

Stallklima — Stalllüftung

Dr.-Ing. H.-G. Kaul, KDT, Technische Universität Dresden, Sektion Architektur

1. Richtlinien für die Stalllüftung

Die Lüftungsanlage des Stalls hat die Aufgabe, durch Beseitigen der von den Tieren abgegebenen Schadstoffe, überschüssigen Feuchtigkeit und Wärme im Stall ein gesundes Stallklima zu schaffen. Nach der 1966 erschienenen Richtlinie „Projektierung von Lüftungsanlagen in Rinder- und Schweinemastställen“ [1] wurden für die maximale Stalllüftung folgende Mittelwerte errechnet:

Milchviehställe 160...170 m³/h·Tier
Schweinemastställe (120 kg schwere Tiere) 70 m³/h·Tier.

Auf ähnliche Weise konnte für Legehennenställe ein maximaler Luftförderstrom von 3,6 m³/h·Tier errechnet werden. Unabhängig von diesem Berechnungsverfahren wurde zu dieser Zeit jedoch für die Intensivhaltung der Hühner ein Förderstrom von 7,0 m³/h·Tier angewendet.

Die Richtlinie [1] diente in erster Linie der Ermittlung einer Lüftungsregelung im Winter und in der Übergangszeit. In den traditionellen Ställen wurden im Sommer alle Fenster geöffnet, so daß sich durch die natürliche Luftbewegung und den Wind bei den vorhandenen Stallabmessungen ein erträgliches Stallklima ergab. Mit dem Übergang zu industriemäßigen Produktionsmethoden werden erhöhte Anforderungen an das Stallklima und die Stalllüftung gestellt. Die neue TGL 29084 [2] fordert für

Milchviehställe 300 m³/h·Tier
Schweinemastställe (bis 120 kg schwere Tiere) 80 m³/h·Tier

Legehennenställe (1,8 kg schwere Tiere) 6 m³/h·Tier
Käfighaltung 7,5 m³/h·Tier
Bodenhaltung

Wenn auch diese Werte den international üblichen Richtwerten weitgehend entsprechen, so sollen doch einige Erläuterungen und

Hinweise auf einige mögliche Abweichungen zur Steigerung der Ökonomie der Anlagen gegeben werden.

2. Lüftung der Milchviehställe

An warmen regnerischen Sommertagen mit Außenlufttemperaturen um 20°C ist in Milchviehställen ein Luftförderstrom von etwa 180 bis 200 m³/h·Tier erforderlich; um die im Stall anfallende Feuchtigkeit abzuführen. Damit ist die maximale Lüftung des Stalls zur Beseitigung der Feuchtigkeit gegeben. Wie aus dem Lüftungsdiagramm eines Milchviehstalls für 960 Tiere (Bild 1) ersichtlich ist, bewirkt eine Steigerung der Luftmenge über 200 m³/h·Tier an sehr warmen Sommertagen nur noch eine geringe Abminderung der Stalllufttemperatur. Ohne Berücksichtigung des Wärmespeicher- und Wärmebeharrungsvermögens der Baukonstruktion wird bei einem Luftförderstrom von 250 m³/h·Tier eine Temperaturdifferenz zwischen Stallluft und Außenluft von etwa 3grd errechnet. Aufgrund der Dämpfung der kurzzeitigen Temperaturmaxima der Frischluft durch die Baumassen ist sie noch geringer. Ein hoher Luftförderstrom von 250 bis 300 m³/h·Tier wirkt sich besonders bei der Anwendung der Verdunstungskühlung im Milchviehstall aus. Wenn an sehr heißen Tagen Wasser im Stall versprüht wird oder der Zuluftstrom auf diese Weise gekühlt wird, kann die Stalllufttemperatur um mehr als 5 grd unter die Außenlufttemperatur gesenkt werden. Doch sollte dabei die relative Feuchte der Stallluft nicht über 70% ansteigen, um keine Schwüle im Stall zu erreichen.

In Tafel I werden unter den Bezeichnungen R₁ bis R₄ Kennzahlen von 4 Milchviehställen angegeben, die in ihrer Reihenfolge einer chronologischen Entwicklung entsprechen. Danach sinkt durch die Rationalisierung der Fütterung und Entmistung der Flächenbedarf von 7,34 m²/Tier auf 5,15 m²/Tier ab. Gleichzeitig ist eine Tendenz zu erkennen, daß die mittlere Stallhöhe ansteigt. Der vorhandene Stallraum je Tierplatz verändert sich dadurch nur geringfügig. Bei einem Luftförderstrom von 300 m³/h·Tier ergeben sich Luftwechselzahlen im Milchviehstall von n = 12 bis 14. Erfahrungen besagen, daß die Luftwechselzahl n = 25 nicht übersteigen sollte. Im Hinblick auf die Stalllüftung ist daher eine Verringerung des Stallraums durch Rationalisierungsmaßnahmen ohne Schwierigkeiten möglich.

3. Lüftung der Schweinemastställe

Bezüglich der Stalllüftung müssen Rationalisierungsmaßnahmen zur Verringerung des Bauaufwands bei Schweinemastställen anders eingeschätzt werden als bei Rinderställen. Der maximale Frischluftförderstrom für Mastschweine bis 120 kg beträgt nach TGL 29084 80 m³/h·Tier. Im Gegensatz zu den Milchviehställen liegt er damit nicht wesentlich höher, als es die Berechnung nach der vorhergehenden Richtlinie ergeben hat. Die Ursache dieser geringen Differenz liegt am Berechnungsverfahren, da die Frischluftmenge in der Richtlinie nach Großvieheinheiten berechnet wurde. Kleinere Schweine benötigen eine höhere Frischluftmenge je kg Masse als größere. Bei der traditionellen Stallhaltung gleichen sich die größeren Unterschiede der Mastschweine innerhalb des Stalles aus.

Der Richtwert nach TGL 29084 entspricht den Anforderungen der modernen Mastschweinehaltung. Nach Tafel I beträgt die Fläche je Tierplatz bei der traditionellen Mastschweinehaltung mit Tieren unterschiedlicher Größe zwischen 35 und 120 kg 1,44 m² (Stall S₁). Bei einer Stallhöhe von 3,00m und einem mittleren Luftförderstrom von 60 m³/h·Tier wird eine Luftwechselzahl n = 13,9 erreicht. Derartige Luftmengen sind in diesen Ställen mit einfachen Lüftungseinrichtungen sicher zu beherrschen. Beim Haltungsprinzip „Alles rein — alles raus“, bei dem am Ende der Mastperiode alle Tiere eine Masse von 120 kg erreichen und das

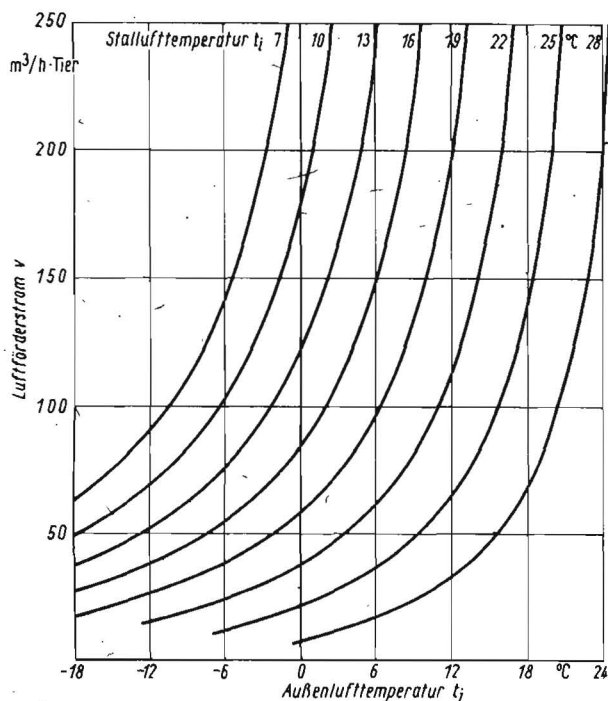


Bild 1. Einfluß des Luftförderstroms auf die Stalllufttemperatur bei einem Milchviehstall für 960 Tiere

Tafel 1. Kennzahlen verschiedener Tierställe und Stallprojekte

| Stallbezeichnung ¹⁾ | Stallgrundfläche je Tierplatz m ² /Tier | mittlere Stallhöhe m | Stallraum je Tierplatz m ³ /Tier | Luftförderstrom m ³ /h Tier | Luftwechsel je Stunde |
|--------------------------------|--|----------------------|---|--|-----------------------|
| R ₁ | 7,34 | 3,00 | 22,00 | 300 | 13,6 |
| R ₂ | 6,40 | 3,60 | 23,00 | 300 | 13,0 |
| R ₃ | 5,69 | 3,75 | 21,40 | 300 | 14,0 |
| R ₄ | 5,15 | 4,60 | 23,70 | 300 | 12,6 |
| S ₁ | 1,44 | 3,00 | 4,32 | 60 | 13,9 |
| S ₂ | 0,95 | 3,60 | 3,42 | 80 | 23,4 |
| S ₃ | 0,50 | 3,95 | 1,98 | 60 | 30,1 |
| S ₄ | 0,40 | 3,95 | 1,58 | 60 | 38,0 |
| S ₅ | 0,60 | 3,95 | 2,38 | 80 | 33,6 |
| S ₆ | 0,48 | 3,95 | 1,90 | 80 | 42,1 |
| L ₁ | 0,133 | 2,50 | 0,332 | 7,5 | 22,6 |
| L ₂ | 0,083 | 2,50 | 0,207 | 6 | 29,0 |
| L ₃ | 0,041 | 2,50 | 0,102 | 6 | 58,6 |
| L ₄ | 0,033 | 2,50 | 0,083 | 6 | 72,2 |

¹⁾ Erläuterungen zu den Stallbezeichnungen der Tafel 1

- R₁ Milchviehstall für 100 Kühe, Typenprojekt L 201 a, Anbindestall, mobile Fütterung, Stahlbeton-Skelettmontagebauweise mit Holznagelbinder, 60,20 m lang, 12,20 m breit, 3,00 m hoch, 7,34 m²/Tierplatz
- R₂ Milchviehstall für 200 Kühe, 4reihiger Anbindestall, Typ L 203 e, mobile Fütterung, Stahlbeton-Skelettmontagebauweise mit Holznagelbinder, 63,25 m lang, 21,25 m breit, 3,60 m hoch, 6,40 m²/Tierplatz
- R₃ Milchviehstall für 512 Kühe, Liegeboxenlaufstall, 3 Tiere/Freßplatz, Stützen-Riegel-Konstruktion mit Dachstufe, 108,00 m lang, 27,00 m breit, mittlere Höhe 3,75 m, 5,69 m²/Tierplatz
- R₄ Milchviehstall für 960 Kühe, Liegeboxenlaufstall, 3 Tiere/Freßplatz, Stahlleichtkonstruktion, geneigte Oberlichte, 78,20 m lang, 63,40 m breit, mittlere Höhe 4,60 m, 5,15 m²/Tierplatz
- S₁ Stall für 500 Mastschweine 35 bis 120 kg, Stahlbeton-Skelettmontagebauweise 0,8 Mp mit Holznagelbinder, 60,00 m lang, 12,00 m breit, 3,00 m hoch, 1,44 m²/Tierplatz
- S₂ Schweinemastanlage 9600 Tiere, Schweinemaststall für 2 × 600 Tiere, Stahlbeton-Skelettmontagebauweise mit Holznagelbinder, 48,00 m lang, 2 × 12,00 m breit, 3,60 m hoch, 0,95 m²/Tierplatz
- S₃ Schweinemaststall mit 3-Etagen-Käfig für Tiere 30 bis 70 kg, Variante ohne hinteren Gang nach [5], 3,95 m Stallhöhe, 0,40 m² Stallfläche/Tier
- S₅ Schweinemaststall mit 3-Etagen-Käfig für Tiere 70 bis 110 kg, Variante mit hinterem Gang nach [5], 3,95 m Stallhöhe, 0,60 m² Stallfläche/Tier
- S₆ Schweinemaststall mit 3-Etagen-Käfig für Tiere 70 bis 110 kg, Variante ohne hinteren Gang nach [5], 3,95 m Stallhöhe, 0,48 m² Stallfläche/Tier
- L₁ Legehennenstall, Typenserie nach [6], Bodenintensivhaltung, 7,5 Tiere/m² Stallfläche, 88,00 m lang, 12,00 m breit, 2,50 m hoch
- L₂ Legehennenstall, Typenserie nach [6], Flachkäfighaltung, 12 Tiere/m² Stallfläche, 88,00 m lang, 12,00 m breit, 2,50 m hoch
- L₃ Legehennenstall, Typenserie nach [6], 3-Etagen-Käfighaltung, 4 Tiere/Käfig, 23 400 Tiere/Stall, 88,00 m lang, 12,00 m breit, 2,50 m hoch
- L₄ Legehennenstall, Typenserie nach [6], 3-Etagen-Käfighaltung, 5 Tiere/Käfig, 29 250 Tiere/Stall, 88,00 m lang, 12,00 m breit, 2,50 m hoch

unter der Stallbezeichnung S₂ in Tafel 1 erfaßt ist, liegt die Luftwechselzahl bei n = 23,4. Daß damit bereits die Grenzen einfacher Lüftungseinrichtungen erreicht werden, zeigen Erfahrungen aus der Praxis. Graupner [3] empfiehlt aus stallklimatischen Gründen eine größere Raumhöhe und damit eine geringere Luftwechselzahl. Auf den Einfluß des Stallraumvolumens auf die Gesundheit und die Massezunahme der Mastschweine wird in den Untersuchungen von Petersen [4] hingewiesen, die zu den gleichen Schlußfolgerungen führen.

Mit den Ställen S₃ bis S₆ sind Stallprojekte mit Etagenhaltung der Mastschweine in Tafel 1 aufgenommen worden, wie sie nach den Experimentaluntersuchungen von Tschierschke und Venzlaff [5] erwartet werden können. Bei diesen Haltungsver suchen wurde das Stallklima für die verhältnismäßig geringe Tierzahl durch einen zentralen Klimablock geregelt. Nach Tafel 1 wird beim Einhalten der in TGL 29084 geforderten Frischluftmenge in Abhängigkeit von der Tiergröße und der Käfiganordnung eine Luftwechselzahl n = 30 bis 42 erreicht. Bei diesen errechneten Werten entsprechen

die bisher für Schweineställe üblichen einfachen Lüftungseinrichtungen nicht mehr den Anforderungen, um ein gutes Stallklima einzuhalten. Es müssen andere hochwertigere Lüftungs- und Klima einrichtungen gefunden werden, bei denen allerdings dann sowohl die Investitions- als auch die Betriebskosten um ein mehrfaches höher liegen als bei den bisher verwendeten einfachen Lüftungseinrichtungen. Trotz dieser einschränkenden Beurteilung sind die Forschungen von Tschierschke und Venzlaff zu begrüßen und zu unterstützen. Im Rahmen der Weiterentwicklung der Technologien in der Tierhaltung und der Stallklimatisierung kann durchaus in der Zukunft diese Form der Schweinemast rationell vertretbar werden. Man kann jedoch nicht damit rechnen, daß die neu entwickelte Etagenhaltung für Mastschweine — von Sonderfällen abgesehen — kurzfristig ökonomisch praxisreif wird.

Bei der Frischluftaufbereitung in einer Klimaanlage kann grundsätzlich die in der TGL 29084 geforderte Frischluftmenge abgemindert werden. Diese Aufbereitung hat jedoch nur auf die Temperatur und den Feuchtigkeitsgehalt der Stallluft Einfluß. An warmen Sommertagen ist jedoch auch die Bildung von Schadgasen, besonders von Ammoniak, in Schweinemastställen erheblich. Sie ist von der Zusammensetzung der tierischen Ausscheidungen, das heißt auch vom Futter, und dem Entmistungsverfahren abhängig. Es liegen noch keine ausreichenden Erfahrungswerte vor, um Bemessungsregeln für die Stalllüftung nach den zu erwartenden Schadgasen aufzustellen. Werden in den Schweinemastställen Spaltenböden mit Kanalentmistung angewendet, wird davor gewarnt, die in der TGL 29084 angegebenen Werte des maximalen Luftförderstroms wesentlich zu vermindern.

4. Lüftung der Legehennenställe

Die Konzentration zahlreicher Tiere auf kleinstem Raum nimmt mit abnehmender Tiergröße zu und erreicht bei den Legehennen ein Maximum. Während bei der Bodenhaltung der Hennen noch Werte um 0,332 m³ Stallraum/Tier ausreichen, müssen in der Mehretagenkäfighaltung 0,083 m³ Stallraum/Tier ein gesundes Stallklima garantieren. Unter den Bezeichnungen L₁ bis L₄ wurden die Kennzahlen der Legehennen-Stalltypen in Tafel 1 aufgenommen, wie sie von Wintruff [6] beschrieben werden.

Mit Einführung der mechanischen Lüftungseinrichtungen in den Geflügelställen wurde die Frischluftmenge laufend gesteigert, sie erreichte Maximalwerte bis 12 m³/h · Tier. Noch im TGL-Entwurf 29084 [7] wurden 10 m³/h · Tier gefordert. Das würde sich auf den Legehennenstall L₄ so auswirken, daß eine Luftwechselzahl n = 120 je Stunde erreicht wird. Mit TGL 29084 Ausg. 10.74 [2] zeigen sich Tendenzen, den Luftförderstrom je Tier zu reduzieren, indem für Bodenhaltung noch 7,5 m³/h · Tier und für Käfighaltung nur noch 6,0 m³/h · Tier gefordert werden. Werden diese Forderungen erfüllt, steigt die Luftwechselzahl beim Stall L₄ mit sehr dichter Belegung trotzdem auf n = 72,2 an. Beim Legehennenstall mit Intensivbodenhaltung erreicht sie nur n = 22,6. Für diesen Stalltyp kann daher mit einfachen Lüftungseinrichtungen ein befriedigendes Stallklima gewährleistet werden. Sehr häufig wird festgestellt, daß in Legehennenställen mit Mehretagenkäfigen das Stallklima beim Betrieb einfacher Lüftungsanlagen nicht befriedigend kann. Aus den USA [8] wird von einem Trend berichtet, wieder zu einfachen Käfigen überzugehen, um den Aufwand für die Klima einrichtungen zu reduzieren. Die Schwierigkeiten zur Einhaltung eines guten Stallklimas waren bereits bei der Erarbeitung der 1966 erschienenen Richtlinie „Geschlossene Ställe — Wärmehaushalt im Winter, Berechnungsgrundlagen“ [9] bekannt. Sie fordert bereits eine Bemessung der Heizungsanlage nach einem maximalen Mindestluftförderstrom von 3,6 m³/h · Tier bei einer optimalen Stalllufttemperatur von 16 °C. Das Lüftungsproblem der Legehennenställe wird noch erschwert, indem meistens eine automatische Drehzahlregelung der Axiallüfter eingebaut wurde, die bereits bei einer Drehzahlminderung auf etwa 60% versagt, da dann die Lüfter den Widerstand der Zuluftöffnungen und der Ansaugkanäle nicht mehr überwinden, der auf 4 bis 5 mm WS geschätzt wird.

Um die Schwierigkeiten der Lüftung in Legehennenställen zu überwinden, müssen neue Wege gesucht werden. Schwenke [10] hat die Grenzen einfacher Lüftungseinrichtungen für Ställe

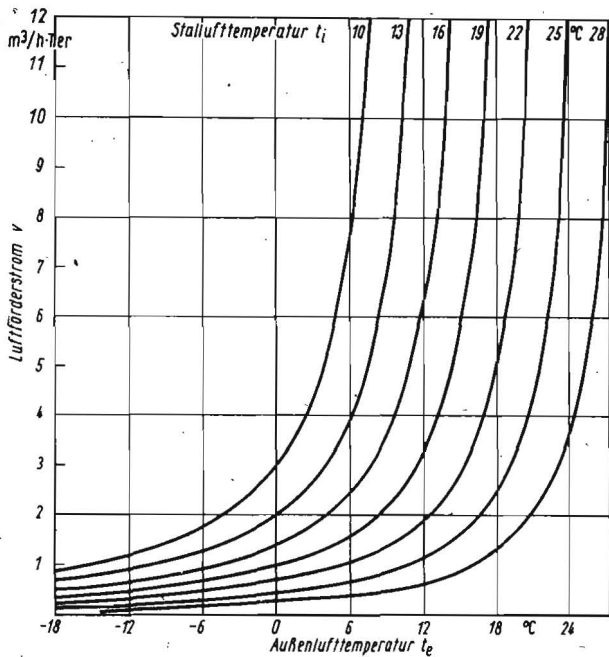


Bild 2. Einfluß des Luftförderstroms auf die Stalllufttemperatur bei einem Legehennenstall mit Käfighaltung

untersucht und im Modell nachgewiesen. Nach seinen Untersuchungen lassen die Versperrungen, die die Käfigeinrichtungen im Raum bilden, bei einfachen Lüftungsanlagen keine befriedigenden Luftströmungen zu. In Legehennenställen mit Mehretagenkäfigen müssen Lüftungszentralen mit Luftkanälen eingebaut werden. Die Luftkanäle wird man zweckmäßigerweise mit den Käfiggestellen kombinieren. Weiterhin fordert Schwenke eine Erwärmung der Zuluft in der kalten Jahreszeit, um kalte Luftströmungen im Stall zu verhindern.

Ohne Berücksichtigung des Wärmespeicher- und Wärmebehandlungsvermögens der Stallkonstruktion liegt nach Bild 2 die Lufttemperatur im Legehennenstall beim Betrieb einer Stalllüftung mit einem Luftförderstrom von $5 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{Tier}$ im Sommer nur noch 3 bis 4 grd über der Außenlufttemperatur. Ob grundsätzlich eine Abminderung des Luftförderstroms auf $5 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{Tier}$ beim Betrieb mit einer Klimaanlage möglich ist, ist vom Schadstoffgehalt der Stallluft im Legehennenstall abhängig, insbesondere von der Ammoniakbildung, die bei hohen Stalllufttemperaturen sehr hoch sein kann. Die vorhandene Kotbehandlung übt darauf einen wesentlichen Einfluß aus. Zur Zeit liegen jedoch noch keine ausreichenden Meßergebnisse über den Ammoniakgehalt der Stallluft in Abhängigkeit von der Stalllufttemperatur und dem Kotbehandlungsverfahren vor, um die Lüftungs- und Klimaanlage danach zu bemessen.

Nach Bild 2 steigen die Kurven der Stalllufttemperatur t_i im Lüftungsdigramm des Legehennenstalls mit Etagenkäfigen bei sehr geringem Luftförderstrom nur wenig an. Damit kommt zum Ausdruck, daß der Einfluß der Wärmeverluste durch die raumschließenden Bauteile auf den Wärmehaushalt des Stalls sehr gering ist. Setzt man beim Betrieb einer Heizung im Legehennenstall in der Berechnung eine Stalllufttemperatur $t_i = 16^\circ\text{C}$ und eine relative Feuchte der Stallluft $\varphi_i = 70\%$ an, wie es in der Richtlinie [9] gefordert wurde, ist nur ein Mindestwärmehaushaltswiderstand der Außenwand $R = 0,60 \text{ h} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ erforderlich, um Tauwasserbildung zu verhindern. Eine geringe Wärmedämmung der Außenwände hat jedoch

noch andere Nachteile. Die in der kalten Jahreszeit kalte Innenseite der Außenwand entzieht durch Strahlung den in unmittelbarer Nähe untergebrachten Tieren erhebliche Wärmemengen. Einseitige Abkühlung der Tiere wirkt sich besonders gesundheitsschädlich aus. Weiterhin kühlt die kalte Innenseite der Wand die sich in der Nähe befindliche Luft stärker ab, so daß ein Kaltluftstrom an der Außenwand nach unten sich ausbildet, der sich in den in der Nähe angeordneten Käfigreihen nachteilig auswirkt. Durch diese Strömungen erhöhen sich die Temperaturunterschiede im Stall. Grundsätzlich sollten aus diesen Gründen auch bei Legehennenställen etwa die gleichen Wärmehaushaltswiderstände der Baukonstruktionen angestrebt werden, die für Rinder- und Schweineställe üblich sind.

5. Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Werden bei der Rationalisierung der Tierproduktionsanlagen Raumeinsparungen erzielt, müssen die Veränderungen des Stallklimas beachtet werden. Es gibt eine Grenze, bei deren Überschreitung die Investitions- und Betriebskosten für die Lüftungseinrichtungen sprunghaft ansteigen. Bei Milchviehanlagen ist man von dieser Grenze noch weit entfernt; bei Schweinemastanlagen ist man nahe an dieser Grenze und würde sie mit der Etagenkäfighaltung überschreiten. Mit der Mehretagenkäfighaltung der Legehennen wurde sie bereits überschritten.

Ist der Einbau einer Lüftungsanlage mit einem Luftkanalnetz notwendig geworden, ist aus ökonomischen Gründen ein verringerter maximaler Luftförderstrom anzustreben. Die in der TGL 29084 [2] angegebenen Richtwerte sind für einfache Lüftungseinrichtungen bestimmt, zu denen auch die ILKA-Systemlösung „Stall-Lüftung“ gezählt werden kann, und sollten bei zentralen Lüftungseinrichtungen nicht maßgebend sein. Bei einer Abminderung des Luftförderstroms in Legehennenställen ist besonders auf den Schadstoffgehalt der Stallluft zu achten, der in erster Linie vom Kotbehandlungsverfahren abhängig ist. Das Verfahren der Kotbehandlung wird bei zahlreichen Ställen bestimmen, ob eine weitere Rationalisierung der Tierproduktion ökonomisch möglich ist. Daher sind weitere Untersuchungen und Forschungen über die Schadgasentwicklung in Ställen in Abhängigkeit von der Kotbehandlung und den Stallluftzuständen erforderlich.

Die Wärmeverluste durch die raumschließenden Bauteile haben in den dicht belegten Ställen keinen wesentlichen Einfluß mehr auf den Wärmehaushalt des Stalls. Trotzdem ist aus stallklimatischen und ökonomischen Gründen eine gute Wärmedämmung der Stallkonstruktion wichtig.

Literatur

- [1] Richtlinie „Projektiertung von Lüftungsanlagen in Rinder- und Schweinemastställen“. Deutsche Bauinformation 1966.
- [2] TGL 29084, Ausg. 10. 74 Landwirtschaftsbau; Tierphysiologische Angaben und Forderungen zur Stallklimagegestaltung.
- [3] Graupner, H.: Bauliche Anlagen für die industrielle Tierproduktion. Bauzeitung 28 (1974) H. 9, S. 485—487.
- [4] Petersen, W. H.: Das nutziertiergerechte Stallklima und seine energiesparende Regelung. Bauen auf dem Lande 25 (1974) H. 4, S. 112.
- [5] Tschierschke, M.; Venzlaff, F.: Zur Standausrüstung bei industriemäßiger Haltung von Mastschweinen. agrartechnik 24 (1974) H. 10, S. 510—514.
- [6] Wintruff, H.: Wege zur Rationalisierung von industriemäßig produzierenden Legehennenanlagen. agrartechnik 23 (1973) H. 5, S. 214—217.
- [7] TGL 29084, E. 3.74 Landwirtschaftsbau, Stallklimagegestaltung, Standardisierung im Bauwesen Nr. 94 (1974).
- [8] Fuhrken, E.: Weltgeflügelkongreß in New Orleans. Dt. Geflügelwirtschaft u. Schweineproduktion 26 (1974) H. 42, S. 1045—1048.
- [9] Richtlinie „Geschlossene Ställe — Stallklima im Winter. Berechnungsgrundlagen“. Deutsche Bauinformation, Berlin 1966.
- [10] Schwenke, H.: Das Verhalten ebener horizontaler Zuluftstrahlen im begrenzten Raum — Luftführung in Stallbauten. TU Dresden, Sektion Architektur, Dissertation 1974.

A 9776