

Freie Lüftung von Kompaktbauten der industriemäßigen Milchviehhaltung



Weier, H. 1)

Die Suche nach Wegen zur Verringerung des Elektroenergieverbrauchs führte in Anlagen der industriemäßigen Milchviehhaltung auch zur Einschränkung des Betriebes der Zwangslüftungsanlagen. Dabei wurde deutlich, daß auch in Kompaktbauten durch freie Lüftung über lange Zeiträume Stallklimazustände zu erreichen sind, wie sie die Tierproduktion erfordert. Da die gesammelten Erfahrungen den bisherigen Auffassungen über die Wirksamkeit der freien Lüftung [1] [2] scheinbar entgegenstehen, wurden in einer mechanisch und in einer frei gelüfteten Milchviehanlage des Typs MVA 1930 vergleichende Stallklimauntersuchungen ausgeführt.

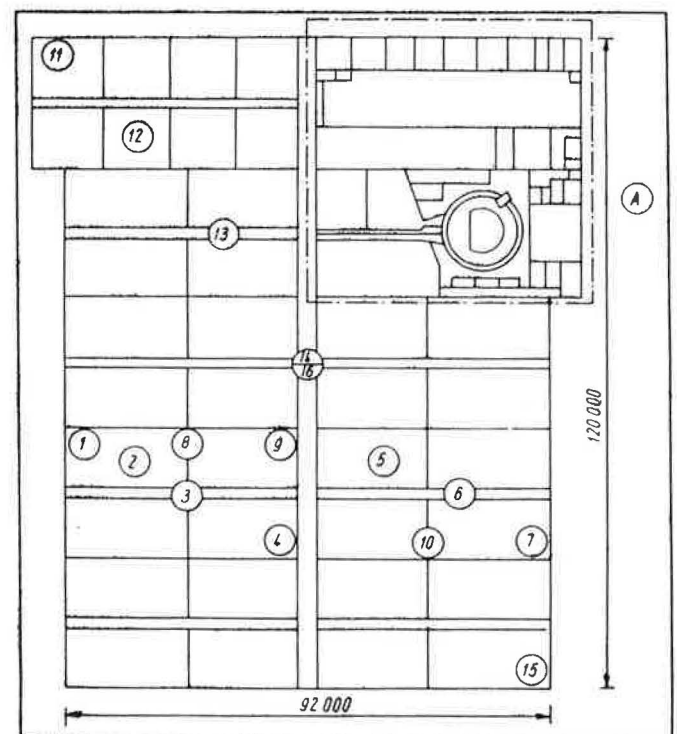
Beschreibung der Milchviehanlagen

Die Milchviehanlagen des Typs MVA 1930 bestehen aus fünf Hallenschiffen mit einer Grundfläche von 24 m × 92 m und einer mittleren Höhe von 5 m (Bild 1). Die Hallenschiffe haben Basilikaform. In den Dachstufen befinden sich durchgehende Fensterbänder mit einigen zu öffnenden Fensterflügeln. Die Giebel jeder Halle haben 4 Tore, von denen jedes eine Fläche von etwa $A = 6 \text{ m}^2$ aufweist.

Die zwangsgelüftete Anlage ist mit den Längsachsen der Hallenschiffe in Nord-Süd-Richtung orientiert. Sie wird durch SL-80-Lüftungsanlagen mit Außenluft versorgt. Diese Anlage befindet sich an einem nach Nordosten fallenden Hang unterhalb der

Bild 1. Meßstellenverteilung

- A, 1-7 kontinuierliche Messung, Höhe etwa 2 m
- 1-10 3 Stichproben in einer Dekade
- 11-15 1 Stichprobe in einer Dekade
- 16 kontinuierliche Messung in der Winterdekade, Höhe etwa 5 m
- mechanisch gelüfteter Bereich



Hangkante und liegt damit im Leeggebiet der Hauptwindrichtung.

Die frei gelüftete Milchviehanlage ist mit den Längsachsen der Hallenschiffe in Südost-Nordwest-Richtung orientiert. Sie befindet sich in freier Lage. Die Anlage ist mit SL-77-Lüftungsanlagen ausgerüstet. Die Lüftungsanlagen des Produktionsstalles werden praktisch nicht betrieben. Statt dessen wird eine freie Lüftung des Stalles in folgendem Regime vorgenommen: Sämtliche in den Dachstufen zu öffnenden Fenster bleiben ganzjährig offen. Nur bei Außenlufttemperaturen unter $t_a = 0^\circ\text{C}$, Windgeschwindigkeiten über $w = 4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ und Windrichtungen um Ost werden die luvseitigen Fenster des äußeren nach Nordosten gerichteten Hallenschiffes geschlossen. Die Klappen in den SL-Geräten sind auf Sommerbetrieb gestellt. Die Tore werden in Abhängigkeit von der Außenlufttemperatur geöffnet. Bis zu Temperaturen um $t_a = 0^\circ\text{C}$ sind die Tore geschlossen. Im Bereich von $t_a = 0 \dots 10^\circ\text{C}$ werden die Tore je nach Windgeschwindigkeit und Windrichtung teilweise geöffnet. Eine Unterteilung der Tore in vier Einzelflügel erleichtert das Anpassen der Öffnungsfläche an die Außenluftverhältnisse. Bei Temperaturen über $t_a = 10^\circ\text{C}$ werden die Tore vollständig geöffnet. Das Betreiben der Lüftungsanlagen erscheint nur bei Temperaturen von $t_a > 20^\circ\text{C}$ notwendig. Aber auch unter solchen Bedingungen wurde je nach den Windverhältnissen auf das Zuschalten der Anlagen verzichtet. Während der Meßperioden war keine Lüftungsanlage des Produktionsstalles in Betrieb.

Ergebnisse der Stallklimamessungen

Die Messungen erfolgten in Anlehnung an TGL 32761 „Stallklimatisches Prüfprogramm für Anlagen der Tierproduktion“ [5] mit den im Veterinärwesen zur Produktionskontrolle üblichen Meßgeräten. Die Verteilung der Meßstellen und die Art der Messung sind aus Bild 1 ersichtlich. Temperatur und Feuchte der Luft wurden an den Meßstellen 1 bis 7 mit Thermohygrographen registriert. Durch Einzelmessungen sind Temperatur, Feuchte, Geschwindigkeit und Schadgasgehalte an den Meßstellen 1 bis 15 im Tierbereich und an den Meßstellen 1 bis 7 auch in Höhe der Thermohygrographen (Temperatur, Feuchte) erfaßt worden.

Entsprechend den Forderungen des Prüfprogramms wurden drei Meßzeiträume zu je zehn Tagen im Sommer ($t_{am} > 15^\circ\text{C}$), im Übergangszeitraum ($0^\circ\text{C} < t_{am} < 15^\circ\text{C}$) und im Winter ($t_{am} < 0^\circ\text{C}$) gewählt. Die Außenklimadaten fallen an zwei bzw. drei Tagen der im Übergangszeitraum und der im Winter liegenden Meßperiode aus den geforderten Bereichen heraus. Diese wetterbedingten Abweichungen waren nicht auszuschließen. Sie stellen aber die Gesamtaussagen der Untersuchung nicht in Frage.

Außenluftförderströme

Eine direkte Messung der durch die freie Lüftung geförderten Luftvolumenströme wurde nicht vorgenommen. Die hierzu mögliche Bestimmung des Luftdurchsatzes mit der Indikator-gasmethode schied für eine derart umfangreiche Untersuchung von vornherein aus. Es bietet sich jedoch ein indirektes Vorgehen zur Bestimmung der Förderströme an.

Aus den bekannten Wärmeabgaben der Tiere und den Feuchte-lasten des Stalles [6] werden anhand der ermittelten Enthalpie- bzw. Feuchtedifferenzen zwischen Außenluft und Stallluft die durch die Ställe strömenden Außenluftmengen bestimmt. Aus der Wärme- bzw. Feuchtebilanz folgt

$$\dot{V} = \frac{\dot{Q}}{q_a (h_i - h_a)} = \frac{\dot{X}}{q_a (x_i - x_a)} \quad (1)$$

Die so ermittelten Werte stellen zwar, da die Wärmeabgabe der Tiere bzw. die Feuchtelast des Stalles im konkreten Fall nicht unbedingt mit den Normwerten übereinstimmen müssen, keine exakte Angabe der Förderströme dar, sie bieten aber im Rahmen der vorliegenden Untersuchung die Möglichkeit, die Lüftungsintensität in beiden Anlagen zu vergleichen. Da auch in der mechanisch gelüfteten Anlage ein Anteil freier Lüftung auftritt und die Zuluftgeräte in Abhängigkeit von der Stallluft-

1) Dr.-Ing. Weier, H., Fachgebietsleiter, Bezirksinstitut für Veterinärwesen Dresden

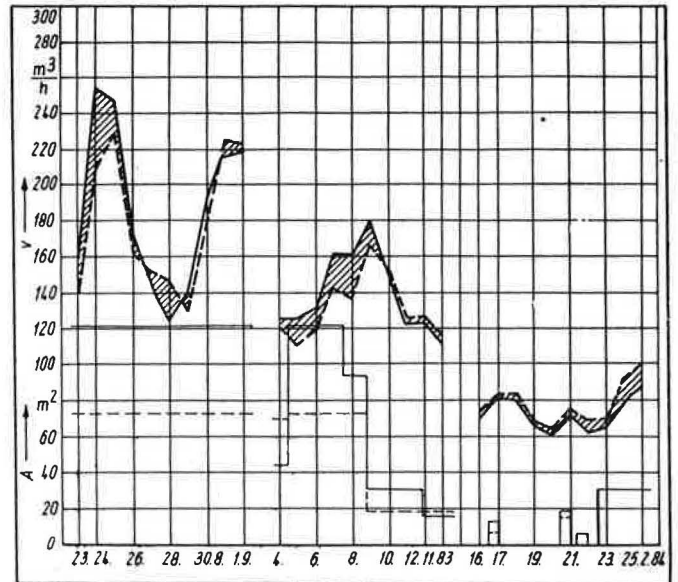
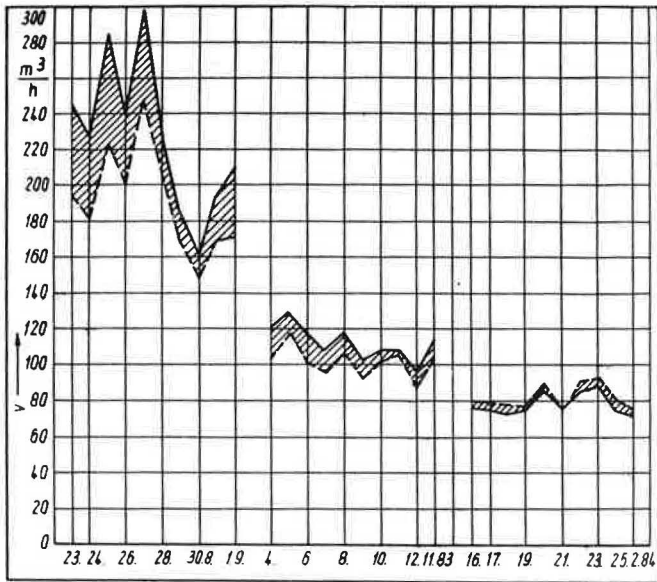


Bild 2. Außenluftförderstrom je Tier, mechanisch gelüftete Milchviehanlage
 — aus der Wärmelast bestimmt (\dot{V}_Q)
 - - - - - aus der Wasserdampfplast bestimmt (\dot{V}_X)

Bild 3. Außenluftförderstrom je Tier, frei gelüftete Milchviehanlage
 — Fläche der geöffneten Tore an der NW-Seite
 - - - - - Fläche der geöffneten Tore an der SO-Seite

temperatur betrieben werden, waren die Außenluftdurchsätze beider Anlagen in dargestellter Weise zu bestimmen.

Die Förderströme wurden für beide Anlagen, ausgehend von Tagesmittelwerten der Außen- und Stallklimaparameter, als Tagesmittelwerte berechnet. Dieses Vorgehen ist schon deshalb erforderlich, weil die in [6] tabellierten Werte der Wärmeabgabe der Tiere und der Feuchtelasten des Stalles als Mittelwert eines Tages zu interpretieren sind. Die Schwankungen dieser Größen im Laufe eines Tages sind vor allem eine Funktion der Tieraktivität und nicht der Veränderung der Stalllufttemperatur. Der Wärmestrom wurde aus innerer und äußerer Wärmelast des Stalles bestimmt. Eine Strahlungsbelastung ist aber nur an Strahlungstagen berücksichtigt, da der Anteil der diffusen Strahlung gegenüber den übrigen Wärmelastkomponenten sehr klein ist.

Beide Bilanzen ergeben unterschiedliche Volumenströme, so daß das Ergebnis als eine Näherung für die tatsächlichen Werte anzusehen ist. Eine recht brauchbare Näherung allerdings, wie die in den Bildern 2 und 3 dargestellte Auswertung der Gl. (1) zeigt. So beträgt der Unterschied zwischen dem aus der Wärmebilanz bestimmten Volumenstrom (\dot{V}_Q) und dem aus der Feuchtebilanz bestimmten (\dot{V}_X) im Mittel $1 \dot{V}_Q / \dot{V}_X = 10\%$. Dabei darf jedoch nicht außer acht gelassen werden, daß die Einzelwerte wegen der recht hohen Gerätefehler und der Verknüpfung der Meßgrößen ohnehin mit einem Fehler von mindestens $1 \dot{V} / \dot{V} =$

$\pm 10\%$ behaftet sind. Zusätzlich zu den Volumenströmen ist im Bild 3 die Fläche der geöffneten Tore eingetragen, da sie die Größe des Luftdurchsatzes wesentlich bestimmt.

Die zwischen den Außenluftförderströmen beider Milchviehanlagen auftretenden Differenzen sind nach statistischen Tests nur für die im Übergangszeitraum liegende Meßperiode als nicht zufällig anzusehen. In diesem Zeitraum übertrafen allerdings die Förderströme der frei gelüfteten Anlage die der mechanisch gelüfteten. In den übrigen Meßperioden waren die höheren Außenluftdurchsätze in der mechanisch gelüfteten Anlage festzustellen (vgl. Tafel). Bemerkenswert erscheint weiterhin, daß die in [6] für Sommerbedingungen je Tier empfohlenen — nicht geforderten — Mindestluftstraten von $\dot{V} = 220 \text{ m}^3/\text{h}$ trotz relativ hoher Stallluftmitteltemperaturen in beiden Anlagen nur in etwa der Hälfte der Zeit erreicht wurden. Trotzdem war keine Überschreitung des produktiven Bereichs der Stalllufttemperatur festzustellen. Ebenso ohne negative Auswirkungen auf das Stallklima bleiben die Unterschreitungen der empfohlenen Mindestluftstraten von $\dot{V} = 70 \text{ m}^3/\text{h}$ in der frei gelüfteten Milchviehanlage an einigen Tagen der Wintermeßperiode.

Strömungsverlauf

Die Beobachtung des Strömungsverlaufs richtete sich hauptsächlich auf die im Winter auftretenden Verhältnisse. Im Sommer und im Übergangszeitraum stellen sich in der frei gelüfteten

Tafel. Stallklimawerte der einzelnen Untersuchungsabschnitte

Nr.	Mechanisch gelüftete Milchviehanlage									Frei gelüftete Milchviehanlage								
	Sommer			Übergang			Winter			Sommer			Übergang			Winter		
	σ_{\min}	$\bar{\sigma}$	σ_{\max}	σ_{\min}	$\bar{\sigma}$	σ_{\max}	σ_{\min}	$\bar{\sigma}$	σ_{\max}	σ_{\min}	$\bar{\sigma}$	σ_{\max}	σ_{\min}	$\bar{\sigma}$	σ_{\max}	σ_{\min}	$\bar{\sigma}$	σ_{\max}
1 Außenluftvolumenstrom je Tier (\dot{V}_Q) in m^3/h	160	227	300	94	111	129	70	77	89	124	185	253	112	139	180*	61	73	88
2 Außenluftvolumenstrom je Tier (\dot{V}_X) in m^3/h	148	190	248	87	101	117	75	81	93	139	180	228	111	132	167*	64	78	101
3 Stallmittelwerte der Lufttemperatur in $^{\circ}\text{C}$	22,4	24	25,6	10,8	15,4	17,4	10,4	12,9	15,0	21,1	24	25,9	9,7	13,9	18*	8,0	13,9	18
4 Differenz der Tagesmitteltemperatur im Stall in $^{\circ}\text{C}$	0,8	1,6	2,5	1,4	3,1	4,9	1,6	3,4	6,3	1,5	2,0	3,5*	2,0	4,0	6,5	1,4	2,9	3,7
5 tägliche Schwankungen der Lufttemperatur in K	2	5,3	11	1,5	3,4	5	1,9	2,9	4,1	3	0,8	14*	2,5	7,5	14*	2,5	4,4	12*
6 Überschreitung von $\Delta t = 5 \text{ K}$ nach oben in K	0			0			0			3	5,9	6,2	14	6,9	8,1*	1	7	7
7 Überschreitung von $\Delta t = 5 \text{ K}$ nach unten in K	2	6,4	6,6	0			0			8	6,4	8,4	12	6,3	7,6*	12	5,8	7,5*
8 Stallmittelwerte der relativen Feuchte in %	64	69	74	72	78	80	74	77	81									
9 Differenz der Tagesmittel der Feuchte im Stall in %	5	8	11	3	8	11	5	7	11	65	70	76	65	75	81	72	75	78
10 Luftgeschwindigkeit in $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	0,05	0,18	0,47	0,08	0,18	0,41	0,05	0,21	0,7	0,05	0,25	> 1	0,05	0,26	0,7	0,04	0,14	0,7
11 Konzentration CO_2 in ppm	1000	2100	3300	1100	1860	3000	1700	2590	3600	1000	2150	4200	500	1270	3200*	1300	2800	7000
12 Konzentration NH_3 in ppm	3	8,6	15	6	9,4	22	4	7,1	12	2	5,4	21*	1	4,7	15*	3	7,4	18

* Unterschied nicht zufällig ($\alpha = 0,05$)

Anlage meist Querströmungen von der Luv- zur Leeseite des Gebäudes ein. Dabei führt die gleichmäßige Verteilung der Tore über die gesamte Stallbreite zu einer alle Stallbereiche erfassenden Strömung. Die sich bei geschlossenen Toren in beiden Anlagen einstellenden Strömungsverhältnisse sind für den Querschnitt eines Hallenschiffes in den Bildern 4 und 5 wiedergegeben.

Wie die Rauchaufnahmen und die sie interpretierenden, idealisierten Strömungsbilder erkennen lassen, war sowohl in der frei als auch in der mechanisch gelüfteten Anlage im Tierbereich der gleiche Strömungsverlauf zu beobachten: Die zugeführte Luft fällt auf der Trennlinie zwischen hohem und niedrigem Teil des Hallenschiffes in das Tierbereich. Hier teilt sich der Luftstrom.

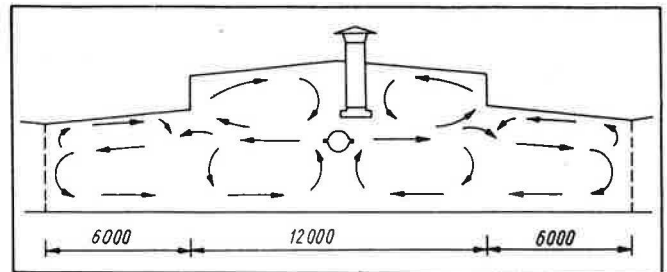
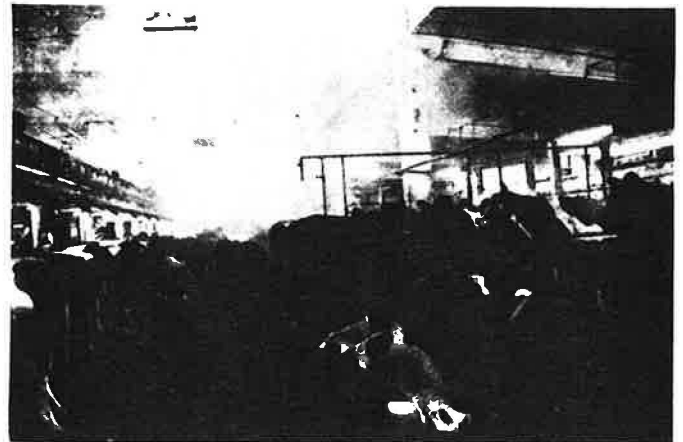
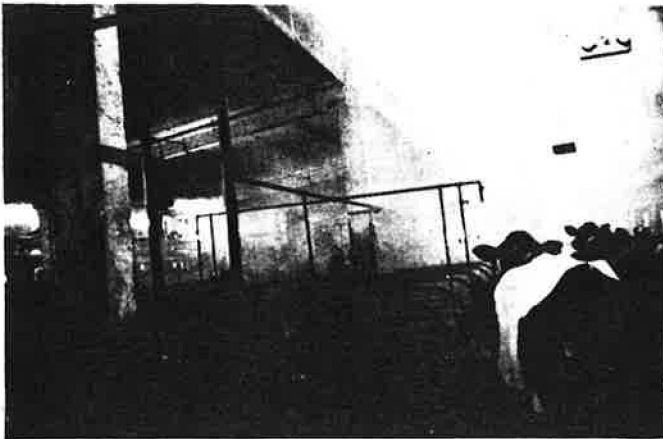


Bild 4. Strömungsverhältnisse unter Winterbedingungen, mechanisch gelüftete Anlage, Rauchzugabe am Zentralrohr



Ein Teil durchströmt den Liegebereich, der andere den Fraßbereich. Somit wird in beiden Ställen auch unter Winterbedingungen der gesamte Tierbereich mit Außenluft versorgt. In der frei gelüfteten Milchviehanlage wirken die SL-Bausteine der nicht betriebenen Lüftungsanlage als Lüftungsschächte (Bild 6).

Stallklimaparameter

Im Mittel gleiche Förderströme und eine gleichmäßige Verteilung der Außenluft im Tierbereich lassen bei gleicher Belegung zumindest ähnliche Klimaparameter in beiden Ställen erwarten. Dekadenwerte der Stallklimagrößen beider Anlagen und aus ihnen abgeleitete Werte enthält die Tafel. Sie belegen, daß im wesentlichen in beiden Anlagen gleiche Verhältnisse herrschten.

Die aufgetretenen Unterschiede sind meist gering und erweisen sich bei statistischen Prüfungen zum großen Teil als nicht signifikant. Als nicht zufällig anzusehende Unterschiede sind besonders gekennzeichnet. Die für die drei Meßperioden berechneten Tagesmittel von Temperatur und relativer Feuchte der Stallluft sind in den Bildern 7 und 8 aufgetragen. Es wurde jeweils der Bereich dargestellt, in dem die Werte der einzelnen Meßstellen lagen. Temperaturen außerhalb des optimalen Temperaturbereiches ($t_{\text{m}} = 5 \cdot \dots \cdot 20^\circ\text{C}$) sind nur in der Sommerperiode zu verzeichnen. Hier traten sie in beiden Ställen auf. Eine Unterschreitung des produktiven Temperaturbereiches ($t_{\text{m}} = 5 \cdot \dots \cdot 28^\circ\text{C}$) ist nicht vorgekommen.

Die Forderungen nach einer maximalen Amplitude der Stalllufttemperatur von $\Theta = \pm 5 \text{ K}$ konnte vor allem in der frei gelüfteten Anlage nicht ständig eingehalten werden. Hier traten Überschreitungen der Amplitude an etwa 50 % der Tage, allerdings auch nur an den außen liegenden Meßstellen (1 bzw. 7) auf. In der mechanisch gelüfteten Anlage lag lediglich an einer Meßstelle während zweier Tage eine Abweichung vom Mittelwert nach unten vor, die größer als $\Delta t = 5 \text{ K}$ war.

Diese einseitigen Überschreitungen des zulässigen Amplitudenwertes treten häufig auf, auch ohne daß die Schwankungsbreite

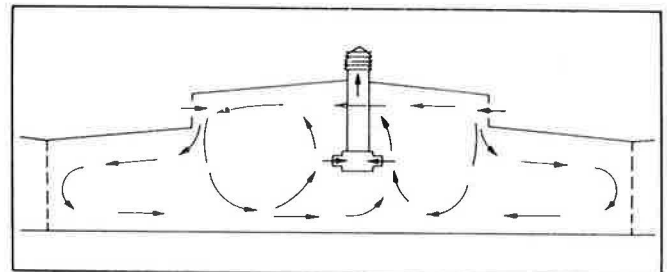
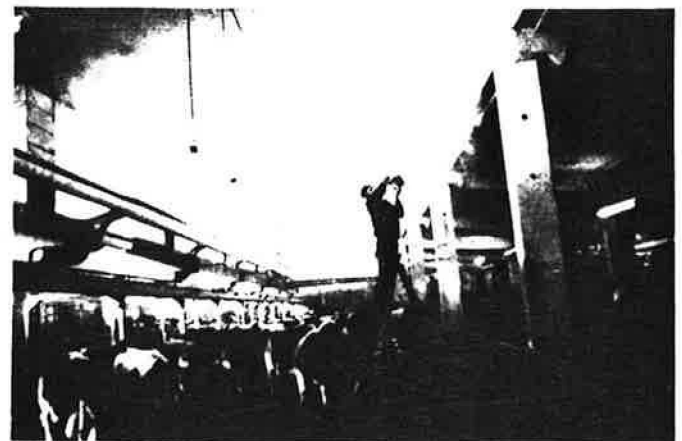


Bild 5. Strömungsverhältnisse unter Winterbedingungen, frei gelüftete Anlage Rauchzugabe unterhalb der Fenster

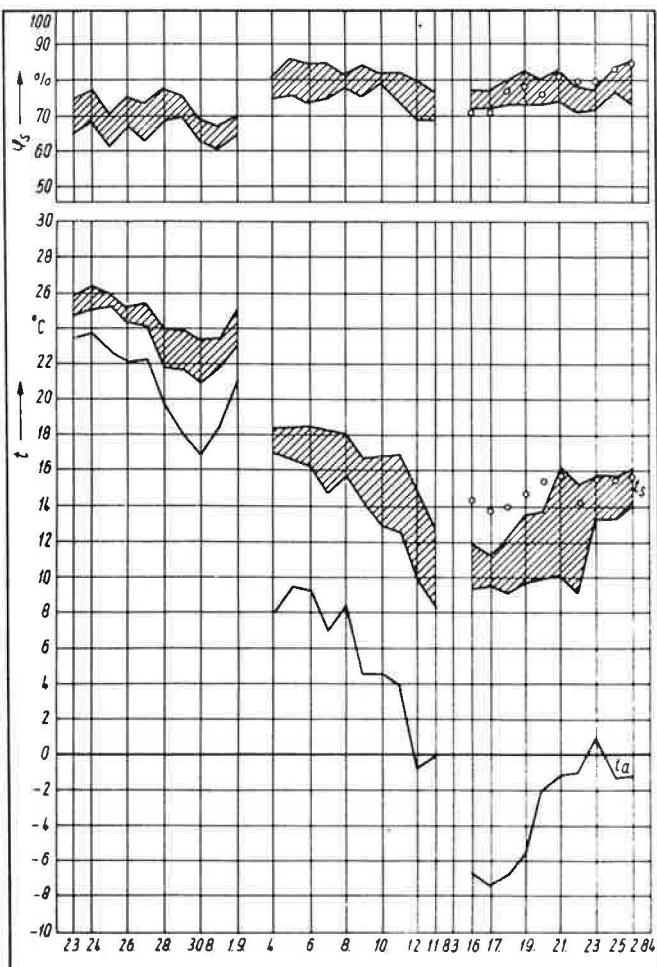


der Temperatur an der betreffenden Meßstelle $\Delta t = 10$ K überschreitet. Das ergibt sich, weil der Tagesmittelwert der Temperatur gewöhnlich nicht bei der Hälfte der Summe der Extremwerte liegt. Deshalb ist auch in der Tafel die Summe aus den Maximalwerten der Abweichung vom Tagesmittelwert (Zeilen 6 und 7) stets größer als der Maximalwert der täglichen Schwankung der Temperatur (Zeile 5). Die in Zeile 5 aufgeführten Extremwerte sind keine Stallmittelwerte, sondern stellen die im Stall im Laufe der Dekade registrierten Extrema dar. In den Zeilen 6 und 7 geben die in den Spalten für das Minimum stehenden Zahlen die Häufigkeit des Auftretens der Überschreitungen an. Der Maximalwert ist wiederum die größte Abweichung vom Tagesmittelwert, die in einer Dekade gemessen wurde.



Bild 6. SL-Baustein wirkt als Abluftschacht

Bild 7. Tagesmittelwerte für Temperatur und relative Feuchte der Luft, mechanisch gelüftete Anlage, o Meßstelle 16



Große Temperaturunterschiede im Stall, wie sie in [3] für die frei gelüftete Anlage ausgewiesen sind, waren während der Untersuchung in beiden Anlagen festzustellen (Zeile 4). So sind nur die größeren täglichen Temperaturschwankungen als Nachteil der freien Lüftung gegenüber der mechanischen Lüftung anzusehen. Ein Nachteil allerdings, den man in Kauf nehmen muß, wenn man Elektroenergie für den Betrieb der Lüftungsanlagen einsparen will. Ein Nachteil aber auch, der bei sorgfältiger Bedienung der Lüftungselemente wahrscheinlich weniger deutlich zu spüren ist.

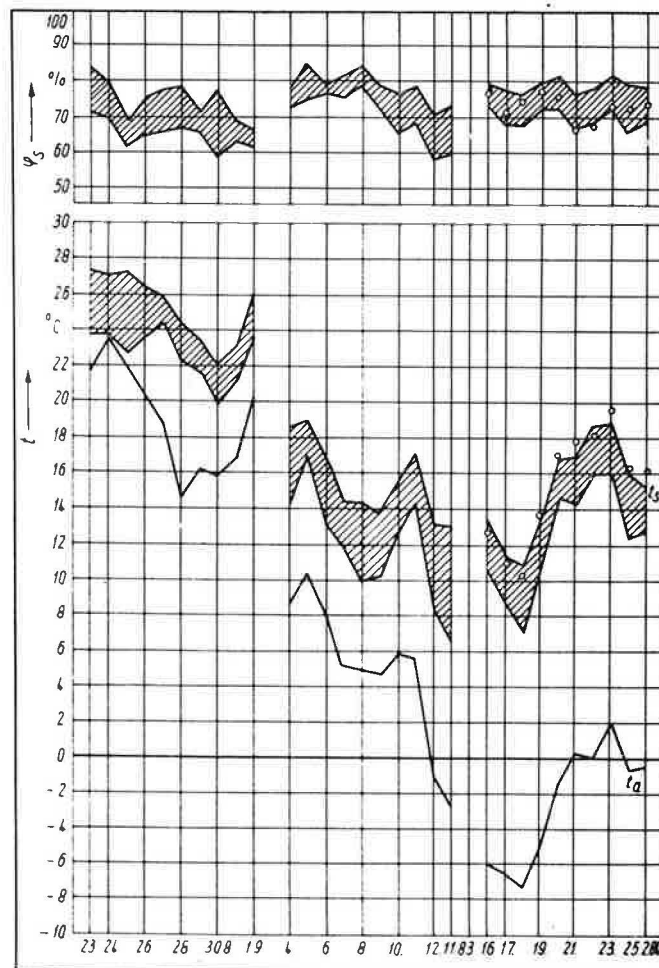
Die Werte der relativen Feuchte lagen im wesentlichen im Optimalbereich ($\varphi_{sm} = 50 \cdot \cdot 80\%$). Zeitweise traten in beiden Ställen an einzelnen Meßstellen Überschreitungen des Optimalbereichs auf. Davon waren in der mechanisch gelüfteten Anlage zweimal an jeweils einer Meßstelle Überschreitungen des oberen Grenzwertes von $\varphi_{sm} = 85\%$ zu registrieren.

Die für das Bauwerk interessante relative Feuchte der Luft in Deckennähe wurde in der Winterdekade an einer Meßstelle orientierend erfaßt. Wie aus den Bildern 7 und 8 ersichtlich ist, liegen diese Werte hauptsächlich in den Grenzen der im Tierbereich festgestellten relativen Feuchte. Dabei wurde der aus Gründen der Bauwerkssicherung bestehende obere Grenzwert der Stallluftfeuchte nur einmal, und zwar in der mechanisch gelüfteten Anlage, erreicht.

Die Messung von Luftgeschwindigkeit und Schadstoffkonzentrationen erfolgte an den im Bild 1 gekennzeichneten Orten durch Stichproben an drei verschiedenen Tagen in jeder Meßperiode. Die in der Tafel eingetragenen Werte (Zeilen 10, 11, 12) geben jeweils den geringsten und den größten Wert einer Meßperiode und das aus sämtlichen Werten gebildete Mittel an.

Die Luftgeschwindigkeiten lagen in beiden Anlagen im wesentlichen im zulässigen Bereich von $w < 0,4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Überschreitungen traten nur in der Nähe der äußeren Meßstellen (1 bzw. 7) auf. Das aber in beiden Anlagen, da auch in der mechanisch

Bild 8. Tagesmittelwerte für Temperatur und relative Feuchte der Luft, frei gelüftete Anlage



gelüfteten Anlage die Tore geöffnet werden und der Wind dann die Geschwindigkeit der Stallluft in den Randzonen bestimmt. Ähnlich günstige Verhältnisse waren hinsichtlich der Schadstoffkonzentrationen festzustellen. Die Überschreitung des zulässigen Wertes der CO₂-Konzentration von K = 3500 ppm, die für die Sommerperiode in der frei gelüfteten Anlage ausgewiesen ist, ergab sich als Folge eines durch den Arbeitsablauf bedingten Staus von Tieren in der Umgebung der Meßstelle, die weit über die normale Belegungsichte hinausging. Die für die Winterperiode angegebene Überschreitung stellt ebenfalls nicht den Normalfall dar, wie ein Vergleich mit dem Mittelwert zeigt. Als diese Messung ausgeführt wurde, waren die Lüftungsöffnungen nicht dem Außenklima entsprechend eingestellt.

Die Ammoniakkonzentrationen nahmen, wie zu erwarten, in keiner der beiden Milchviehanlagen kritische Werte an. Selbst bei ungünstigen Lüftungsverhältnissen blieben sie wesentlich unter dem zulässigen Höchstwert von K = 30 ppm. Besonders zu beachten ist, daß zwischen dem gewöhnlich als besser durchströmt angesehenen Mittelteil des Hallenschiffs und den Seitenteilen keine bemerkenswerten Konzentrationsunterschiede aufgetreten sind. Das war bei der in den Strömungsbildern erkennbaren, für alle Stallbereiche gleichmäßigen Außenluftzufuhr aber auch nicht zu erwarten. Im Rahmen der Stichprobenuntersuchung wurden in der Meßebebene der Thermohygrographen und im Tierbereich auch Temperatur- und Feuchtemessungen vorgenommen. Der Vergleich der Meßwerte erbrachte nur geringe Differenzen zwischen den beiden Ebenen. Sie liegen im Mittel bei $\Delta t = 0,5 \pm 0,9$ K bzw. $\Delta \varphi = 1 \pm 4\%$. Unterschiede, die bei Breiten der Optimalbereiche von $\Delta t_{opt} = 15$ K bzw. $\Delta \varphi_{opt} = 30\%$ kaum ins Gewicht fallen. Zur Prüfung dieser Unterschiede wurden statistische Tests sowohl für den Umfang einer Stichprobe als auch für die aus sämtlichen Stichproben stammenden Werte einer Meßstelle ausgeführt. Keiner dieser Tests wies die aufgetretenen Differenzen als nicht zufällig aus.

Ein weiterer Vergleich ist für die während der Stichprobenmessungen in verschiedenen Stallbereichen ermittelten Stallklimaparameter geführt worden. Er betraf die Werte von Temperatur, relativer Feuchte, Luftgeschwindigkeit und Schadstoffkonzentrationen, die zum einen im untersuchten Stallabschnitt (M1 bis M7) und zum anderen auf einer durch den Produktionsstall gelegten Diagonalen (M5, M11 bis M15) zu verzeichnen waren. Die zwischen beiden Bereichen vorhandenen Unterschiede waren in beiden Milchviehanlagen nicht als signifikant anzusehen. Damit können auch die in den untersuchten Stallabschnitten gemessenen Werte als repräsentativ für den gesamten Produktionsstall gelten.

Inwieweit dieser Schluß durch die relativ geringe Anzahl der Meßwerte bedingt ist, sei vorerst dahingestellt. Sicher ist, daß die angewandte Methode der Stallklimakontrolle als ausreichend angesehen wird, wenn es darum geht, ungünstige Klimawirkungen auf Tiere festzustellen.

Schlußfolgerungen

Die Messungen zeigen, daß bei entsprechend gestaltetem Baukörper auch Kompaktbauten der industriemäßigen Tierproduktion mit gutem Erfolg frei zu lüften sind. Selbst bei extremen Außenklimazuständen, die den Auslegungsbedingungen für Lüftungsanlagen nahekamen, waren in der frei gelüfteten Milchviehanlage Stallklimazustände festzustellen, die den in einer mechanisch gelüfteten Anlage auftretenden weitgehend entsprechen.

Demzufolge gab es durch die freie Lüftung auch keine negativen Auswirkungen auf Tiergesundheit und Tierleistung. Im Untersuchungszeitraum wurden in der frei gelüfteten Milchviehanlage im Vergleich mit entsprechenden Anlagen des Bezirkes Dresden stets die höchsten Milchleistungen erzielt. Dabei lag der Futterverbrauch unter dem Mittelwert. Die mechanisch gelüftete Milchviehanlage erreichte, bei durchschnittlichem Futterverbrauch, Milchleistungen in der Nähe des Durchschnitts.

Die praktisch der mechanischen Lüftung gleichwertige Wirkung der freien Lüftung in dieser Art Kompaktbau ist sicher in der Ausbildung des Baukörpers begründet. Er weist verschiedene Eigenschaften auf, die sich zum Zweck der Stallklimagestaltung vorteilhaft nutzen lassen.

— Der auf das Tier bezogene Rauminhalt beträgt etwa $V = 24$ m³. Er übertrifft damit den in [4] für frei gelüftete Rinderställe empfohlenen Wert von $V = 20$ m³ je Großvieheinheit Rind.

— Der Anteil der Torfläche an der Giebelfläche liegt bei $\alpha_T = 0,2$. Bei vier Flügeln je Tor besteht eine ausreichende Regelmöglichkeit, um den Luftdurchgang durch die Anlagen während des Übergangs- und Sommerzeitraums an die herrschenden Witterungsbedingungen anzupassen.

— Im Abstand von 12 m laufen parallel zu den Längsachsen in etwa 5 m Höhe Fensterbänder mit zu öffnenden Flügeln. Unter Winterbedingungen beträgt also, aus dem Gesichtspunkt der Luftzuführung, die effektive Hallenbreite 12 m. Sie liegt damit unter der bisher als oberste Grenze für freie Lüftung angesehenen Stallbreite von 15 m. Außerdem muß die über die Fenster in den Stall gelangende Luft bis zum Tierbereich immerhin einen Weg von etwa 4 m zurücklegen. Eine Strecke, die offenbar ausreicht, um die anfängliche Untertemperatur weitgehend abzubauen.

Außer den baulichen Voraussetzungen ist natürlich die geografische Lage des konkreten Objekts ein nicht zu vernachlässigender Faktor für das Funktionieren der freien Lüftung. Bei der Interpretation der Ergebnisse ist deshalb zu berücksichtigen, daß die frei gelüftete Milchviehanlage geografisch außerordentlich günstig liegt. Eine pauschale Verallgemeinerung mit dem Ziel, in diesen Anlagen künftig auf den Einbau mechanischer Lüftungsanlagen zu verzichten, ist demzufolge nicht gerechtfertigt. Letzteres vor allem aus der Überlegung heraus, daß sonst, unter sommerlichen Bedingungen, eine länger anhaltende Windstille schwerwiegende Folgen haben könnte.

Die freie Lüftung sollte bei vorhandenen Anlagen — vor allem bei SL-70/77-Anlagen — genutzt werden, um deren Betriebsstandenzahl auf das unumgängliche Maß zu beschränken. Weiterhin sollte, bei der anstehenden Rekonstruktion der in den MVA 1930 installierten Lüftungsanlagen, die freie Lüftung in die Lüftungskonzeption einbezogen werden. Es erscheint ausreichend, solche Lüftungsanlagen vorzusehen, die in der Lage sind, dem Stall die unter Sommerbedingungen erforderlichen Außenluftmengen zuzuführen, und diese Anlagen nur dann zu betreiben, wenn die geforderten Stallklimaparameter durch eine freie Lüftung nicht mehr zu gewährleisten sind.

Literatur

- [1] Kirschner, K., u.a.: Klimatechnik in der Tierproduktion. Berlin: VEB Verlag Technik 1976
- [2] Müller, H.-J.: Untersuchungen zur freien Lüftung in einem Milchviehstall. Luft- und Kältetechnik 18 (1982) 4, S. 221–223
- [3] Heier, H., u.a.: Anwendung der freien Lüftung im AP 1930er Milchviehanlage. Tierzucht 38 (1984) 1, S. 34–37
- [4] Stietenoß, K.: Tierarzt und Stallbau. Monatshefte für Tierheilkunde 12 (1963) 9, S. 277 und 278
- [5] TGL 32761 Stallklimatisches Prüfprogramm für Anlagen der Tierproduktion, 12 1980
- [6] TGL 29084 Stallklimagestaltung, 6 1981

LKT 510 22. 11. 1984

Fortsetzung von Seite 25

Literatur

- [1] Pauer, W.: Einführung in die Kraft- und Wärmewirtschaft. Dresden und Leipzig: Verlag Theodor Steinkopff 1959
- [2] Petzold, K.: Einige Grundsätze des energetisch optimalen Bauens. Luft- und Kältetechnik 17 (1981) 1, S. 13–21; 2, S. 80–80; 3, S. 145–149
- [3] Petzold, K.: Raumlufttemperatur. 2. Aufl. Berlin: VEB Verlag Technik 1983
- [4] Petzold, K.: Ökonomisch optimaler Wärmeschutz bei durchlüfteten Außenbauwerkteilen. Luft- und Kältetechnik 18 (1982) 2, S. 63–69
- [5] Petzold, K.: Zur Wechselwirkung zwischen Fugenlüftung und Transmissionswärmeverlusten von Fenstern. Stadt- und Gebäudetechnik 37 (1983) 6, S. 182 bis 187; 7, S. 198–199; 8, S. 245–248
- [6] Grunpner, K.; Petzold, K.: Zur praktischen Berechnung des ökonomisch optimalen Wärmeschutzes. Bauplanung-Bautechnik 36 (1982) 7, S. 307–311
- [7] Petzold, K.: Einige energetische Aspekte des Wärmeschutzes von Gebäuden. Stadt- und Gebäudetechnik 39 (1985) 3, S. 33–36

LKT 508 14. 6. 1984