

eingebaut und erprobt worden. Das RZ-System erfordert jedoch höhere Investitions- und Betriebsaufwendungen. Sein Wärmeübertragungsgrad liegt bei 30%. Eine weitere Möglichkeit der Wärmerückgewinnung aus der Abluft ist durch den Einsatz von Wasser-Wasser-Wärmepumpen mit vorgeschaltetem Wärmeabsorber gegeben. Hierbei wird die der Luft entzogene Wärme dem Wasser zugeführt, das für technologische und sanitäre Zwecke in den Tierproduktionsanlagen einsetzbar ist.

Schlußfolgerungen

Die Probleme, die beim Einsatz von Wärmeübertragern in Tierproduktionsanlagen entstehen, sind sichtbar geworden. Dabei unterscheiden sich Regeneratoren und Rekuperatoren bzw. auch die einzelnen Wärmeübertrager innerhalb ihrer Gruppe in bezug auf Wartungs- und Reinigungsaufwand, Investitionen, Betriebskosten sowie Effektivität. Von Seiten des FZM Schlieben/Bornim

wurde in Auswertung der Ergebnisse der Feldprüfung der Versuch unternommen, einen Vergleich der einzelnen Wärmerückgewinnungsanlagen anhand ökonomischer Kennzahlen unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Einsatzfälle durchzuführen. Dabei wurde die im Standard TGL 190-452 (Wirtschaftlicher Energieträgereinsatz) für Wirtschaftlichkeitsberechnungen enthaltene Aufwandskennzahl zugrunde gelegt. Bei dem Vergleich der spezifischen Aufwandskennzahlen der einzelnen Wärmerückgewinnungsanlagen wird ein Zusammenhang zum Temperaturübertragungsgrad sichtbar (Bild 1). Dieser Zusammenhang ergibt sich daraus, daß bei steigendem Temperaturübertragungsgrad der Wärmebedarf des Stalls zunehmend mit Wärmerückgewinnung abgedeckt werden kann und damit der Anteil der notwendigen Zusatzheizung verringert wird (Bilder 2 und 3). In den Bildern 2 und 3 entsprechen die untere schraffierte Fläche der bereitgestellten

Wärmemenge durch Wärmerückgewinnung und die obere schraffierte Fläche der zusätzlich notwendigen Wärmemenge. Aufgrund der nachgewiesenen hohen Effektivität, Funktionssicherheit und der relativ geringen Investitionen stellt der Wechselspeicher eine Vorzugsvariante dar. Eine Weiterentwicklung und Vervollkommenung auf dem Gebiet der Wärmerückgewinnung in Tierproduktionsanlagen ist notwendig, um den noch nicht befriedigend gelösten Problemen und dem Einsatz unter Stallbedingungen Rechnung zu tragen. Es ist darauf zu achten, daß bei Rekonstruktionsmaßnahmen eine unkomplizierte Einordnung der Wärmerückgewinnungsanlagen in bereits bestehende Lüftungssysteme erfolgen kann. Da bei der Anpassung der Volumenströme an die nach Standard TGL 29084 geforderten Luftwechselzahlen Probleme auftraten, ist den regelungstechnischen Fragen besondere Aufmerksamkeit zu widmen.

A 4544

Technische Lösungen zur Wärmerückgewinnung in Schweineproduktionsanlagen und Methode ihrer ökonomischen Bewertung

Dr.-Ing. H.-J. Müller/Dipl.-Ing. G. Mai/Dr.-Ing. J. Dräger

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

1. Einleitung und Problemstellung

Die eingetretene komplizierte Situation auf dem Primärenergie- und Rohstoffsektor macht für das Gebiet der Stallklimagestaltung die Suche nach Lösungen zum rationellen Energie- und Materialeinsatz notwendig.

Die Stallheizung erfordert bei einigen Tierarten und Haltungsabschnitten einen erheblichen Aufwand an Wärmeenergie. Bei der Analyse der Wärmeströme, die dem Stall zugeführt werden müssen und die den Stall verlassen (Bild 1), werden die Ansatzpunkte für Energieeinsparungen deutlich.

Für den Fall der Stallheizung kommt es darauf an, die Transmissionswärmeverluste über Wände, Decke und Fußböden und die Verluste durch ungewollte freie Lüftung über Undichtigkeiten der Gebäudehülle gering zu halten sowie einen Teil der zur Frischluftversorgung der Tiere notwendigen Lüftungswärmeverluste für den Stall wieder nutzbar zu machen. Die Probleme der Transmissionswärmeverluste werden im Institut für Landwirtschaftliche Bauten der Bauakademie der DDR bearbeitet. Für die Wärmerückgewinnung aus der Stallabluft wurden in Kooperation zwischen dem Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim, dem Stammbetrieb für Forschung und Technik des VEB Kombinat Luft- und Kältetechnik (SFT) Dresden, dem Bezirksinstitut für Veterinärwesen (BIV) Bad Langensalza und weiteren Partnern technische Lösungen für die Wärmerückgewinnung erarbeitet und in Labor- und Praxisanlagen erprobt.

2. Möglichkeiten der Wärmerückgewinnung aus der Stallabluft

Mit Hilfe von Wärmerückgewinnungsanlagen (WRGA) wird Wärme von der Stallabluft

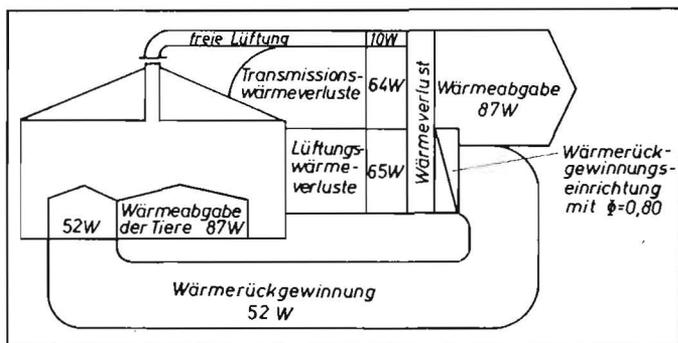
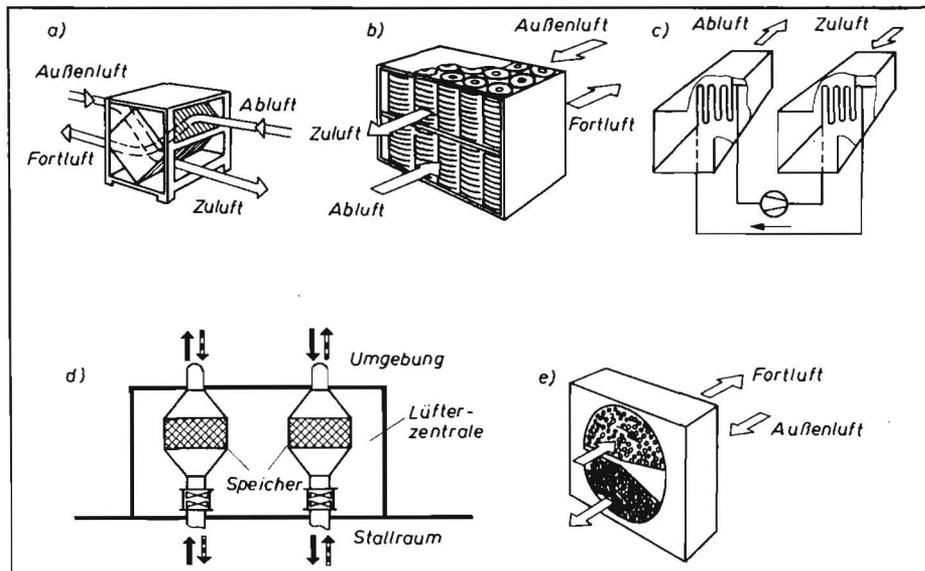


Bild 1 Vereinfachtes Wärme-flußdiagramm für einen Läuferaufzuchtstall (Angaben auf einen Tierplatz bezogen)

Bild 2. Technische Lösungsmöglichkeiten für die Wärmerückgewinnung aus der Stallabluft;

- Rekuperativer Wärmeübertrager mit Kreuzstrom-Platten-Wärmeübertrager
- Wärmerohre im Zu- und Abluftkanal
- Rezirkulationssystem mit Umwälzpumpe oder mit Wärmepumpe
- Regenerativ-Wärmeübertrager mit feststehender Speichermasse
- Regenerativ-Wärmeübertrager mit rotierender Speichermasse



an die Frischluft übertragen. Die Wärmeübertrager kann man in Rekuperatoren und Regeneratoren einteilen. Bei den Rekuperatoren wird die Wärme über Trennwände zwischen Abluft und Zuluft oder mit Hilfe von Zwischenwärmeträgern übertragen. Bei den Regeneratoren erfolgt die Wärmeübertragung dadurch, daß Speichermassen abwechselnd von der Stallabluft erwärmt und von der Frischluft wieder abgekühlt werden. Im Bild 2 sind einige technische Lösungsmöglichkeiten der Wärmerückgewinnung dargestellt. In der oberen Bildhälfte sind Rekuperatoren erkennbar. Beim Plattenwärmeübertrager werden Zu- und Abluftstrom aneinander vorbeigeführt und die Wärme über die Trennwände übertragen. Die Wärmeröhre, die mit Ammoniak gefüllt sein können, befinden sich jeweils zur Hälfte im Zuluft- bzw. Abluftstrom. Das Ammoniak zirkuliert in den Rohren und transportiert die Wärme aus dem Abluftstrom zum Zuluftstrom. Bei rekuperativen Zirkulationssystemen befindet sich ein Wärmeübertrager im Zuluftstrom und der andere im Abluftstrom. Beide sind mit einer Zirkulationsleitung verbunden, und das Zwischenwärmeträgermittel (z. B. Wasser), das umgewälzt wird, transportiert die Wärme von der Abluft- zur Zuluftseite. Mit einer Wärmepumpe kann eine zusätzliche Aufheizung erfolgen. In der unteren Bildhälfte sind zwei Vertreter der Regeneratoren dargestellt. Bei feststehenden Speichermassen müssen die Luftströme abwechselnd über Ventilatoren oder Klappen umgestellt werden, und bei rotierenden Speichermassen werden diese abwechselnd durch den Abluft- und den Zuluftstrom geführt.

Im Rahmen einer Feldprüfung wurden die vorgestellten Varianten untersucht. Die Ergebnisse wurden im vorangegangenen Beitrag dieses Heftes vorgestellt.

3. Ökonomische Bewertung von Wärmerückgewinnungsanlagen

Die wesentliche Aufgabe der Forschung und Entwicklung besteht darin, die effektivsten Lösungen der WRGA für den Stallbau auszuwählen und diese Anlagen technisch weiterzuentwickeln. Um dabei nach einheitlichen Gesichtspunkten vorzugehen, wurde eine Agrotechnische Forderung (ATF) „Wärmerückgewinnung“ erarbeitet. Neben den technologischen Vorgaben zur Gewährleistung des geforderten Stallklimas, den energetischen, technischen Kennziffern sowie den Kennziffern für Bedienung, Wartung und Instandhaltung enthält diese ATF eine Methode zur ökonomischen Bewertung. Die vorgeschlagene Bewertung basiert auf der Ermittlung der Aufwandskennziffern entsprechend dem Standard TGL 190-452 „Wirtschaftlicher Energieträgereinsatz“. Danach ergeben sich die jährlichen Aufwendungen (ohne Umlaufmittelbindung) zu:

$$aw_a = l \frac{q^n(q-1)}{q^n-1} + b_a = l r + b_a \quad (1)$$

$$r = \frac{q^n(q-1)}{q^n-1} \quad (2)$$

aw_a	M/a Aufwandskennziffer
b_a	M/a Betriebsaufwand
$b_a = m_a + k_w l_a q_k$	
l	M Investitionen
m_a	M/a Materialkosten und sonstige Kosten außer Abschreibung und Löhne
k_w	M/a Materialkosten für Wartung und Instandhaltung
l_a	M/a Lohnkosten
q_k	Konsumtionsfaktor
r	Reproduktionsfaktor
q	Akkumulationsfaktor ($q = 1,065$ entsprechend Standard TGL 190-452)
n	a normative Nutzungsdauer der Anlage.

Die Ermittlung der Aufwandskennziffern erfolgt unter Berücksichtigung der Kostenanteile für Bau, Lüftung, Zusatzheizung (z. B. mit Warmwasser) und Wärmerückgewinnung. Eine besondere Bedeutung hat bei den Berechnungen die Bestimmung der jährlichen Wärmemengen, die von der Zusatzheizung bzw. von der WRGA aufgebracht werden.

Durchgeführte Untersuchungen haben gezeigt, daß über die Aufwandskennziffer eine objektive Bewertung möglich ist. Eine Vergleichbarkeit verschiedener WRGA ist aber erst dann möglich, wenn von einheitlichen Randbedingungen ausgegangen wird, wie z. B.

- gleiche Tierart und gleicher Haltungsschnitt
- gleiche Stallgebäude
- gleiche Klimabedingungen innen und außen.

4. Schlußfolgerungen

Die Stallabluft stellt eine bedeutende Wärmequelle dar, die durch WRGA für die Stallheizung genutzt werden kann. Es gibt eine Reihe technischer Möglichkeiten, diese Wärmequelle zu nutzen.

Eine ökonomische Bewertung der verschiedenen WRGA ist notwendig, um Vorzugslösungen herauszuarbeiten. Die verschiedenen Systeme der regenerativen und rekuperativen Wärmerückgewinnung sind technisch weiterzuentwickeln und den Anforderungen des Stallbaus anzupassen. Vor allem sind in den nächsten Jahren die regelungstechnischen Probleme zu lösen. Die Bewertungsmethode ist dahingehend weiter zu vervollkommen, daß neben der rein kostenmäßigen Bewertung auch Gebrauchswerteigenschaften bei der Auswahl von Vorzugslösungen berücksichtigt werden.

A 4537

Getrennte Abführung von Kot und Harn aus Schweineställen

Dipl.-Ing. B. Heinlein/Dr. sc. techn. G. Hörnig, KDT

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

Dr. sc. agr. G. Rinno, Institut für Düngungsforschung Leipzig-Potsdam der AdL der DDR, Bereich Potsdam

1. Problemstellung

Bei der Bewirtschaftung von Schweineproduktionsanlagen ist die den volkswirtschaftlichen Anforderungen entsprechende Entsorgung der Anlagen von großer Bedeutung. So sind bei Rationalisierung, Rekonstruktion und Neubau vor allem folgende Forderungen zu erfüllen:

- effektiver Einsatz der im Produktionsprozeß anfallenden Rohstoffe, bei Gülle vor allem des Stickstoffs, des Phosphors und der organischen Substanz
- Einsparung an Investitionen, Energie und Arbeitskräften
- rationelle Wasserverwendung
- Beachtung des Umweltschutzes.

Der entscheidende Umstand, der all diesen Forderungen bei der Entsorgung von einstreulose bewirtschafteten Tierproduktionsanlagen entgegensteht, ist der örtlich konzentrierte Anfall großer Massen an Gülle, die technologisch nicht beherrschbar sind. Um

jedoch die großen arbeitswirtschaftlichen Vorteile der einstreulosen Tierhaltung auch in der Tierproduktion nutzen zu können, ist es erforderlich, den hohen Gülleanfall, der durch überwiegend unnötig den Exkrementen zufließendes Wasser entsteht, entscheidend zu reduzieren.

Durch die Abtrennung einer Kotfraktion bei einstreuloser Tierhaltung wird ein organischer Dünger erzeugt, der bei gleichem Stickstoffeinsatz je Hektar wie bei Gülle wesentlich mehr organische Substanz zuführt. Die Harnfraktion kann den Schlägen zugeführt werden, die keiner organischen Düngung bedürfen.

Besondere Bedeutung erlangt diese Problematik auf Anlagenstandorten in Erholungs- und Wasserschutzgebieten, in denen Gülle im Gegensatz zum Stallmist nicht oder nur eingeschränkt einsetzbar ist. Hier kann die Kotfraktion zu stallmistähnlicher Substanz aufbereitet werden.

2. Prinziplösung

Gegenüber bisher üblichen Verfahren der Gülleabführung aus dem Stall, bei denen Kot und Harn gemeinsam in einem Kanal gesammelt (Sammelkanal) und dann hydraulisch oder mechanisch abgeführt wurden, orientiert man bei der getrennten Abführung auf eine möglichst geringe Vermischung der getrennt anfallenden festen und flüssigen Komponenten der Tierexkreme. Zu diesem Zweck wurde unter Praxisbedingungen eine Anzahl von Versuchen durchgeführt, in deren Verlauf die Einflußfaktoren auf den Vermischungsprozeß analysiert werden konnten. Dabei wurden als Haupteinflußgrößen auf einen optimalen Trenneffekt folgende Kenngrößen ermittelt:

Betriebsparameter:

- Vorschubgeschwindigkeit des Räumeleinments
- Einordnung der Gülleabführung in den technologischen Tagesablauf