2. Untersuchungsziel, -gegenstand und -methodik

Die Untersuchung hat zum Ziel, den Zustand der wichtigsten Stallklimafaktoren in einem

vierreihigen Kuhstall mit Zwangsbelüftung bei extremen Werten der Außenlufttemperatur zu ermitteln. Der aus Fertigteilen gebaute Stall hat eine Länge von 76700 mm , eine Breite von 24200 mm und ein Raumvolumen von 8524 m^3 . Umgebende Wände und Dach sichern eine Wärmeleitzahl von $\alpha = 0,5 \text{ W/m} \cdot \text{K}$. Die Kühe werden mit einer Impulsa-Melkanlage M 620 gemolken. Die Entmistung erfolgt mit einer Kratzerkette, die Futterverteilung mit dem Futtermittelverteilungswagen KTU-10.

Die in die Untersuchung einbezogenen Kühe der Rasse „Bulgarisches Braunvieh“ haben eine durchschnittliche Körpermasse von 550 kg und eine durchschnittliche jährliche Milchleistung von 3950 kg .

Im Stall ist ein Gleichdrucklüftungssystem (Bild 1) eingebaut, das verschiedene Umluftarten gewährleisten kann. Dieses System besteht aus einer Kammer für die Aufbereitung

der Außenluft a, aus zwischen den Trögen unter dem Futterverteilungsgang angebrachten Lüftungskanälen b, aus Luftaustrittselementen c, den Zuluftventilatoren d, aus den Abluftventilatoren e, den Umluftkanälen f, Luftregelinrichtungen g und aus einem Elektropumpenaggregat für Sprühbefeuchtung der Luft mit Hilfe von Düsen h.

Im Laufe eines Jahres wurden sowohl die Außenklima- als auch die Stallklimawerte für Temperatur, Feuchtigkeit und Geschwindigkeit der Luft sowie die Quantität des Luftwechsels im Winter ermittelt. Die Stallklimaparameter wurden nach den klassischen Meßverfahren ermittelt [2].

3. Ergebnisse

Bei extremen Werten der Außenlufttemperatur in der Sommer- und Winterperiode wurden im Kuhstall die in Tafel 1 zusammengestellten