

Tafel 3. Zusammenstellung der untersuchten Schweinemastanlagen

Lüftung	Ort	Tierplätze	Gebäudeabmessungen in m
Einzelschächte und Zwangslüftung	Nordhausen ¹⁾	1260	44 × 12 × 2,8 zwei Schiffe parallel mit 15 m Abstand
Einzelschächte Firstschlitz	Saarmund Aschara ¹⁾	1000 864	60 × 21 × 2,9 48 × 10,2 × 5

1) nach [2]

duktiven Bereich. Der untere Wert des produktiven Bereichs von 10°C für M₁ (35 kg bis 70 kg) wird nicht eingehalten. Die relative Luftfeuchtigkeit liegt in der überwiegenden Zeit im Bereich zwischen 50 und 80%. Der Wert von 85% wird nur kurzzeitig überschritten. Durch zu starke Drosselung der Frischluftzufuhr wurden sowohl der zulässige Wert für NH₃ als auch der für CO₂ zeitweise überschritten.

Schweinemaststall Aschara

Der obere Temperaturgrenzwert wurde um 1,1% bis 4,0% (je nach Meßstelle) überschritten. Durch Einzelmessungen wurden bis zu 40°C registriert. Der untere Grenzwert von 10°C konnte zu 1,9% bzw. 4,8% nicht eingehalten werden. Die Unterschreitung des unteren Grenzwerts für die Maststufe 70 bis 125 kg trat zu 0,2% des Meßzeitraums in der unteren Haltungsebene auf. Kurzzeitig wurden Temperaturen unter 0°C gemessen.

Die monatlichen Mittelwerte für die Stallluftfeuchte verlaufen im wesentlichen im Bereich zwischen 50 und 80%. Der Grenzwert von 85% wird zeitweise überschritten.

Für CO₂ und NH₃ werden in der Übergangs- und Winterperiode z.T. Werte erreicht, die beträchtlich über der zulässigen Schadkonzentration liegen. Das resultiert aus der temperaturabhängigen Verstellung der Regelklappen, die im Winter zu einer unzulässigen Drosselung der Frischluftzufuhr führt. Bei stark böigem Außenwind werden örtlich die zulässigen Luftgeschwindigkeiten im Tierbereich überschritten.

Schweinemaststall Saarmund mit 1000 Tierplätzen

Im Sommer ist infolge der geöffneten Tore und Fenster ein ausreichender Luftaustausch vor-

handen. Alle bei Messungen registrierten Temperaturen lagen unterhalb der zulässigen Tagesmitteltemperatur von 28°C. Geringe Außenwindgeschwindigkeiten bedingen niedrige Geschwindigkeiten im Tierbereich, was zu einer höheren klimatischen Belastung der Tiere und auch des Stallpersonals führt. Die im Jahr 1981 installierten Wandluftgeräte, die an warmen Sommertagen in Betrieb genommen werden, führen zu einer Verbesserung des Stallklimas. Die relative Luftfeuchtigkeit und die Schadgaskonzentrationen bereiten im Sommer keine Probleme. Im Winter werden 10°C als Tagesmittelwert im wesentlichen eingehalten. Lediglich in den Giebelbereichen wird dieser Wert niedriger. Der untere Grenzwert von 5°C wird eingehalten. Als problematisch ist die hohe relative Luftfeuchtigkeit in der Übergangszeit und vor allem im Winterbetrieb einzuschätzen. In der Übergangszeit werden im Stall für die relative Luftfeuchtigkeit Werte über 85% gemessen, wenn der Außenwert 95% übersteigt. Bei der ausgewerteten Winterperiode lagen die Werte im Stall fast ausschließlich über 85%. Ein Grund dafür ist die Fütterung mit gedämpftem Sammelfutter. Dieses wird mobil und in fließfähiger Form handwarm in den Futtertrog ausgebracht. Hinsichtlich der zulässigen Schadgasgehalte wurde auch in der Übergangszeit und im Winter keine Überschreitung festgestellt. Aus den gewonnenen ersten Ergebnissen lassen sich folgende Schlußfolgerungen ziehen:

- Die freie Lüftung kann in Pavillonbauten für die Mastschweinehaltung zeitweise eingesetzt werden.
- Die ganzjährige Einhaltung der im Standard TGL 29084 geforderten Stallklimaparameter allein mit freier Lüftung ist nicht möglich.

— Es wird empfohlen, die freie Lüftung mit einem vereinfachten Zwangslüftungssystem zu kombinieren. In Abhängigkeit vom Außenklima sind Teile des Zwangslüftungssystems im extremen Winter- bzw. Sommerbetrieb zuzuschalten. Zur Regelung empfiehlt sich die Einbeziehung automatischer Regeleinrichtungen.

5. Zukünftige Forschungsaufgaben

Die Einsetzbarkeit der freien Lüftung in Tierproduktionsanlagen bietet die Möglichkeit, einen wesentlichen Beitrag zur Energieeinsparung zu leisten. Künftig sind geeignete Projektierungsrichtlinien bereitzustellen, die die Voraussetzung für eine breite Anwendung der freien Lüftung sind.

Forschungssseitig ergeben sich im Zusammenhang mit der Erarbeitung und Vervollkommnung derartiger Richtlinien folgende Aufgaben:

- Ermittlung der Einsatzbedingungen und -grenzen der freien Lüftung in der Rinder- und Schweinehaltung
- Optimierung der Gestaltung und Anordnung von Zu- und Abluftöffnungen
- Entwicklung von zweckmäßigen Regeleinrichtungen für Zu- und Abluftöffnungen
- Vervollkommnung der Berechnungsmethoden für die Schwerkraftlüftung und die Windlüftung
- Erarbeitung von Betriebsanleitungen zur Bedienung der Einrichtungen der freien Lüftung bzw. der Kombination von freier Lüftung und Zwangslüftung.

Literatur

- [1] Cords-Parchim, W.: Der gesunde Stall. Berlin: Verlag des Druckhauses Tempelhof 1950.
- [2] Paar, G.: Durchführung staltklimatischer Messungen in Tierproduktionsanlagen über den Zeitraum eines Jahres mit dem Ziel der Bestimmung der Effektivität lüftungstechnischer Anlagen. BIV Erfurt/Bad Langensalza, Abschlußbericht 1982 (unveröffentlicht).

A 3720

Ergebnisse und weitere Tendenzen der Wärmerückgewinnung in der Schweineproduktion

Dipl.-Ing. K. Kirschner, KDT/Dipl.-Ing. W. Rump, VEB Kombinat Luft- und Kältetechnik Dresden

1. Ausgangsbedingungen und Zielstellung

Die verlustarme, energie- und materialsparende Aufzucht und Mast von Schweinen mit einem Mindestaufwand an Futtermitteln, besonders an Konzentrat, stellt eine Aufgabe von hoher volkswirtschaftlicher Bedeutung dar. Ihre Bewältigung — besonders die Einsparung von Primärenergie und von Futtermitteln — erfordert u.a. die effektive Lösung von Aufgaben zur optimalen Klimagestaltung in Schweineställen.

Im Standard TGL 29084 „Stallklimagestaltung“, Ausg. Juni 1981, wurden diesbezügliche gesetzliche Vorschriften auch für die Rekonstruktion und Rationalisierung in Anpas-

sung an die veränderten volkswirtschaftlichen Bedingungen der 80er Jahre neu festgelegt.

Die Stalltemperatur ist — auch im Hinblick auf die Energiewirtschaft und die Wärmerückgewinnung — die wichtigste Klimakomponente. Nach Möglichkeit sollte der optimale Temperaturbereich, der für die Haltung abschnitte der Schweineproduktion unterschiedlich ist, eingehalten werden. Kann lediglich der produktive Temperaturbereich realisiert werden, so ist die Produktion mit Verlusten behaftet und nur unter Leistungsminierungen möglich.

Mit Hilfe der Wärmerückgewinnung aus der Abluft von Ställen und durch die Nutzung

alternativer Energiequellen können in vielen Ställen der Schweineproduktion optimale Stalllufttemperaturen gesichert werden, ohne daß mit technischer Fremdenergie geheizt werden muß.

Über die z.Z. vorliegenden Erkenntnisse und die diesbezüglichen Probleme wird berichtet, Entwicklungstendenzen werden genannt.

2. Wärmeproduktion von Schweinen

Tiere produzieren im Ergebnis des Stoffwechsels Wärme (Tafel 1). Die Höhe der Wärmeproduktion ist vom Leistungsniveau der Tiere abhängig. Die Größe der Anteile der fühlbaren Wärme und der an Wasserdampf ge-

bundenen latenten Wärme ist temperaturabhängig. Die fühlbare Wärmeproduktion beträgt im Optimalbereich der Stalllufttemperatur rd. 75% der Gesamtwärmeproduktion. Das Beispiel eines Wärmeflußdiagramms mit Richtwerten zur Wärmerückgewinnung wird für einen Läuferaufzuchtstall im Bild 1 dargestellt.

3. Zur Realisierung der Wärmerückgewinnung

Für die Wärmerückgewinnung aus der Abluft werden rekuperative und regenerative Verfahren eingesetzt [1]. Bei Rekuperatoren oder sog. geschlossenen Systemen werden Abluft und Außenluft durch eine Wand voneinander getrennt. Der Wärmetransport erfolgt durch diese Trennwand von der Abluft zur Außenluft. Apparate dieser Bauart sind Glattrohr-Wärmeübertrager (vorzugsweise mit Rohren aus Glas oder Hart-PVC) und Platten- oder Folien-Wärmeübertrager.

Unter besonderen Bedingungen wird ein Wärmeträger dazwischengeschaltet. Es erfolgt dann eine indirekte Wärmeübertragung von der Abluft an den Wärmeträger und vom Wärmeträger an die Außenluft. Bekannte Apparatebauformen sind das Wärmerohr mit Ammoniak als Wärmeträger mit Schwerkraft-Umlauf, das RZ-System (rekuperatives Zirkulationssystem) mit einer Mischung aus Wasser und Frostschutzmittel als Wärmeträger und die Wärmepumpe mit einem Sicherheitskältemittel als Wärmeträger. Zusätzlich sind beim RZ-System eine Umwälzpumpe und bei der Wärmepumpe ein Verdichter erforderlich.

Bei den regenerativen Verfahren oder sog. offenen Systemen wird Wärme der Abluft mit Hilfe von Speichermassen an die Außenluft übertragen. Dabei wird eine kalte Speichermasse mit der warmen Abluft aufgeheizt; anschließend wird die erwärmte Speichermasse zur Aufheizung von Außenluft genutzt und dabei wieder abgekühlt. Diese Heiz- und Kühlvorgänge erfolgen im Wechsel. Die Oberfläche der Speichermasse wird abwechselnd mit der Abluft und mit der Außenluft beaufschlagt. Eine Mischung von Abluft und Außenluft ist durch die wechselweise Beaufschlagung der Speichermasse mit Abluft und Außenluft nicht zu vermeiden.

Eine bekannte Bauform mit rotierender Speichermasse ist der Regenerativ-Wärmeübertrager (Bild 2) [2].

Lüftungsanlagen mit sog. Wechsel-Speicher werden seit 1981 unter Praxisbedingungen erprobt (Bild 3). Beim Wechsel-Speicher werden zwei feststehende Speicherbehälter mit entsprechenden Speichermassen abwechselnd mit Abluft und Außenluft beaufschlagt.

Eine anschauliche Darstellung der Zustandsänderungen der Abluft und Außenluft bei der Wärmerückgewinnung ist anhand des h,x -Diagramms für feuchte Luft möglich. Die Abluft wird mit dem Zustand der Stallluft AB (t_{AB} , x_{AB} , h_{AB}) in der Wärmerückgewinnungseinrichtung bis zum Zustand der Fortluft FO (t_{FO} , x_{FO} , h_{FO}) abgekühlt. Dabei wird Wasserdampf kondensiert und teilweise als Schwitzwasser ausgeschieden.

Bei Rekuperatoren können Außenlufttemperaturen unter 0°C zumindest örtlich zu einer Bereifung der Trennwand auf der Abluftseite führen. Eine Feuchteänderung auf der Zuluftseite findet nicht statt: $\Delta x_{ZU} = 0$.

Bei Regeneratoren kann das Schwitzwasser ebenfalls eine Reifbildung an der kalten Speichermasse bewirken. Durch das Vertauschen der Luftströme wird die Reifbildung jedoch teilweise kompensiert. Es erfolgt eine Rück-

Tafel 1. Gesamtwärmeproduktion von Schweinen und Richtwerte zur Energierückgewinnung in Schweineställen (Angaben je Tierplatz)

Benennung	Produktionsabschnitt			
	Läuferstall	Maststall	Abferkelstall	
Lebendmasse	kg	20	75	180...230
Stalllufttemperatur	$^\circ\text{C}$	25	20	15
Gesamt-Wärmeproduktion ¹⁾	W	100	200	605
Zeitdauer der Wärmerückgewinnung	h/a	3000	1500	6000
Wärmerückgewinnungsgrad ²⁾	—	0,6	0,5	0,7
Wärmeäquivalent	kWh/a	180	150	2541
Wirkungsgrad bei Kohlekessel	—	0,5	0,4	0,6
äquivalente Kohlemenge (Rohbraunkohle) ³⁾	kg/a	86	89	1008

1) nach Standard TGL 29084 „Stallklimagestaltung“, Ausg. Juni 1981

2) in Abhängigkeit von der Benutzungsdauer der Wärmerückgewinnungseinrichtung wird ein unterschiedlicher Wärmerückgewinnungsgrad verwendet

3) Heizwert der Rohbraunförderkohle $H_u = 2,1 \text{ kWh/kg}$

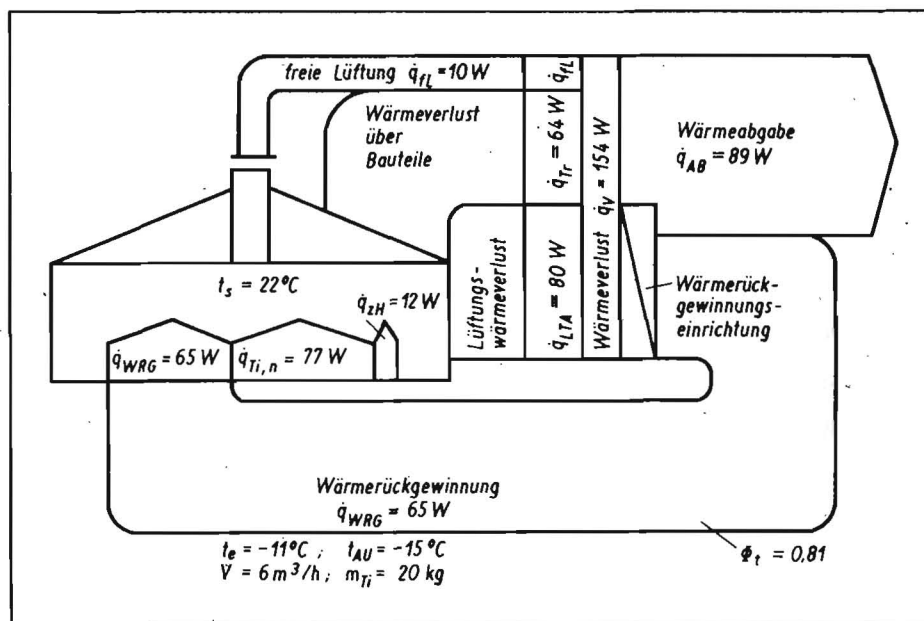


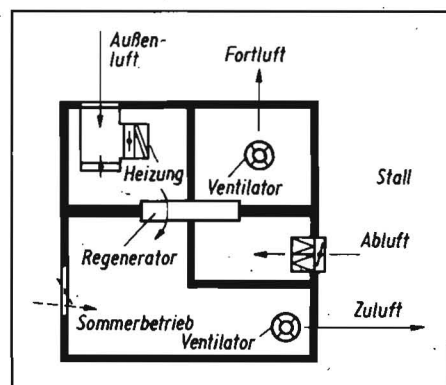
Bild 1. Vereinfachtes Wärmeflußdiagramm für einen Läuferaufzuchtstall (Angaben je Tierplatz); $q_{Ti,n}$ von den Tieren abgegebene nutzbare Wärmemenge, q_{ZH} zusätzliche Heizung

feuchtung, der Feuchtegehalt der Zuluft wird erhöht: $\Delta x_{ZU} > 0$. Die Außenluft wird vom Zustand AU (t_{AU} , x_{AU} , h_{AU}) bis zum Zustand der Zuluft ZU (t_{ZU} , x_{ZU} , h_{ZU}) erwärmt.

Die Berechnung und der Vergleich verschiedener Wärmerückgewinnungseinrichtungen untereinander erfolgen mit Hilfe des Übertragungsgrades Φ (s. z. B. [1]). Zu beachten ist, daß das Verhältnis der Massenströme $\dot{m}_{AB}:\dot{m}_{ZU}$ einen erheblichen Einfluß auf die Höhe des Übertragungsgrades hat. Bei der Beurteilung und beim technisch-ökonomischen Vergleich

verschiedener Wärmerückgewinnungseinrichtungen sollte der Übertragungsgrad stets beim Massenstromverhältnis $\dot{m}_{AB}:\dot{m}_{ZU} = 1$ angegeben werden.

Bild 2. Stall-Lüftungsanlage mit Regenerativ-Wärmeübertrager (Wärmerad)



4. Wichtige Voraussetzungen für die Wärmerückgewinnung aus der Abluft von Ställen

Wichtige Voraussetzungen für die Wärmerückgewinnung aus der Abluft von Ställen sind:

- eine möglichst luftdichte Stallhülle mit geringem Anteil an freier Lüftung, um die damit verbundene Auskühlung des Gebäudes niedrig zu halten.
- hohe Belegungsdichte
- ausreichende Wärmedämmung der Bauhülle, besonders der Stalldecke und der Fenster
- das Zusammenführen von Abluft und Außenluft in der Wärmerückgewinnungseinrichtung (Ausnahmen bilden das RZ-System und z. T. die Wärmepumpe)
- das Absaugen der warmen und mit Schadstoffen angereicherten feuchten Stallluft mit Hilfe eines Ventilators und das Fördern durch die Wärmerückgewinnungseinrichtung.

Gleichzeitig muß dem Bilanzgebiet zwangsweise Außenluft zugeführt werden, die in der Wärmerückgewinnungseinrichtung erwärmt wird. Auf der Abluft- und auf der Außen-

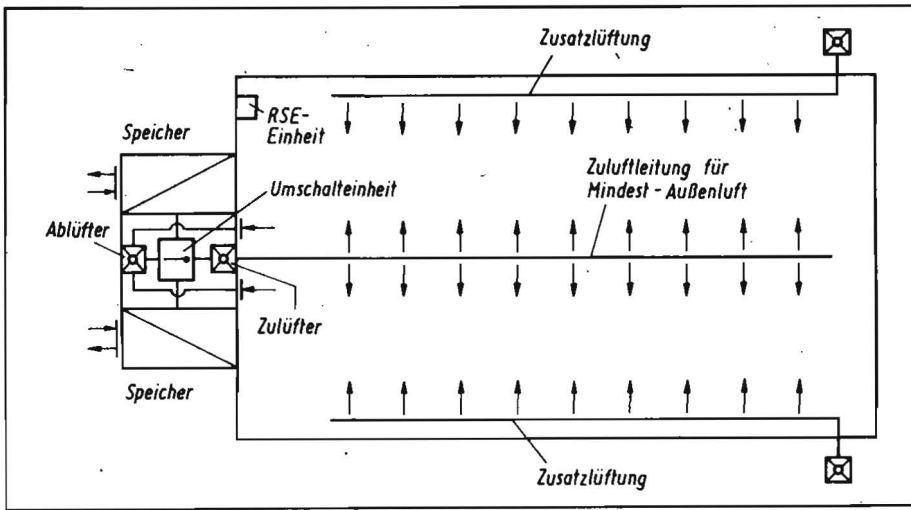


Bild 3. Schematische Darstellung einer Stall-Lüftungsanlage mit Wechsel-Speicher; RSE Regel-, Steuer- und Elektroanschluß

luftseite verfügt die Wärmerückgewinnungseinrichtung über Strömungswiderstände im Bereich von 100 bis 300 Pa, zu deren Überwindung Elektroenergie (Ventilatorantrieb) benötigt wird.

Eine Kopplung der freien Lüftung mit Ausrüstungen zur Wärmerückgewinnung (einschließlich Zwangslüftungsanlage) ist mit Problemen behaftet.

Durch geeignete Auslegung und Projektierung der Wärmerückgewinnungseinrichtung, eine zweckmäßige Schaltung und sorgfältige Abstimmung mit anderen Gewerken, besonders hinsichtlich der Bauhülle, sollte eine technische Gesamtlösung angestrebt werden, die dem jeweiligen Haltungsabschnitt angepaßt ist und möglichst niedrige Gesamtaufwendungen verursacht.

5. Anforderungen an Wärmerückgewinnungseinrichtungen in Schweineställen

Die Einrichtungen zur Wärmerückgewinnung aus der Abluft von Schweineställen müssen folgende Anforderungen erfüllen:

- Die Betriebsbedingungen in der Schweineproduktion erfordern prozeßorientierte Wärmerückgewinnungseinrichtungen, wobei die Besonderheiten der einzelnen Haltungsabschnitte berücksichtigt werden müssen.
- Die Wärmerückgewinnungseinrichtung sollte einen möglichst geringen Aufwand bei der Anschaffung, beim Betrieb und bei der Wartung verursachen. Der Elektroenergieaufwand zur Überwindung der Strömungswiderstände der Wärmerückgewinnungseinrichtung auf der Abluft- und auf der Außenluftseite sollte möglichst gering sein (< 200 Pa). Die Lebensdauer der Wärmerückgewinnungseinrichtung sollte größer als 10 Jahre sein. Besondere Probleme bereitet in dieser Hinsicht die sehr starke Korrosionswirkung der Stall-Abluft durch die darin enthaltenen Schadstoffe (CO_2 , NH_3 , H_2S , Staub u. ä.) in Verbindung mit Folgeprodukten, die bei der Kondenswasserbildung auftreten.
- Die Verschmutzung der Wärmerückgewinnungseinrichtung bereitet besondere Probleme. Der hohe Staubgehalt der Abluft kann zu Funktionsstörungen führen. Die Wärmerückgewinnungsanlage muß besonders wartungsfreundlich gestaltet werden. Bei bestimmten Einsatzfällen sind Zusatz-

einrichtungen (Filter, Reinigungseinrichtungen o. ä.) zur Verringerung des manuellen Wartungsaufwands notwendig.

- Die Probleme der Schadstoffrückführung und der Übertragung von Krankheitserregern von der Abluft an die Außenluft sind, besonders bei offenen Systemen, zu beachten und zu untersuchen.

6. Erprobungsergebnisse

Regenerativ-Wärmeübertrager wurden in einem Läuferaufzuchtstall und in Schweinemastställen erprobt. Der Temperaturübertragungsgrad lag unter Praxisbedingungen bei rd. 70%. Die prozeßorientierte Anpassung erfolgte über bauseitige Kammern, die eine relativ einfache Reinigung ermöglichen. Zur Beherrschung der Staubproblematik wurden Filter eingesetzt, die Standzeiten zwischen zwei bis 15 Tagen hatten. Die Reinigung der Filter und damit die Sicherung der Funktionsfähigkeit war mit beträchtlichem Arbeitsaufwand verbunden.

Der Regenerativ-Wärmeübertrager ist bei regelmäßiger Reinigung und Desinfektion hygienisch unbedenklich. Diese Wärmerückgewinnungseinrichtung verursacht einen relativ hohen Gesamtaufwand, der jedoch für Abferkel- und Aufzuchtställe mit hoher Betriebsstundenzahl meist gerechtfertigt ist. Für andere Haltungsabschnitte ist ein Wirtschaftlichkeitsvergleich mit einer konventionellen Heizung notwendig.

Rekuperatoren in Plattenbauweise wurden in verschiedenen Varianten in Läuferaufzucht-, Abferkel- und Mastställen getestet. Betriebsprobleme ergaben sich infolge Verschmutzung und Vereisung auf der Abluftseite. Die erreichte Anpassung dieser Apparatebauformen an den Prozeß der Schweineproduktion ist für eine Breitenanwendung noch nicht ausreichend.

Zur Praxiserprobung des RZ-Systems in einer komplexen Schweineproduktionsanlage [3] kann noch keine abschließende Einschätzung abgegeben werden. Die wirkungsvolle Reinigung der Rippenrohre erfordert besondere Maßnahmen. Der Korrosion auf der Abluftseite ist durch geeignete Anstrichsysteme entgegenzuwirken, und der spezifische Gesamtaufwand ist durch entsprechende Auslegung möglichst niedrig zu halten.

Der Wechsel-Speicher wird speziell für den Einsatz in der Tierproduktion in Zusammenarbeit zwischen dem Forschungszentrum für Me-

chanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim, dem VEB Kombinat Luft- und Kältetechnik und Praxisbetrieben entwickelt. Die Erprobung eines Versuchsmusters unter Praxisbedingungen erfolgte im Winter 1981/82 vorwiegend durch das Bezirksinstitut für Veterinärwesen Erfurt. Diese Praxiserprobung zur Wärmerückgewinnung aus der Abluft eines Läuferstalls lieferte günstige Ergebnisse. Der Temperaturübertragungsgrad lag bei etwa 0,7. Eine Reinigung der Speichermassen war in Abständen von rd. 4 Wochen erforderlich. Dazu können bei Bedarf die verschmutzten Speichermassen als Einzelelemente dem Speicherbehälter entnommen werden. Eine Zusatzheizung mit technischer Fremdenergie war nur in den ersten 5 bis 10 Tagen nach der Einstellung der Läufer notwendig. Eine Erprobung weiterer Versuchsanlagen wurde für unterschiedliche Einsatzbedingungen für den Winter 1982/83 vorbereitet.

Weitere Erprobungen der o.g. Varianten von Wärmerückgewinnungseinrichtungen wurden für andere Haltungsabschnitte durchgeführt [2].

Für bestimmte technologische Bedingungen bzw. für einzelne Haltungsabschnitte ist lediglich ein Temperaturübertragungsgrad von $\Phi_1 = 0,3 \dots 0,4$ erforderlich. Unter derartigen Einsatzbedingungen, bei denen eine Rückfeuchtung zu vermeiden ist, haben sich Glasrohr-Rekuperatoren bewährt [4].

Wärmepumpen nehmen wegen der hohen Investitionen bzw. wegen der erheblichen Gesamtaufwendungen eine Sonderstellung unter den Wärmerückgewinnungseinrichtungen ein. Aussichtsreiche Einsatzgebiete sind die Warmwasserfußbodenheizung der Ferkelplätze in Abferkelställen zur Ablösung der elektrischen Direktheizung und die Wärme-Kälte-Kopplung zur Luftkühlung und Warmwasserbereitung in Eberzuchtställen. Diesbezügliche Versuchsanlagen sind in Betrieb bzw. werden vorbereitet.

7. Wirtschaftlichkeit

Der Einsatz von Wärmerückgewinnungseinrichtungen ist in Abferkel-, Läuferaufzucht- und Vormastställen im Vergleich zu Heizanlagen mit Rohbraunkohle wirtschaftlich und zur Einsparung von Primärenergie volkswirtschaftlich notwendig.

Zur objektiven Beurteilung der ökonomischen Parameter sind im Rahmen der Einsatzvorbereitung von Wärmerückgewinnungseinrichtungen Untersuchungen zur Höhe der Aufwandskennziffer nach Standard TGL 190-452 und ein Vergleich mit anderen Heizungsvarianten erforderlich.

Darüber hinaus ist bei einigen Einsatzfällen eine Bewertung des Einflusses der Wärmerückgewinnungseinrichtungen auf das Stallklima bzw. auf diesbezügliche Veränderungen der tierischen Leistungen und auf den Futterverbrauch notwendig.

8. Zusammenfassung

Optimales Stallklima ist eine wesentliche Voraussetzung für die Gesundheit der Tiere sowie für hohe Leistungen und damit für einen niedrigen spezifischen Futterverbrauch.

Die Futtereinsparung und die Verringerung der Aufzuchtverluste sind volkswirtschaftlich dringend notwendig. Zur Einsparung technischer Fremdenergie sind für den Heizbetrieb zunächst die Verfahrensgestaltung, die Bewirtschaftung und die Wärmedämmung des Baukörpers optimal zu gestalten und alle Reserven voll auszuschöpfen [5].

Fortsetzung auf Seite 271

Effektivere Grobfutterproduktion durch Breit- und Doppelschwadablage von Halmfutter

Dipl.-Landw. V. Hänel/Dipl.-Ing. H. Schumacher, KDT/Dipl.-Ing. M. Schubert
VEB Kombinat Fortschritt Landmaschinen Neustadt in Sachsen

1. Ausgangssituation

Mit der Einführung des Schwadmähers E 301 und des Feldhäckslers E 280 des VEB Kombinat Fortschritt, Landmaschinen Neustadt in

Sachsen Anfang der 70er Jahre wurde die entscheidende Voraussetzung zur industriemäßigen Welksilageproduktion in der DDR geschaffen. Die in der reinen Arbeitszeit T_1

erzielbare Flächenleistung beim Mähen von 3 ha/h und der Durchsatz beim Häckseln (Originalsubstanz) von 34 t/h setzten Maßstäbe und erfüllten die bestehenden Schwerpunktforderungen hinsichtlich

- hohen Leistungsvmögens auf dem Feld und bei der Silobeschickung
- Durchgängigkeit im Verfahren
- hoher Verfügbarkeit
- Herstellung von Exakthäcksel
- Verbesserungen der Arbeitsbedingungen für die Mechanisatoren.

Der prozentuale Anteil der Welksilage am Gesamtgrobfutteraufkommen hat sich dadurch im Zeitraum von 1970 bis 1980 in der DDR etwa verdreifacht. Der Effekt dieser bemerkenswerten Entwicklung wird durch ungenügende Welksilagequalität beträchtlich reduziert. Hauptursachen dafür sind:

- Der Mindest-Trockenmassegehalt (TM-Gehalt) des Ausgangsmaterials wird nicht erreicht.
- Die Feldliegezeit zur Erreichung des Mindest-Trockenmassegehalts des Ausgangsmaterials ist zu lang.

Die Trocknungsdynamik des vom Schwadmäher E 302 abgelegten Halmfutterschwadens (Quotient aus Ablagebreite und praktischer Mähbreite 0,50) befriedigt unter den Klima- und Ertragsbedingungen der DDR nicht. Ende der 70er Jahre wurde deshalb versucht, durch chemische und mechanische Maßnahmen im Verfahren Verbesserungen herbeizuführen. Die dosierte Zumischung fester chemischer Siliermittel unmittelbar am Feldhäckslers wurde mit dem Feststoffdosierer E 202 sicher gelöst. Untersuchungen zum Flüssigdosierer am Feldhäckslers E 281 verliefen aussichtsreich. Begrenzte Wirksamkeit bzw. sehr hohe Aufwendungen beschränken die Anwendung dieser Verfahren. Zur mechanischen Schwadbearbeitung steht als Adapter zum Schwadmäher im Verfahren der Welksilageproduktion der Schwadverleger E 318 des VEB Kombinat Fortschritt Landmaschinen in beträchtlichem Umfang zur Verfügung. Mit seiner Arbeitsbreite von 3 m nimmt er den auf 2 m abgelegten Schwaden auf und legt ihn gelüftet als Einzel- oder Doppelschwaden ab. Der durchaus wirksame Einsatz des Schwadverlegers E 318 erhöht jedoch die Aufwendungen bei der Welksilageproduktion, belastet die angespannte Mähkapazität durch Bindung von Schwadmähergrundmaschinen und löst das Problem der Heubearbeitung nicht.

2.1. Grundlagen

Im Rahmen der Schwadmäher- und Feldhäckslersentwicklung wurden im VEB Kombinat Fortschritt Landmaschinen maschinenbautechnische und verfahrenstechnische Untersuchungen mit folgender Zielstellung durchgeführt:

- Erhöhung des Quotienten aus Ablagebreite und Mähbreite beim Schwadmäher zur Einsparung bzw. Reduzierung von Bearbeitungsgängen
- Sicherung einer Ablagebreite nach dem Schwadmäher, die den Einsatz von Heu-

Tafel 1. Ablagevarianten zur Welksilageproduktion mit selbstfahrenden Schwadmähern

Var.	Ablageart	Ablagebreite praktische Mähbreite	Aufbereitung	Schwad- bearbeitung	maschinenbautechnische Realisierung
1	Normalablage	0,35...0,50	—	—	E 302 + E 023 E 281 + E 294
2			—	Verleger	E 302 + E 023 E 302 + Schwadverleger E 318 E 281 + E 294
3			Knicker		E 302 + E 023 und E 313 E 281 + E 294
4			Knicker	Verleger	E 302 + E 023 und E 313 E 302 + Schwadverleger E 318 E 281 + E 294
5			neuartige Aufbereiter		Forschungsvarianten
6			neuartige Aufbereiter	Wender	Forschungsvarianten
7	Breitablage	0,70...0,90	—	—	Forschungsvarianten
8			Knicker	—	E 302 + E 023 und E 313/ Breitenablageeinrichtung E 281 + Breitaufnehmer 4,2 m
9			neuartige Aufbereiter	—	Forschungsvarianten

Fortsetzung von Seite 270

Im Heizbetrieb muß die Außenluftzuführung zum Stall auf den für den jeweiligen Tierbestand erforderlichen Mindestwert verringert werden.

Eine wichtige Voraussetzung für die effektive Wärmerückgewinnung ist eine weitgehend luftdichte Stallhülle mit entsprechender Wärmedämmung, die den Bedingungen des jeweiligen Haltungsabschnitts angepaßt ist.

Für die Wärmerückgewinnung aus der Abluft muß eine Zwangslüftungsanlage vorhanden sein.

Im Ergebnis von anwendungstechnischen Praxisversuchen sind Regenerativ-Wärmeübertrager unter Beachtung bestimmter Einbauvorschriften, Wechsel-Speicher und Rekuperatoren (RZ-System, Wärmeübertrager mit PVC-Platten in Spezialschaltung oder mit Glasrohren) zur Wärmerückgewinnung aus der Abluft in der Schweineproduktion geeignet. Wärmepumpen sind für Sonderfälle einsetzbar. In Abferkel- und Aufzuchtställen sollte eine Wärmerückgewinnung vorgesehen werden, die mit einer Zusatzheizung (technische Fremdenergie) kombiniert werden muß.

In Schweinevormastställen ist die Wärmerückgewinnung zur Verringerung des Futtermittelverbrauchs und aus weiteren Gründen zur Verbesserung der Effektivität sinnvoll.

Eine Anpassung der Wärmerückgewinnungs-

einrichtungen an den Prozeß der Schweineproduktion bzw. an die besonderen Forderungen der einzelnen Haltungsabschnitte ist notwendig.

Zur Vorbereitung der Serienfertigung spezieller für die Schweineproduktion gut geeigneter und optimierter Wärmerückgewinnungseinrichtungen sind weitere Entwicklungsarbeiten und Praxisuntersuchungen notwendig. Diese Untersuchungen erfordern eine enge Zusammenarbeit von Landwirten, Veterinärmedizinern und Ingenieuren.

Literatur

- [1] Wärmerückgewinnungseinrichtungen. VEB Kombinat Luft- und Kältetechnik Dresden, ILKA-Berechnungskatalog, Abschnitt L 4.5.4.2.1., Ausgabe Juli 1980.
- [2] Kirschner, K., u. a.: Stand und Möglichkeiten der Wärmerückgewinnung in der Tierproduktion. Tierzucht, Berlin 36 (1982) 11, S. 504—509.
- [3] Rump, W.: Lüftungsanlagen für einen Schweinemaststall mit Zweiebenenhaltung. Luft- und Kältetechnik, Berlin 18 (1982) 2, S. 109.
- [4] Kessel, H. W.: Planungskriterien für den Einsatz von Wärmeaustauschern in Ställen — Elektrowärme im Technischen Ausbau. elektrowärme international, Essen 40 (1982) A 3, S. A 113—A 118.
- [5] Siegl, O.; Barth, D.: Tendenzen und Erfordernisse zur Senkung des Energieaufwands in der Schweineproduktion. Tierzucht, Berlin 36 (1982) 11, S. 494—496.

A 3686