

Tafel 5. Richtwerte für die Entmistung/Haltung sowie für die Futterdosierung und -verteilung im Produktionsbereich in Abhängigkeit von unterschiedlichen Einflußfaktoren je Tierplatz;
Variante: 40 Tiere/Gruppe; Stütze-Riegel-Konstruktion; 2000 Tierplätze

		obenliegendes Förderband Freßliegebox			vom Freßplatz getrennte Liegebox			Krippenauszugsband Freßliegebox		vom Freßplatz getrennte Liegebox		
		Fließkanal- entmistung	Oberflur- entmistung	Tier-Freßplatz- Verhältnis	Tier-Freßplatz- Verhältnis	Tier-Freßplatz- Verhältnis	Fließkanal- entmistung	Oberflur- entmistung	Tier-Freßplatz- Verhältnis	Tier-Freßplatz- Verhältnis	Tier-Freßplatz- Verhältnis	Tier-Freßplatz- Verhältnis
Investitionen	M	4616	4180	5254	4304	4367	4156	3720	5044	4119	4427	
Stahlaufwand	kg	196	216	148	114	112	—	—	—	—	—	
Elektroenergieaufwand	kWh/Jahr	417	424	417	412	457	479	486	445	412	451	
Verfahrenskosten	M/Jahr	479	464	474	435	414	415	400	446	389	412	
		längsverfahrbare Förderband					Futterlore					
Investitionen	M	4126	3690	5044	4129	—	—	—	4924	4129	—	
Stahlaufwand	kg	163	183	130	117	—	—	—	108	102	—	
Elektroenergieaufwand	kWh/Jahr	427	434	427	422	—	—	—	412	412	—	
Verfahrenskosten	M/Jahr	440	425	471	395	—	—	—	443	401	—	

daß die Varianten mit Freßliegeboxen und Oberflur-entmistung bei den dargestellten Verfahren der Futterdosierung und -verteilung die niedrigsten Investitionsaufwendungen aufweisen. Anhand der Richtwerte für den Stahl- und Elektroenergieaufwand sowie der Verfahrenskosten sind jedoch die Varianten mit vom Freßplatz getrennten Liegeboxen bei einem Tier-Freßplatz-Verhältnis von 2:1 ökonomisch günstiger.

Bei einer Gesamteinschätzung von Verfahrenslösungen spielen neben ökonomischen Beurteilungskriterien auch folgende Faktoren eine entscheidende Rolle:

- Günstige Arbeits- und Lebensbedingungen
- Sicherung einer hohen tierischen Leistung
- gute Bewirtschaftungsmöglichkeiten.

Für Empfehlungen zur Realisierung und breiten Anwendung von Verfahrenslösungen sind sie unbedingt zu berücksichtigen und in eine komplexe Beurteilung einzubeziehen.

3. Schlußfolgerungen

Im Zuge der notwendigen Senkung der einmaligen und laufenden Aufwendungen beim weiteren Übergang zur industriemäßigen Tierproduktion kommt der Erarbeitung möglichst detaillierter, aussagekräftiger Kennzahlen und Richtwerte zur Beurteilung von Verfahrenslösungen eine große Bedeutung zu. Es genügt nicht, eine ökonomische Einschätzung für ein Produktionsverfahren insgesamt abzugeben, sondern es sind die einzelnen Verfahrenslösungen der Teile einer Tierproduktionsanlage ökonomisch zu beurteilen. Man muß auf solche Verfahrenslösungen orientieren, die den Anforderungen der industriemäßigen Produktion am besten gerecht werden.

Literatur

- [1] Balzer, M.-L.; Hübner, U.: Richtwerte für Aufwendungen und Kosten der Fütterung und Milchgewinnung in industriemäßigen Milchpro-

duktionsanlagen. agrartechnik 28 (1978) H. 3, S. 125—127.

- [2] Focke, C.: Normative und Richtwerte zur Planung und Beurteilung des Reproduktionsprozesses. Kooperation 7 (1973) H. 7, S. 316—319.
[3] Autorenkollektiv: Varianten für zukünftige Anlagen der industriemäßigen Milchproduktion. Institut für Rinderproduktion Iden-Rohrbeck, Forschungsbericht 1974 (unveröffentlicht).
[4] Balzer, M.-L.: Beurteilungsgrundlagen des Arbeitsverfahrens Fütterung in industriemäßigen Milchproduktionsanlagen. Institut für Rinderproduktion Iden-Rohrbeck, Dissertation 1976 (unveröffentlicht).
[5] Schulze, I.: Beurteilungsgrundlagen des Arbeitsverfahrens Entmistung und Haltung in industriemäßigen Milchproduktionsanlagen. Institut für Rinderproduktion Iden-Rohrbeck, Dissertation 1976 (unveröffentlicht). A 1907

Einfache Lösungen zur Stallklimagestaltung in einer Schweineproduktionsanlage

Dipl.-Ing.-Ök. J. Stelzer, VEG Neumark

Dipl.-Ing. H. Dörner, KDT, VEB Landbauprojekt Potsdam

Dr.-Ing. P. Kaul, KDT, Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR

1. Zielstellung

Im September 1976 wurde vom Ministerium für Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft eine Arbeitsgruppe gebildet, die positive Erfahrungen bei der Stallklimagestaltung in Tierproduktionsanlagen auswerten und Beispiellösungen für die Schweineproduktion schaffen sollte. Im Zusammenhang mit den Fragen des effektivsten Einsatzes der Grundfonds, der Rohstoffe, der Energie und des gesellschaftlichen Arbeitsvermögens wurden folgende Zielstellungen formuliert:

- Spürbare Senkung des Investitionsaufwands
- Senkung des spezifischen Verbrauchs an Elektro- und Wärmeenergie
- Senkung des Aufwands für die Wartung und Instandsetzung

- Einhaltung der aus veterinärhygienischer Sicht erforderlichen Stallklimaparameter
- Verkürzung der Montagezeit auf der Baustelle
- Erhöhung der Nutzungsdauer der Anlagenteile.

Zur Erfüllung dieser Aufgaben wurden für das VEG Neumark, Bezirk Erfurt, einfache und wirkungsvolle Lüftungssysteme konzipiert und in Vor- und Endmastställen der Schweineproduktionsanlage eingebaut. Über die Erfahrungen mit diesen einfachen Lösungen zur Stallklimagestaltung soll nachfolgend berichtet werden.

2. Stallklimagestaltung im Winter-, Sommer- und Übergangsbetrieb

Lüftungseinrichtungen in Tierproduktions-

anlagen haben die Aufgabe, im Verlauf eines Jahres unter sehr verschiedenartigen Außenluftbedingungen den Tieren angepaßte Stallklimaverhältnisse einzuhalten und so optimale Randbedingungen für hohe Produktionsergebnisse zu schaffen. Aus ökonomischen Gründen sollte die Gestaltung der technischen Einrichtungen von den Anforderungen der Tiere an das Stallklima während der typischen Betriebsfälle Winter-, Sommer- und Übergangsbetrieb ausgehen.

2.1. Winterbetrieb

Der Winterbetrieb ist durch die Förderung der Mindestaußenluftmenge in den Stallraum zur Verdünnung und Abführung der entstehenden Schadstoffe (MTK-Werte nach TGL 29084) und durch die bedarfsweise Inbetriebnahme der Heizung gekennzeichnet.

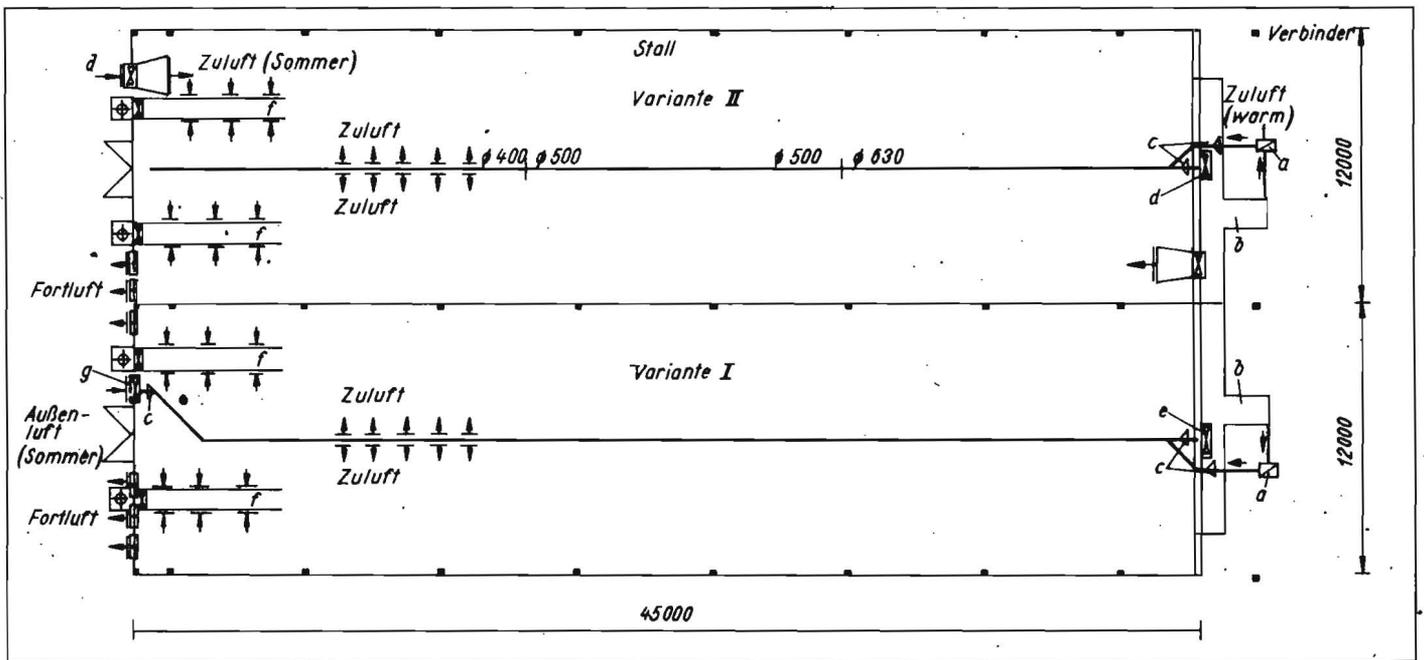


Bild 1. Lüftungsanlagen im VEG Neumark (Übersichtsplan);

a Wandluftheizer, b Außenluftschacht (gemauert), c Elastikventil, d Lüfter LANW 630.4, e Lüfter LANFW 800/6, f Unterflur-Luftkanal, g Lüfter LAN 900

Die Zuluftführung ist dabei derart zu gestalten, daß eine gleichmäßige Durchströmung des gesamten Stallraumes bei Einhaltung der maximal zulässigen Luftgeschwindigkeit im Tierbereich (Raumwirbel) und damit die Ausnutzung der freiwerdenden Tierwärme gesichert ist. Die Raumströmung soll mit einem möglichst geringen Aufwand an Elektroenergie für die Ventilatoren aufrechterhalten werden. Das ist durch die Verwendung zentraler Zuluftsysteme ohne Umluft, die Einhaltung des Mindestzulufimpulses, die Verwendung von Anlagenteilen mit möglichst geringem Druckverlust im Zuluftstrom und die zweckmäßige Anordnung der Zuluftkanäle im Verhältnis zu den räumlichen Gegebenheiten des Stalles anzustreben:

Um zu einer Minimierung des Aufwands zur Erzielung guter Raumströmungsbedingungen zu kommen, sind einige grundsätzliche physikalische Gesetzmäßigkeiten einzuhalten, die kurz genannt werden sollen:

- Ein Raumwirbel baut sich dann auf, wenn der Zuluftstrahl in Form eines ebenen Strahls (hierzu zählt auch eine Reihe runder Zuluftstrahlen) in den Raum eintritt und einen definierten Mindestimpuls hat.
- Die Wurfweite eines primären Raumwirbels beträgt maximal das Zwei- bis Dreifache der Raumhöhe. Bei größeren Wurfweiten entstehen Sekundär- und Tertiärwirbel, durch die der Tierbereich schlechter mit Frischluft versorgt wird als im Bereich des Primärwirbels [1].

Unter Beachtung dieser beiden Gesetzmäßigkeiten können Zuluftsysteme für den Winterbetrieb ausgelegt werden, wobei die Raumhöhe für die Anzahl der Zuluftkanäle über der Grundfläche und der Mindestimpuls für Anzahl und Größe der Zuluftöffnungen entscheidend sind. Aus fertigungstechnischen Gründen wurde die Anordnung einfacher Löcher im Zuluftrohr als Zuluftöffnungen gegenüber anderen Lösungen bevorzugt.

Zur Einhaltung der unteren Grenztemperatur im Stall ist u. U. eine Heizung erforderlich. An die Heizung und ihre Betriebsführung sind aus Gründen der Aufwandsminimierung vor allem

solche Forderungen zu stellen, die eine effektive Einsatzzeit ermöglichen. Es ist zu sichern, daß ihre Inbetriebnahme nur unter folgenden Voraussetzungen automatisch in Betrieb genommen wird:

- Förderung der minimalen Zuluftmenge in den Stall
- Unterschreitung eines festgelegten Grenzwerts der Stalllufttemperatur.

Das setzt die Realisierung eines wirksamen Frostschutzes am Wärmetauscher und die Konzipierung einer Folgeregelung von Luftmenge und Heizenergie voraus. Die gute Zugänglichkeit der zu wartenden Bauteile ist zu sichern.

Für die Fortluftführung sollte in erster Linie der durch das Zuluftsystem entstehende Überdruck im Stall genutzt werden und die Fortluft durch Fenster mit Kippflügel und Türen abgeleitet werden. Bei entsprechenden baulichen Gegebenheiten ist die Anordnung einer Unterflur-entlüftung mit einem Förderstrom etwa in der Größe des Mindestzuluförderstroms ratsam.

2.2. Sommerbetrieb

Im Sommerbetrieb soll die Lüftungsanlage die von den Tieren abgegebene Wärme aus dem Stallraum abführen. Da keine Kühlung der Zuluft in Frage kommt, kann die Stallraumtemperatur nur oberhalb der Außenlufttemperatur gehalten werden. Eine Verbesserung der Klimabedingungen ist durch die Erhöhung der Luftgeschwindigkeit möglich. Aus Gründen der Aufwandsreduzierung für die Lüftung können die Luftgeschwindigkeiten im gesamten Stallraum jedoch nicht auf die gewünschte Größe gebracht werden, so daß relativ große Unterschiede über der Stallgrundfläche als normal anzusehen sind. Vorhandene Undichtheiten im Gebäude (Tore, Fenster) führen durch natürliche Lüftung (Wind, Thermik) zu örtlich begrenztem erhöhten Luftwechsel einzelner Stallabschnitte und verbessern dort die Klimabedingungen.

Für die Realisierung der Sommerlüftung genügen einfache Zuluftsysteme ohne großen Aufwand an Luftleitvorrichtungen den gestell-

ten Anforderungen. Wandlüfter mit vorgesetzten Ausblasdüsen haben sich dafür bewährt, und ihre Zuschaltung ist regelungstechnisch einfach lösbar. Ihre Luftleistung, Anzahl und Anordnung ist von den baulichen Bedingungen abhängig. Optimierungskriterien sollten einerseits die Anzahl der Lüfterantriebe und der damit verbundene Aufwand für die Elektroinstallation sowie andererseits die Summe der Anschlußwerte sein. Die Fortluftführung kann ausschließlich über geöffnete Fenster, Türen und Klappen erfolgen.

2.3. Übergangsbetrieb

Der Übergangsbetrieb ist durch das Wirksamwerden der Regelung zur Luftmengen Anpassung gekennzeichnet. Für diesen Betriebsfall wird die Einhaltung des optimalen Temperaturbereichs und damit die weitgehende Ausnutzung der tierischen Leistung angestrebt. Für die Luftmengenregelung ist zu fordern, daß eine Verminderung der Zuluftmenge gleichzeitig mit einer Verminderung der Betriebskosten verbunden ist. Durch Beachtung dieses Prinzips kann die Inanspruchnahme von Elektroenergie für die Stalllüftungsanlagen wesentlich gesenkt werden. Die Sollwerte der Regler sind dabei so einzustellen, daß der aus veterinärhygienischer Sicht ausgewiesene Optimalbereich der Stalllufttemperatur ungefähr eingehalten wird. Dieser ist so breit, daß der Einsatz einfacher P-Regler den gestellten Anforderungen genügt. Die einfachste Form der P-Regler besteht gerätetechnisch in der Realisierung von Mehrpunktreglern. Das bedeutet, daß die Betriebssicherheit wesentlich erhöht und die Regelung als Bestandteil des Elektroprojekts betrachtet werden können.

Die Mehrpunktregelung kann durch die Anordnung einfacher temperaturabhängiger Schalter (mit geringer Hysterese) im Zusammenhang mit den Schaltschützen der Ventilatoren verwirklicht werden. Eine kurzzeitige Unterbrechung des Lüfterbetriebs von etwa 3 bis 5 min führt zu keiner merklichen Verschlechterung der Stallklimabedingungen und ermöglicht es, die Intervallschaltung mit zu nutzen. Durch diese Art der Regelung erzielt

Tafel 1. Angaben zu den rekonstruierten Ställen der Schweinemastanlage des VEG Neumark

	Endmast	Vormast
Systemmaße		
Länge × Breite × Höhe	45 m × 24 m × 2,4...3,5 m	45 m × 12 m × 2,4...3,5 m
Bauform	Kompaktbau mit Zuordnung an einen zentralen Verbinder fließfähig	Kompaktbau mit Zuordnung an einen zentralen Verbinder fließfähig
Fütterung	Gruppenbuchten mit Spaltenboden; mit Kontrollgang	Gruppenbuchten mit Spaltenboden; ohne Kontrollgang
Aufstallung		
Tierzahl	1 300	1 000
Mindestaußenluftförderstrom	19 500 m ³ /h	15 000 m ³ /h
Auslegung		
Winter: Variante I	30 000 m ³ /h	
Variante II	26 000 m ³ /h	23 000 m ³ /h
Sommer: Variante I	80 000 m ³ /h	
Variante II	80 000 m ³ /h	49 000 m ³ /h
Anschlußleistung		
Variante I	11,5 kW	
Variante II	10,7 kW	7,0 kW

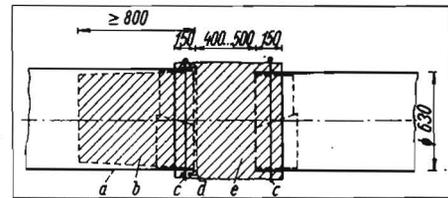


Bild 2. Elastikventil im Zuluftrohr; a Leichtbaurohr, b Elastikventil (plastbeschichtetes Gewebetuch), c Aufhängeschelle, d Maschendraht, e Elastikrohr

man die Feinanpassung der Mindestluftmenge an die tatsächliche Belegung und die Kompensation von Berechnungsungenauigkeiten bei der Projektierung durch Änderung der Intervalllänge.

3. Gestaltung der Anlage

Im VEG Neumark wurden im Dezember 1976 und im Januar 1977 zwei Endmastställe sowie im Oktober 1977 zwei Vormastställe der Schweinehaltung mit einfachen Lösungen zur Stallklimagegestaltung ausgerüstet. Zwei unterschiedliche Varianten kamen dabei zum Einsatz (Bild 1).

Bei der Variante I sind an das zentrale Zuluftrohr die Ventilatoren für den Winterbetrieb von einer Seite und die Ventilatoren für den Sommerbetrieb von der anderen Seite angeschlossen worden.

Bei der Variante II werden für die Sommerlüftung — unabhängig vom zentralen Zuluftsystem — dezentrale Wandlüfter mit Luftleiteneinrichtung genutzt. In Tafel 1 sind einige Kennzahlen zur Schweinemastanlage des VEG Neumark aufgeführt.

Nachfolgend soll die Arbeitsweise der Lüftungs-, Heizungs- und Regelungsanlage beschrieben werden. Entsprechend Bild 1 wird die Außenluft im Verbinder über das Dach angesaugt. Um den Einsatz nicht korrosionsbeständiger Bauteile aus Blech zu umgehen, ist ein gemauerter Außenluftschacht vorgesehen. Die Luft gelangt dann über eine Zuluftkammer zum zentralen Lüfter und in das Zuluftrohr. Parallel zum zentralen Lüfter ist ein Wandluftheizer installiert, der bei Einschaltung Heizenergie in das Zuluftrohr liefert. Um Wandluft-

heizer und zentralen Lüfter getrennt voneinander betreiben zu können, sind druckseitig Elastikventile entsprechend Bild 2 angeordnet, die im Bedarfsfall den jeweiligen Teilstrang selbsttätig verschließen.

Um den gesamten Stallraum durch den Primärwirbel des Zuluftstrahls erfassen zu können, ist jeweils für eine Stallbreite von 12 m ein Zuluftstrang angeordnet worden (Stallhöhe 3 m). Die Luftdurchlässe können mit einer Lochkreissäge in das Leichtbaurohr gesägt werden. Um das Eindringen von Feuchtigkeit in das Leichtbaurohr zu verhindern, müssen die Schnittkanten nach Angaben des Herstellers konserviert werden. Dehnungsausgleicher und Formteile wurden weitgehend aus plastbeschichtetem Gewebetuch gefertigt. Anstelle der Leichtbaurohre sind in den Vormastställen Textilrohre (Plakotex, Malitex) verwendet worden. Dieses Material weist wegen der wesentlich kürzeren Montagezeit und des kleineren Transportvolumens Vorteile auf.

Die Größe und der Abstand der Löcher (Bild 3) sowie die Austrittsgeschwindigkeit der Zuluft sind im Zusammenhang zu betrachten und müssen bei der Auslegung die Forderungen nach der Einhaltung des Mindestzuluftimpulses erfüllen [1]. In den Stallanlagen des VEG Neumark beträgt die Zuluftgeschwindigkeit zwischen 6 m/s und 8 m/s. An den Rohrleitungen kommt es unter bestimmten Betriebsbedingungen zu einer starken Kondenswasserabscheidung. Zur Ableitung ist eine entsprechende Rinne erforderlich.

Im Bild 4 ist ein Vorschlag für die Rekonstruktion bestehender Anlagen mit einfachen Mitteln dargestellt. Die Auslegung und der Betrieb eines

solchen Systems ist aus energiewirtschaftlichen Gründen derart zu gestalten, daß im Heizungsbetrieb keine oder nur eine unwesentliche Erhöhung der Zuluftmenge auftritt.

Zur Erhöhung der Zuluftmenge im Sommerbetrieb werden in Variante I die als Gegenlüfter (Bild 1) bezeichneten Axialventilatoren eingeschaltet. Sind sie außer Betrieb, so trennt ein Elastikventil den Gegenlüfter vom Zuluftstrang. Bei Variante II werden dezentral angeordnete Einzellüfter mit Ausblasdüse zur Erhöhung der Zuluftmenge im Sommer entsprechend Bild 5 verwendet.

Die Fortluftanlage ist unterflur angeordnet. Die Fortluft wird in den Gullekanälen erfaßt und an der Stirnseite des Stalles senkrecht nach oben ausgeblasen. Der Fortlüfter (Bild 6) ist oberflur angeordnet und deshalb für die Wartung zugänglich.

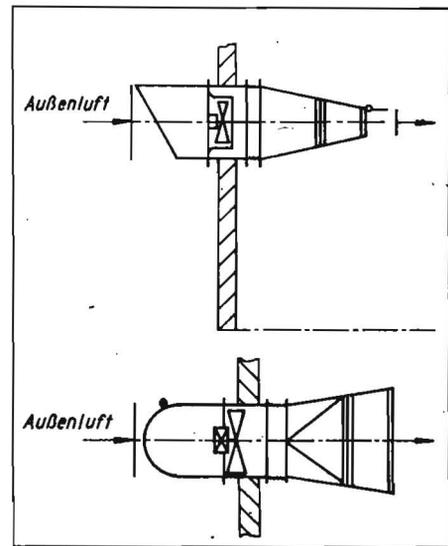
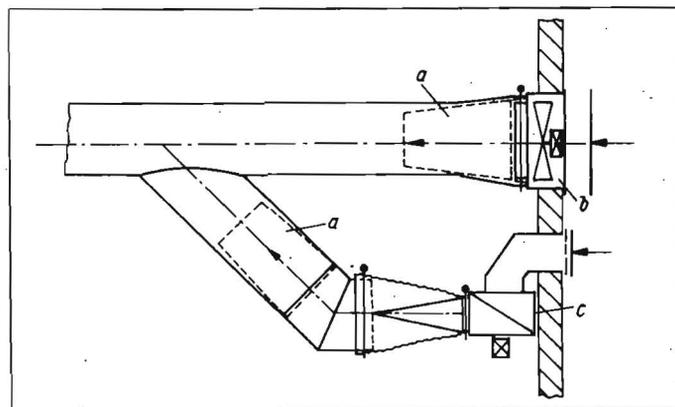
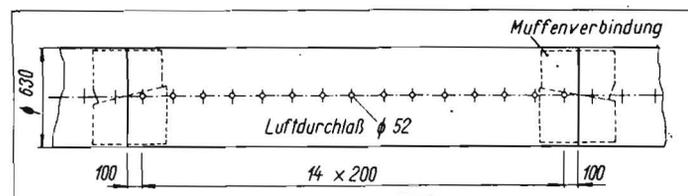


Bild 5. Wandlüfter mit Ausblasdüse

Bild 4. Beispiel für die Rekonstruktion von Lüftung und Heizung; a Elastikventil, b zentraler Lüfter, c Lüfter und Heizer

Bild 3. Zentrales Zuluftrohr



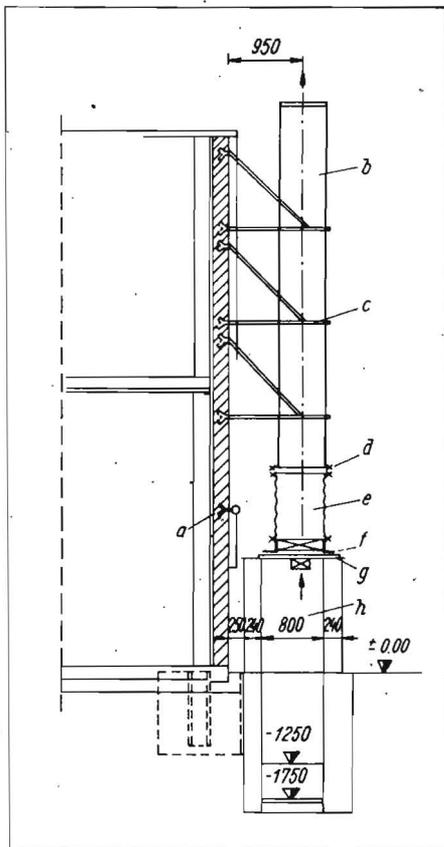


Bild 6. Anordnung des Fortlüfters;
a Befestigungshaken, b Aluminium- und PVC-Rohr, c Rohrhalterung, d Spannschelle, e Elastikrohr aus PVC-Folie, f Axialventilator aufklappbar, g Abdeckblech, h gemauerter Schacht

Die Regelung der Heizleistung und der Zuluftmenge ist im VEG Neumark in das Elektroprojekt eingearbeitet worden und entspricht

einer Mehrpunktregelung. Ein Tastbügelregler schaltet im Zusammenhang mit einem Intervallgeber [2] über die entsprechenden Schütze die Ventilatoren für die Lüftung und Heizung in Abhängigkeit von der Stalllufttemperatur. Bei Stalllufttemperaturen unter 16°C wird der Wandluftheizer eingeschaltet, und der zentrale Lüfter arbeitet im Intervallbetrieb, so daß die Mindestluftmenge in den Stall gefördert wird. Im Temperaturbereich von 16°C bis 18°C wird durch den Intervallbetrieb ohne Heizung ebenfalls die Mindestzuluftmenge gesichert. Wird die Stalllufttemperatur von 18°C überschritten, so bleibt der zentrale Lüfter ständig eingeschaltet. Ab 20°C werden gruppenweise die Gegenlüfter (Variante I) bzw. die Einzellüfter mit Düse (Variante II) zugeschaltet. Die Fortlüfter sind in die Intervallschaltung einbezogen, um das Entstehen von Unterdruck im Stallraum und damit die Gefahr von Kaltluft einbrüchen zu beseitigen. Um zu häufige Schaltungen zu vermeiden, wurde der Temperaturfühler für die Regelung mit einer Wärmeisolierung versehen.

4. Ergebnisse und Schlußfolgerungen

Bei der Erfüllung der Zielstellungen wurden folgende Ergebnisse erzielt:

- Die Investitionen für die Lüftung betragen 0,31 M/m³ Förderstrom.
- Der Elektroenergieverbrauch gegenüber den z. Z. üblichen Anlagen ist auf etwa 60 % gesenkt worden.
- Der Wärmeenergieverbrauch kann durch die Verwirklichung des Frostschutzes am Wärmetauscher und durch die Regelung minimiert werden.
- Im Übergangs- und Winterbetrieb beträgt die Stalllufttemperatur 16°C bis 20°C.
- Sämtliche Klimaparameter konnten im zulässigen Bereich nachgewiesen werden, im Sommerbetrieb tritt eine erwünschte Erhöhung der Luftgeschwindigkeit im Tierbereich ein.

- Die gute Gleichmäßigkeit der Klimaparameter über der Stallgrundfläche wird ganzjährig realisiert. Bei Variante II kommt es im Zusammenhang mit der erwünschten Erhöhung der Luftgeschwindigkeit im Tierbereich zu Unterschieden in der Luftbewegung (Sommerbetrieb).
- Durch den Einsatz verfügbarer Bauteile konnte das neue Lüftungssystem in kurzer Zeit nach der Projektierung eingebaut werden. Dabei wurden kurze Montagezeiten erreicht, die die Rekonstruktion der Lüftungsanlage ohne Produktionsunterbrechung ermöglichten. Die Durchführung der Arbeiten wurde vorwiegend durch Arbeitskräfte des VEG gesichert.
- Die vorgeschlagene Lösung ist auf andere Randbedingungen übertragbar. Weitere Verbesserungen des Systems sind im Verlauf der Entwicklung anzustreben.

5. Zusammenfassung

Im Rahmen einer Arbeitsgruppe wurden im Auftrag des Ministeriums für Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft mehrere Stalleinheiten der Schweineproduktionsanlage des VEG Neumark lüftungstechnisch rekonstruiert. Mit diesen Anlagen konnte der Nachweis erbracht werden, daß es mit einfachen Lösungen möglich ist, den Aufwand für die Stallklimagegestaltung in Form der Investitionen und der Betriebskosten gegenüber den z. Z. üblichen Anlagen erheblich zu senken. Dabei wurden gute und sehr gute Klimabedingungen im Stall erzielt.

Literatur

- [1] Müller, H.-J.: Bemessung runder Luftaustrittsöffnungen in Stalllüftungsanlagen. Forschungszentrum für Mechanisierung Schlieben/Bornim, Forschungsbericht 1977 (unveröffentlicht).
- [2] Kaul, P.: Intervallschaltung von Stalllüftungsanlagen. Stadt- und Gebäudetechnik (1977) H. 12, S. 373—376. A 1931

Nomogramm zur Ermittlung von Druckverlusten bei laminarer Rohrströmung nicht-Newtonscher Flüssigkeiten

Dr.-Ing. M. Türk, KDT

Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR

Verwendete Formelzeichen

$(dv/dr)_N$	1/s	Newtonsche Schergeschwindigkeit
$(dv/dr)_w$	1/s	korrigierte Schergeschwindigkeit an der Rohrwand
d	m	Rohrinnendurchmesser
k	N · s ⁿ /m ²	Konsistenzkoeffizient der Potenzgesetze
k _N	N · s ⁿ /m ²	unkorrigierter Konsistenzkoeffizient
l	m	Rohrlänge
m _{TMF}	kg	Anteil Trockenmischfutter
m _w	kg	Anteil Wasser
n		Fließexponent
$\Delta p/\Delta l$	Pa/m	spezifischer Druckverlust
r	m	radiale Koordinate
Re' _n		modifizierte verallgemeinerte Reynoldszahl
Tr	%	Trockensubstanzgehalt

V	m ³ /s	Volumendurchsatz
v	m/s	mittlere Strömungsgeschwindigkeit
η	Pa · s	Newtonsche Viskosität
η_{pl}	Pa · s	plastische Viskosität
η_a	Pa · s	Scheinviskosität
λ		Rohrreibungszahl
ϑ	°C	Temperatur des Fördermediums
ρ	kg/m ³	Dichte des Fördermediums
τ_0	Pa	Fließgrenze
τ_w	Pa	Wandschubspannung

1. Problemstellung

An die Mechanisierung der flüssigkeitsbe- und verarbeitenden Prozesse im Bereich der Land- und Nahrungsgüterwirtschaft werden zunehmend höhere Anforderungen gestellt. Die

stärkere Durchdringung der verfahrenstechnischen Vorgänge mit dem Ziel der Erhöhung der Funktionssicherheit von Maschinen und Anlagen sowie des optimalen Material- und Energieeinsatzes erfordert eine hinreichende Beschreibung der wirkenden rheologischen Gesetze und ihre ingenieurmäßige Anwendung bei der Projektierung. Zumeist besteht die Aufgabe darin, eine Flüssigkeit mit nicht-Newtonschem Fließverhalten, deren Volumendurchsatz vom Prozeß her gefordert wird, durch eine Rohrleitung mit einem Innendurchmesser d zu transportieren. Die Dimensionierung des Förderaggregats hängt vom Druckverlust ab, der daher ermittelt werden muß. Voraussetzung dazu ist die Kenntnis des Fließverhaltens des Fördermediums, das mit Hilfe von geeigneten