



Energieverbraucher im Schweinestall

Technische Einrichtungen zur Ventilation sind heutzutage fester Bestandteil jedes konventionellen Stallgebäudes für die Schweinehaltung. Bei Jungtieren sind neben den Lüftungskomponenten auch Heizungseinrichtungen Standard, um den Wärmebedürfnissen der Tiere in der Startphase des Wachstums gerecht zu werden.

Energieverbrauch und Kosten

Nach den Vorgaben des Gesetzgebers sind folgende Richtwerte einzuhalten (Tab. 1):

Tab. 1: Lufttemperaturbereich nach DIN 18 910-1 in °C und relative Luftfeuchte (%) in Schweineställen (KTBL 2005)

Produktionsrichtung	Einzeltiergewicht kg	Lufttemperaturbereich °C	Rechenwerte im Winter ¹⁾	
			°C	%
Jungsaunen, leere und niedertragende Sauen, Eber	> 50	10–18	16	80
Ferkelführende Sauen, im Ferkelbereich Zonenheizung ²⁾	> 100	12–20	18	80
Ferkelaufzucht und Mastschweine im Rein-Raus-Verfahren	10	26–22 ³⁾	24	70
	20–30	22–18 ³⁾	20	80
	40–50	20–16 ³⁾	18	80
	60–100	18–14 ³⁾	16	80
Mastschweine, kontinuierliche Mast	20–40	22–18	20	80
	40–100	20–16	18	80
	60–100	18–14	16	80

¹⁾ Werte gelten für einstreulose Ställe.

²⁾ Ferkelnesttemperatur von 32 °C auf 24 °C fallend.

³⁾ Lufttemperatur mit zunehmendem Alter der Tiere vom höheren auf den niedrigeren Wert senken.

Oft werden Investitionsentscheidungen nur vom Angebotspreis abhängig gemacht. Dabei wird nicht nur vernachlässigt, dass die Angebote für Lüftungsanlagen nur in den seltensten Fällen wirklich vergleichbar sind und ebenso selten die gleichen Leistungen enthalten. Es bleibt auch oft unberücksichtigt, dass bei Anlagen, die nahezu ganzjährig in Betrieb sind, die Betriebskosten dominierenden Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit haben. Nur Vollkostenrechnungen unter Berücksichtigung der Anschaffungs- und Betriebskosten liefern daher ein realistisches Bild über die tatsächlich zu erwartenden Kosten bei verschiedenen Handlungsalternativen.

Bei tendenziell sinkenden Produktpreisen wird auch in der Tierhaltung in allen laufenden Produktionsprozessen ständig nach Einsparungsmöglichkeiten gesucht. Wirkliche Einsparungen sind beim Austausch von Komponenten natürlich nur dann gegeben, wenn sich hierdurch der technische Aufwand vermindert. Dies macht sich dann auch in finanzieller bzw. arbeitswirtschaftlicher Hinsicht bemerkbar. Bei der Diskussion über monetäre Einsparungen im Bereich der Lüftungs- und Heiztechnik muss jedoch zwischen den folgenden drei Ebenen unterschieden werden:

- Physikalisches Einsparpotenzial der Techniken durch andere Funktionsprinzipien
- Physikalisches Einsparpotenzial durch sparsamere (bedarfsgerechte) Betriebsweise
- Monetäre Einsparung durch günstigen Einkauf von Betriebsmitteln (Energieträgern)

Der Einsatz von Heiz- und Elektroenergie ist in der Tierhaltung zwangsläufig mit erheblichen Kosten verbunden (Tab. 2).



Tab. 2: Energieverbrauch in zwangsgelüfteten Schweineställen (AEL 1993a,b, KTBL 2005)

Verbrauch	insgesamt kWh/Jahr	Elektroenergie				Sonstige Energie Heizung kWh/Jahr
		Reinigung	Beleuchtung %	Fütterung	Lüftung	
Je Mastschweineplatz	20	1	16	9	74	10
Je Sauenplatz	100	4	35	2	59	bis 200

Die energiepolitischen Rahmenbedingungen haben auf die Preisrelation der konkurrierenden Energieträger einen großen Einfluss. Tabelle 3 verdeutlicht, wie energieintensiv die Bereiche Ferkelerzeugung und Schweinemast sind. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich hinter den genannten Mittelwerten sehr große einzelbetriebliche Spannweiten verbergen.

Tab. 3: Durchschnittlicher Verbrauch von Elektroenergie (kWh) und Anteile (%) in verschiedenen Bereichen der Ferkelerzeugung und Schweinemast. Daten sind Durchschnittswerte aus Betriebserhebungen in Niedersachsen (HEA 1991)

Energieblock	Produktionsrichtung	
	Schweinemast Energieverbrauch [kWh/(Tierplatz und Jahr)] 60	Ferkelerzeugung 400
	davon Anteil in %	
Futteraufbereitung und Fütterung	25	12
Entmistung	4	1
Reinigung	3	1
Beleuchtung	3	5
Ferkelnebeheizung	-	70
Lüftungsanlage	65	11

Beratung und Praxis interessieren sich bei steigenden Energiepreisen sehr stark für folgende Fragen, die im Weiteren betrachtet werden sollen:

- Wie wirken sich wärmetechnische Zusammenhänge auf die Tiere aus?
- Welche technischen Lösungen haben sich bei den Tieren bewährt und welchen energetischen Wirkungsgrad haben die eingesetzten Komponenten?
- Wie können Verluste beim Umgang mit Energie vermieden und wie kann die Effizienz beim Umgang mit Energie gesteigert werden?



Heiztechniken und Heizungssysteme

Ist es sinnvoll, das Wärmedefizit durch eine Heizung auszugleichen, muss man sich zwischen Raum- und Zonenheizungssystemen entscheiden? Kennzeichen der Raumheizungssysteme ist, dass sie die gesamte Raumluft aufheizen und nicht eine spezielle Zone, z. B. einen vorgegebenen Ruhebereich der Tiere.

Bei der Wahl des Heizungssystems muss man sich nach den drei wesentlichen Kriterien orientieren:

- Wie kann man sich am günstigsten den physiologischen Anforderungen der Tiere anpassen?
- Welches Verfahren passt schlüssig in das Betriebskonzept (Gas, Öl, Elektroenergie)?
- Welches System verursacht dabei die geringsten Vollkosten?

Die Vielfalt der technischen Möglichkeiten erschwert eine systematische Zusammenstellung und Einordnung der verschiedenen in der Tierhaltung eingesetzten Heizungsverfahren. Die Tabellen 4 und 5 versuchen einen derartigen Überblick anzubieten. Dabei wird unterschieden, welche Energiequelle auf der Stallebene zum Einsatz kommt, wie die Wärme bis zum Abteil gelangt und auf welchem physikalischen Prinzip die Hauptwirkung für die Tiere beruht.

Tab. 4: Raumheizungsvarianten in Schweineställen

Merkmal	Energiequelle		
	Heizöl (Brenner) Erdgas (Brenner) Flüssiggas (Brenner) Abwärme (z. B. BHKW ¹⁾)	Direkte Verbrennung von Gas ohne Abfuhr der Rückstände	Verbrennung von Gas oder Heizöl mit Abfuhr der Rückstände
Transport und Verteilungs- medium	Warmwasser - Deltarohre - Eisenrohre - Heizkörper	Luft - Gaskanone - Gaskonvektor	Luft - Gebläsekonvektor - Warmluftgebläse
Vorrangiges Prinzip	Konvektion (Transport von thermischer Energie)	Direkte Lufterwärmung (Erhöhung der Enthalpie, d.h. der thermischen Energie)	

¹⁾ Blockheizkraftwerk auf der Basis von Biogas, Heizöl, Rapsöl.

Tab. 5: Zonen-Heizungsvarianten in Schweineställen

Merkmal	Energiequelle		
	Heizöl (Brenner) Erdgas (Brenner) Flüssiggas (Brenner) Abwärme (z. B. BHKW ¹⁾)	Strom	Strom - Infrarotstrahler Flüssiggas - Gasstrahler
Transport und Verteilungs- medium	Warmwasser - Fußboden	Strom - Fußboden	Strahlung
Vorrangiges Prinzip	Konduktion (Wärmeleitung)		Radiation (Wärmestrahlung)

¹⁾ Blockheizkraftwerk auf der Basis von Biogas, Heizöl, Rapsöl.

Warmwasser-Heiztechniken. An dieser Stelle sollen nur die speziellen Vor- und Nachteile der weit verbreiteten Warmwasser-Zonenheizungsverfahren betrachtet werden. Klassisches Beispiel für dieses Heizverfahren ist das Ferkelnest mit Warmwasser-Fußbodenheizung in der Abferkelbucht. Mit zunehmender zeitlicher Auslastung der Heiztechnik und größer werdenden Tierbeständen gewinnen diese Zonenheizungsverfahren ökonomisch an Vorzüglichkeit. Auch die Nutzungsmöglichkeit von Abwärme, z. B. von Blockheizkraftwerken (BHKW), ist bei steigenden Energiepreisen und den Netz-Einspeisungsvergütungen für die Landwirtschaft ein wichtiges Argument für die Warmwasser-Heiztechniken.

Liegeverhalten. Derartige Zonenheizungen bieten eine Strukturierung des Aufenthaltsbereichs der Tiere mit geschlossenen Liegezonen. Die Verschmutzungsgefahr ist gering, wenn die beheizten Zonen



Abb 2: Liegeverhalten der Ferkel im Ferkelnest als Indikator für die richtige Ferkelnest-Temperatureinstellung (AEL 1996 b)

nicht am Buchtenrand und nicht im Tränkebereich angeordnet sind. Untersuchungen in der Ferkelaufzucht belegen, dass die Raumtemperaturen gesenkt werden können, wenn im Liegebereich ausreichend Wärme angeboten wird. Hierdurch konnten die Wärmeverluste durch die Lüftung vermindert und eine erhebliche Verbesserung der Luftqualität erreicht werden. Um das Wärmeangebot bedarfsgerecht zu steuern, kann der Verlauf der Liegeflächentemperaturkurven

eingestellt werden. Am wichtigsten für die tägliche Temperatursteuerung ist jedoch die Beobachtung des Liegeverhaltens der Tiere (Abb. 2).

Elektrische Verbraucher im Stall

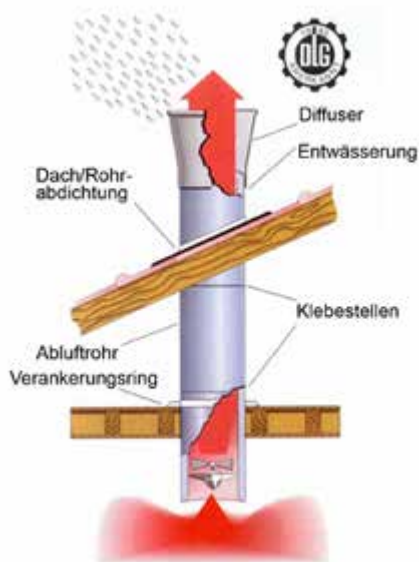


Abb. 3: Prinzipskizze einer typischen oberflurseitigen dezentralen „Ablufteinheit“ (FRANKE und BÜSCHER 2002)

Wie zum Teil schon in Tabelle 1 aufgeführt, lässt sich der Verbrauch an elektrischer Energie in Tierställen den folgenden Verbrauchergruppen mit sehr unterschiedlicher Bedeutung zuordnen:

- Lüftung
- Fütterung
- Beleuchtung
- Entmistung
- Reinigung
- Produkttransport, -sortierung
- Prozesssteuerung

Lüftungsanlagen

Bei den Lüftungsanlagen in Tierställen wurden in den letzten Jahren hauptsächlich Unterdrucksysteme eingesetzt. Dabei stellt sich immer wieder die Frage nach zentraler oder dezentraler Abluftführung. Derzeit geht der Trend mehr zu dezentralen Lösungen. Der Grund sind größere Stallabteile und einfachere Regelungsmöglichkeiten. Zentrale Abluft-

führungen können bei der Emissionsschwerpunktbildung, beim Einsatz von Wärmerückgewinnungsanlagen und bei der Gebäudegestaltung Vorteile haben. Die Dimensionierung des Abluftkanals ergibt sich aus der Gesamtleistung aller angeschlossenen Abteile. Üblicherweise werden Axialventilatoren in Rundkaminen zur Absaugung der Raumluft unterhalb der Stalldecke eingesetzt (Abb. 3).

Fütterung und weitere Elektroverbraucher

Der Futtertransport erfolgt in den meisten Betrieben, die mit Trockenfütterung arbeiten, automatisch mithilfe von elektromotorisch getriebenen Ketten- oder Seilförderern. In der Schweinemast werden häufig Flüssigfütterungsanlagen eingesetzt, bei denen auch das Wasser mit durch die Leitungen transportiert wird. Nur noch selten erfolgt die Futteraufbereitung im eigenen Betrieb; üblicherweise werden zugekaufte Fertigmischungen eingesetzt. Wenn eigenes Getreide im Betrieb verarbeitet wird, erfolgt dies



hauptsächlich mit elektromotorisch getriebenen Hammermühlen. Nur wenige Betriebe verfügen über computergesteuerte Mahl- und Mischanlagen, um sich eigenes „Fertigfutter“ zu mischen.

Beleuchtung

Für die Beleuchtung sind die Vorgaben des Tierschutzes zu beachten. So fordert die Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (2006) eine tägliche Einschaltdauer von 8 Stunden mit 80 Lux. Das entspricht beim Einsatz von Leuchtstoffröhren einem Leistungsbedarf von etwa 5,5 W/m² (AEL 1996 a).

Entmistung

Die Technik der Entmistung ist abhängig vom eingesetzten Haltungsverfahren. Bei der Flüssig-Entmistung kommen elektromotorisch getriebene Dickstoffpumpen für den Transport und teilweise auch für die Homogenisierung zum Einsatz. In großen Lagerbehältern außerhalb des Stalles wird der Flüssigmist überwiegend mit mechanischen Rührwerken über Schlepperantrieb homogenisiert.

Reinigung

Die Reinigung der Stallabteile erfolgt üblicherweise mit elektrisch angetriebenen Hochdruckreinigern. Diese Geräte sind hinsichtlich Bauart und elektrischer Leistungsaufnahme in der Praxis relativ einheitlich vertreten.

Prozesssteuerung

Für die Prozesssteuerung können konstante Werte bei zentraler Steuerung der Bereiche Fütterung und Lüftung angesetzt werden. Es wird von einer Leistungsaufnahme zwischen 50 und 100 W für jeden gängigen Prozesscomputer oder PC ausgegangen.

Technische Möglichkeiten zur Einsparung

An dieser Stelle soll nur auf einige wenige Aspekte der Elektroenergie beispielhaft eingegangen werden.

Lüftungsanlagen. Hinsichtlich des Energiekonsums von Lüftungsanlagen sollten Steuergerät und Ventilator im Verbund betrachtet werden, da beide Komponenten unterschiedliche Wirkungsgrade haben. Die Steuerspannungen können elektronisch (mit Phasenanschnitt-Steuerungen) oder elektrisch (mit Transformator-Steuerung) erzeugt werden. Anschaffungspreis und Wirkungsgrad dieser beiden Verfahren verhalten sich gegenläufig. Der Energiekonsum von Transformator-Steuerungen ist bei gleichen Ventilatoren und gleicher Luftleistung geringer, der Anschaffungspreis jedoch höher als bei Phasenanschnittsteuerungen. Ähnlich ist der Vergleich zwischen 230- bis 400-Volt-Anlagen. 400-Volt-Anlagen haben einen besseren Wirkungsgrad, sie sind jedoch teurer in der Anschaffung als 230-Volt-Anlagen. Diese Faktoren sollten bei der Kaufentscheidung berücksichtigt werden.

Ventilatoren. Das Kernstück von Zwangslüftungsanlagen sind die Ventilatoren. Sie fördern den notwendigen Luftvolumenstrom, abgestimmt auf die verschiedenen Jahreszeiten. In der Praxis werden fast ausschließlich Axialventilatoren eingesetzt. Die Ventilatorbauart hat einen großen Einfluss auf den Strombedarf. Die geforderte Druckstabilität entscheidet, ob ein Schnell- oder Langsamläufer eingesetzt wird. Entscheidend für die Leistung ist weiterhin die Anzahl der Flügel, deren Anstellwinkel sowie der Wirkungsgrad. Einen besonders günstigen Wirkungsgrad haben „Etavent Energiesparventilatoren“. Eine veränderte Antriebstechnik sorgt bei diesem Ventilatortyp im Teillastbereich für eine wesentlich geringere Stromaufnahme als bei den herkömmlichen Ventilatoren (Abb. 4). Es kann sich eine Energieeinsparung von 30–50 % ergeben. DLG-Prüfberichte geben hier wertvolle Entscheidungshilfen (DLG 2003).

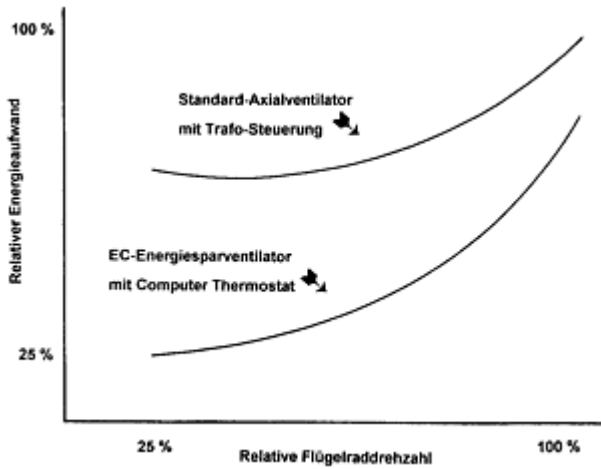


Abb. 4: Energieaufwand für den geförderten Luftvolumenstrom bei einem Standard-Axialventilator und einem EC Etavent-Energiesparventilator

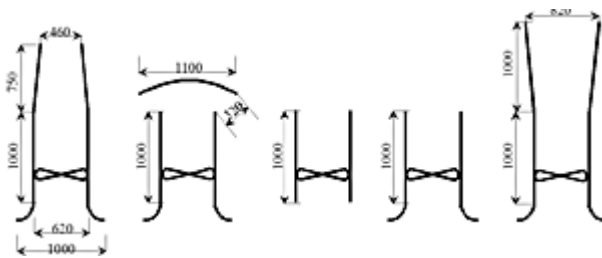


Abb. 5: Strömungstechnisch günstige Abluftgestaltung steigert den Luftdurchsatz und senkt die Stromkosten (Maßangaben in der Skizze in mm) (PEDERSEN 2000)

In kleinen Stall-Abteilen werden Einzelabteil-Steuergeräte, meist Phasenanschnitt-Steuergeräte, mit zentraler Frischluftversorgung über den Zentralgang und dezentraler Abluftführung über Dach eingesetzt. In der Regel reicht dort ein Abluftventilator für die Abfuhr der Raumlasten eines Abteils im Sommer aus. In den größeren Ställen kommen leistungsstärkere Ventilatoren und Steuergeräte zum Einsatz. Der elektroenergetische Wirkungsgrad der Gesamtanlage kann durch die größeren technischen Auswahlmöglichkeiten, z.B. an Steuerungstechniken, Gruppenschaltung von Ventilatoren, Ventilatoren mit größerem Durchmesser wesentlich günstiger sein. Daher ist es wichtig, bei der Planung nicht nur auf die Vermeidung hoher Strömungswiderstände, sondern gleichermaßen auf die Wirkungsgrade der eingesetzten Steuergeräte und Ventilatoren zu achten.

Diffusoren (Abb. 5) stellen strömungstechnisch „allmähliche Querschnittserweiterungen“ der Abluft dar. Sie können als Abschlusselemente eingesetzt werden und verringern durch ihre Bauart den Widerstand. Sie haben einen etwas größeren Durchmesser als das Abluftrohr und vergrößern die Luftaustrittsöffnung um 20–30 %.

Einströmdüsen sorgen für einen leichteren Eintritt der Abluft in das Rohr, dadurch dass sie an den Eintrittsöffnungen abgerundet sind. Der Druckgewinn durch beide Maßnahmen kann unter Vollast bis zu 30 Pa betragen.

Merkmal	Einheit	Drehzahl [1/min]				
		821	814	790	805	832
Leistungsaufnahme	W	390	390	403	401	378
Volumenstrom	m ³ /h	4870	5090	6620	7410	10930
	%	68	71	100	109	127
Spezifischer Volumenstrom	m ³ /kWh	15050	15620	21390	23470	28920
	%	70	73	100	110	135
Spezifische Leistungsaufnahme	W/(1000 m ³ · h)	66,4	64,1	46,8	42,6	34,6
	%	142	137	100	91	74



Literatur

- AEL (1993a): Stalllüftungsanlagen - Planung, Berechnung, Installation Arbeitsgemeinschaft für Elektrizitätsanwendung in der Landwirtschaft. Heft 8
- AEL (1993b): Stalllüftung mit Ventilatoren. Arbeitsgemeinschaft für Elektrizitätsanwendung in der Landwirtschaft. Heft 14
- AEL (1996 a): Beleuchtung im landwirtschaftlichen Betrieb. Arbeitsgemeinschaft für Elektrizitätsanwendung in der Landwirtschaft. Merkblatt 7
- AEL (1996 b): Wärmesysteme für Ferkel im Praxisvergleich. Arbeitsgemeinschaft für Elektrizitätsanwendung in der Landwirtschaft. Merkblatt 28
- DLG Arbeitsunterlage (2003): Lüftung von Schweineställen. DLG-Verlag, Frankfurt
- DIN 18 910-1 (2004): Wärmeschutz geschlossener Ställe, Wärmedämmung und Lüftung - Planung und Berechnungsgrundlagen - Teil 1, (Beuth Verlag, GmbH, Berlin)
- Franke, G.; W. Büscher (2002): Forderungen der Schweine an gute Lüftungs- und Heizungsanlagen. In: BFL-Sonderausgabe „Praxisgerechte Mastschweinhaltung – Was Schweine wirklich wollen“. Landwirtschaftsverlag Münster
- HEA - Hauptberatungsstelle für Elektrizitätsanwendung e.V. (1991): Elektrische Energie im landwirtschaftlichen Betrieb, Planungsdaten und Beispiele. HEA, Frankfurt
- KTBL (2005): Faustzahlen für die Landwirtschaft. Darmstadt
- Pedersen, S. (2000): Zu- und Abluftführung aus dänischer Sicht. Tagungsschrift des Förderkreis Stallklima 1999, Tagung in Iden, Landwirtschaftskammer Hannover
- TierSchNutzTV (2006): Verordnung zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere und anderer zur Erzeugung tierischer Produkte gehaltener Tiere bei ihrer Haltung (Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung – TierSchNutzTV), BGBl. I. S. 2044ff, i. d. F. d. B. vom 31.08.2006

Autoren

Prof. Dr. Wolfgang Büscher, Institut für Landtechnik, Bonn

Quelle

Büscher, W. (2006): Energieverbraucher im Stall und Einflüsse der Klimatechnik auf Leistung und Gesundheit bei Schweinen und Geflügel. In: Energieversorgung in Geflügel- und Schweineställen, KTBL-Schrift 445, KTBL, Darmstadt, S. 30–42 (Ergänzt 2007 Fritzsche, St.)

Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL)

Bartningstraße 49 | 64289 Darmstadt
Telefon: +49 6151 7001-0 | Fax: +49 6151 7001-123
E-Mail: ktbl@ktbl.de | www.ktbl.de

Eingetragen im Vereinsregister beim Amtsgericht Darmstadt,
AktENZEICHEN 8 VR 1351

Vereinspräsident: Prof. Dr. Thomas Jungbluth
Geschäftsführer: Dr. Heinrich de Baey-Ernsten
Verantwortlich im Sinne des Presserechts: Dr. Heinrich de Baey-Ernsten

Diese Information wurde vom KTBL und den Autoren nach bestem Wissen und Gewissen zusammengestellt. Das KTBL und die Autoren übernehmen keine Gewähr für Aktualität, Vollständigkeit und Fehlerfreiheit der bereitgestellten Inhalte. Herausgegeben mit Förderung des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

© 2009 Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. Nachdruck nur mit Quellenangabe.