

durch Zeitverschiebung technologischer Prozesse im Rahmen der praktischen Gegebenheiten als auch durch Intervallbetrieb der Lüftung geglättet werden. Die unbedingte Abrechnung nach dem Großabnehmertarif (GLL) ermöglicht im Gegensatz zum Mengentarif (TLM) eine optimale Gestaltung der Elektroenergiekosten.

Die große energiewirtschaftliche Bedeutung und die aus solchen Bemühungen resultierenden ökonomischen Auswirkungen sind im Bild 4 erläutert [2, 3].

In der 1930er-MVA Leezen wurde ein Jahresenergieverbrauch von

$E_{\text{Elit}} = 1314 \text{ MWh/a}$  bei einer maximalen Leistungsaufnahme von  $P_{\text{max}} = 270 \text{ kW}$  gemessen. Mit einer Benutzungszeit der Höchstlast von

$T_{P_{\text{max}}} = E_{\text{Elit}}/P_{\text{max}} = 4867 \text{ h/a}$ , die gemäß Bild 4 einem Mischpreis von  $K_M = 7,4 \text{ Pf/kWh}$  entspricht, erbringt der GLL in diesem konkreten Fall gegenüber dem TLM eine jährliche Einsparung von rd. 100 000 M. Der offensichtliche Vorteil dieses Abrechnungsverfahrens schließt die Forderung nach konsequentem Abbau der Leistungsspitzen ein, da sie stark in die Elektroenergiekostenermittlung eingehen. Der Vergleich mit den Projektwerten der 1930er-MVA verdeutlicht das. Bei Anwendung des GLL ergeben lt. Projekt der Elektroenergieverbrauch von jährlich  $E_{\text{Elit proj.}} = 1582 \text{ MWh/a}$  und die maximale elektrische Leistungsanspruchnahme  $P_{\text{max proj.}} = 380 \text{ kW}$  einen Mischpreis von  $K_M = 8,4 \text{ Pf/kWh}$ . Gegenüber den vorgenannten gemessenen Werten würde sich somit eine Erhöhung der Elektroenergiekosten von  $\Delta K \approx 36000 \text{ M/a}$  ergeben, die aus dem Mehrverbrauch von  $\Delta E_{\text{Elit}} = 268 \text{ MWh/a}$  sowie einer Erhöhung der Leistungsspitze von  $P_{\text{max gem}}$

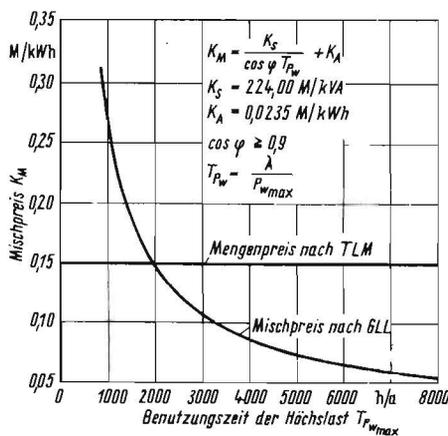


Bild 4. Mischpreis bei Großabnehmertarif (GLL) in Abhängigkeit von der Benutzungszeit der Höchstlast (maximale Wirkleistung) für den Leistungsfaktor  $\cos \varphi = 0,9$ ;

$K_S$  Scheinleistungspreis in M/kVA

$K_A$  Arbeitspreis in M/kWh

$\lambda$  elektrische Arbeit in kWh/a

$P_{w_{\text{max}}}$  maximale Wirkleistung in kW

= 270 kW auf  $P_{\text{max proj.}} = 380 \text{ kW}$  und dem damit verbundenen, um  $\Delta K = 1 \text{ Pf/kWh}$  höheren Mischpreis resultiert.

Im Interesse der zwingenden Anwendung des Sparsamkeitsprinzips sollte jeder Anlagenbetreiber diese einfachen Überlegungen umsetzen, sofern das nicht bereits geschehen ist.

#### 4. Schlußfolgerungen

Die Senkung des Elektroenergieverbrauchs der Stalllüftung muß durch Anwendung neuer

Lüftungssysteme forciert werden. Verringerungen des Elektroenergieverbrauchs von etwa 30% gegenüber dem herkömmlichen SL-System sind für das kombinierte Lüftungssystem meßtechnisch nachgewiesen.

Die praktischen Erfahrungen des reduzierten Betriebs der Stalllüftung in der 1930er-MVA Leezen sollten als Vorstufe eines exakten Intervallbetriebs für die Übergangsphase genutzt werden, zumal eine erkennbare Minderung der tierischen Leistung nicht festzustellen war.

Die Mechanisierung solcher Prozesse, wie Fütterung, Milchkühlung, Entmischung, Güllelagerung u. a., hat sich aus energiewirtschaftlicher Sicht als ausgereift erwiesen. Im Ergebnis der Prozeßanalyse ist ferner zu verzeichnen, daß über die gesamte Heizperiode eine Überheizung der Ställe sowie der Sozial- und Nebenräume zu verzeichnen war. Durch konstruktive Veränderungen des Heizungssystems und Änderung der Betriebsweise ist eine Senkung des Brennstoffverbrauchs bis zu etwa 25% möglich. Auf diese Probleme wird in einem späteren Artikel eingegangen.

#### Literatur

- [1] Energiewirtschaftliche Untersuchung industriemäßiger Tierproduktionsanlagen. FZM Schlieben/Bornim, 1978 (unveröffentlicht).
- [2] Energie-Tarif-Bestimmungen. VVB Energieversorgung. Gültig ab 1. Jan. 1976.
- [3] Rationelle Energieanwendung — ein Beitrag zur Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion. Ing.-Büro für Energetik Rostock-Sievershagen, Broschüre 1973. A 2524

## Elektrowärmegeräte für Ferkelliegeflächen in Schweineproduktionsanlagen

Dr.-Ing. M. Haidan, KDT, VEB Landtechnische Industrieanlagen Cottbus, Sitz Neupetershain  
Dipl.-Ing. W. Fischer, VEB Elektrokeramische Werke Sonneberg

### 1. Problemstellung

In der Phase zwischen der Geburt und dem Absetzen vom Muttertier werden Muttersauen und Saugferkel gemeinsam in Abferkelbuchten [1] gehalten. Unterschiedliche Anforderungen von Sauen und Ferkeln an die Stalltemperatur führen zur Herausbildung unterschiedlicher Temperaturzonen im Buchtenbereich. Während für Sauen Stallinnentemperaturen über  $25^\circ\text{C}$  möglichst zu vermeiden sind [2], benötigen Ferkel am ersten Lebenstag eine Umgebungstemperatur von  $32^\circ\text{C}$  bis  $36^\circ\text{C}$  [3]. Daher ist es erforderlich, dem unmittelbaren Aufenthaltsbereich der Ferkel in der Abferkelbucht bei Haltungsförmigkeiten mit Einstreu, vor allem jedoch bei einstreulosen Haltungsförmigkeiten auf planbefestigten Fußböden oder Spaltenböden, zusätzliche Wärmeenergie zuzuführen. Grundsätzliche technische Möglichkeiten dafür sind:

- Infrarotstrahlungserwärmung<sup>1)</sup> auf der Basis elektrischer oder mit Gas betriebener Geräte
- Warmwasser- oder Dampfheizung
- elektrische Heizung.

Diese Wärmegeräte können wie folgt angeordnet sein:

- im Fußboden des Ferkelliegebereichs als Fußbodenheizung
- in Elementen, die um die Ferkelliegefläche herumgestellt sind
- von oben auf den Ferkelliegeplatz wirkend.

Aus der nationalen und internationalen Literatur sind vielfältige konkrete Lösungen für die Wärmezuführung auf Ferkelliegeflächen bekannt. Sie werden in [2] und [4] näher erläutert. Daraus geht hervor, daß gegenwärtig von oben wirkende elektrische Infrarotstrahlungsgelände und elektrische Fußbodenheizungen in verschiedenen Ausführungen am häufigsten eingesetzt sind. Die wenigen bekannten Versuchsergebnisse über Ferkelleistungen und -verluste im Vergleich zwischen Infrarotstrahlern und elektrischen Fußbodenheizungen weisen geringfügige Vorteile für die elektrischen Fußbodenheizungen aus. Auch ökonomische Vorteile unterstreichen diese Entwicklungsrichtung [5].

In der DDR sind seit dem Jahr 1968 elektrische Fußbodenheizungen für Ferkelliegeflächen im Einsatz. Nachfolgend werden Grundlagen zur Gestaltung derartiger Heizungssysteme abgeleitet, bisher angewendete technische Lösungen vorgestellt und Einsatzhinweise gegeben.

### 2. Grundlagen

Elektrisch beheizte Ferkelliegeflächen müssen in die verschiedenen technologischen Möglichkeiten der Haltung ferkelführender Sauen eingeordnet sein.

#### 2.1. Größe der beheizten Fläche

Nach [4] wird empfohlen, die beheizte Fläche in den Abmessungen  $1200 \text{ mm} \times 600 \text{ mm}$  bei 28tägiger Säugezeit auszuliegen. Eigenen Erfahrungen zufolge genügt diese Fläche auch bei 35tägiger Säugezeit. Abmessungen von  $700 \text{ mm} \times 500 \text{ mm}$  haben sich als nicht ausreichend erwiesen.

Die Einordnung der Ferkelliegefläche in die Abferkelbucht muß so vorgenommen werden, daß Erkrankungen der Muttersau wegen zu hoher Wärmestrahlung nicht auftreten.

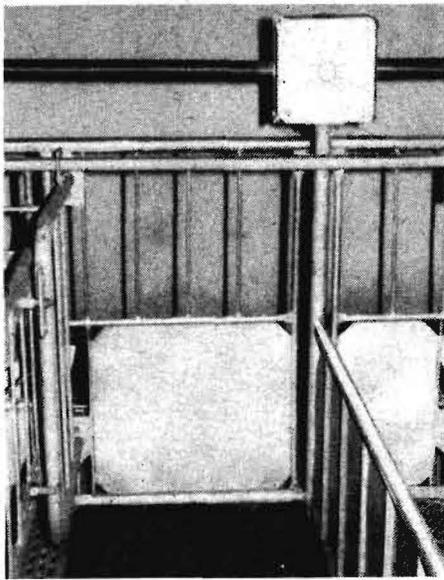


Bild 1. Leitungsführung in Stahlpanzerrohr und Sicherungskasten bei elektrisch beheizten Liegeflächen für die bodenferne Haltung

## 2.2. Oberflächentemperatur

Ferkel müssen bei biologisch neutraler Temperatur gehalten werden. Sie beträgt an den ersten beiden Lebenstagen etwa 35°C, ab 3. bis 10. Lebenstag etwa 30°C [6] und variiert dabei in Abhängigkeit von der Geburts- und Körpermasse der Ferkel [3].

Nach Standard TGL 29084 [7] sind für die Ferkelhaltung die in Tafel 1 zusammengestellten Klimakomponenten zu sichern. Folgende Grenzwerte geben Hinweise zur erforderlichen Funktionssicherheit der Temperaturregeleinrichtungen für die Oberflächentemperatur der Ferkelliegefläche:

- Tiefe Umgebungstemperaturen im Bereich von 10°C bis 15°C können von 24 Stunden alten Ferkeln nicht länger als 2 Stunden toleriert werden [6].
- Im Alter von 3 bis 4 Tagen sind Ferkel gegen zu hohe Temperaturen besonders anfällig. In dieser Situation ertragen sie Umgebungstemperaturen von 40°C maximal 2 Stunden [6].

Ausschlaggebend für diese Reaktionen sind direkte Beziehungen zwischen Umgebungstemperatur und Gesamtstoffwechsel in Verbindung mit geringen Energiereserven der Ferkel. Aus praktischen Erfahrungen geht hervor, daß zu warme Liegeflächen von den Ferkeln häufiger bekotet werden. Gleiche Verhaltensweisen können bei zu geringen Tem-

peraturdifferenzen zwischen der beheizten Ferkelliegefläche und den angrenzenden Flächen auftreten.

Nach [6] dürfen Ferkel nicht permanent Umgebungstemperaturen von 30°C bis 35°C ausgesetzt sein, sondern müssen zwischenzeitlich Bereiche mit darunterliegenden Umgebungstemperaturen aufsuchen können.

## 2.3. Oberflächengestaltung

Den spezifischen Anforderungen der Ferkel in den ersten Lebenstagen entsprechend ist ein tragbarer Kompromiß zu finden, und zwar zwischen einer ausreichend griffigen Oberfläche, die auch den zum Grätschen neigenden Ferkeln genügend Halt bietet, und einer nicht rauen, ohne scharfe Kanten und stets abgerundet ausgebildeten Oberfläche, die dem Entstehen von Hautabschürfungen besonders im Karpal- und Fesselbereich sowie in der Sprunggelenkgegend entgegenwirkt.

Praktische Erfahrungen zeigen, daß Betonliegeplätze zu rauh sowie Flächen mit Vinoflexanstrich oder mit Polyesterbeschichtung zu glatt sind [2]. Eine Beschichtung mit Gemischen aus Polyester und Gummischrot kommt dem oben geforderten Kompromiß zwar nahe, sie wird jedoch durch den Spieltrieb der Ferkel nach mehrjähriger Nutzung völlig zerstört.

## 2.4. Energieverbrauch

Volkswirtschaftlichen Erfordernissen entsprechend ist der Verbrauch an elektrischer Energie stets auf das unbedingt notwendige Minimum zu reduzieren. Bei elektrisch beheizten Ferkelliegeflächen sind dazu folgende Maßnahmen erforderlich:

- Vermeidung der Wärmeabgabe an den Außenflächen des Heizbausteins, die nicht dem direkten Tierkontakt ausgesetzt sind, durch zweckmäßigen Einsatz von Isolierstoffen
- konsequente Einhaltung der in Tafel 1 angegebenen Temperaturbereiche durch dafür ausgelegte Regeleinrichtungen.

## 3. Elektrisch beheizte Ferkelliegeflächen des VEB Elektrokeramische Werke Sonneberg (EKS)

Eingeordnet in die Entwicklungstendenzen der Haltungstechnik für ferkelführende Sauen wurde zunächst eine elektrisch beheizte Ferkelliegefläche für die Haltung auf planbefestigten Fußböden konzipiert und in die Serienfertigung des VEBEKS übergeleitet. Mit der Anwendung der bodenfernen Haltung auf Spaltenböden war es notwendig, eine dafür

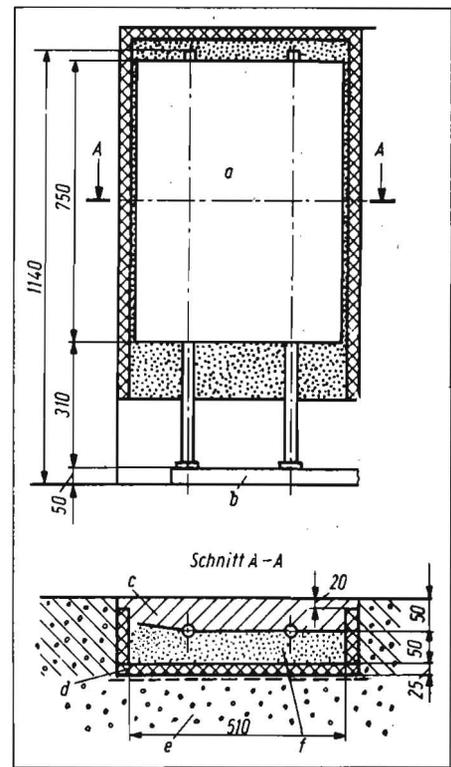


Bild 2. Schematische Darstellung der Ferkelliegefläche für die Haltung auf planbefestigten Fußböden:  
a Wärmeleitblech, b Abdeckkasten, c Zementestrich (B 225), abgerieben, mit Dichtungsmittelzusatz oder Estrich und Spaltklinker, d zementgebundene Holzwolleleichtbauplatte, e Unterbeton (B 80), f trockener Kies oder Schamotte

weiterentwickelte Ausführung bereitzustellen.

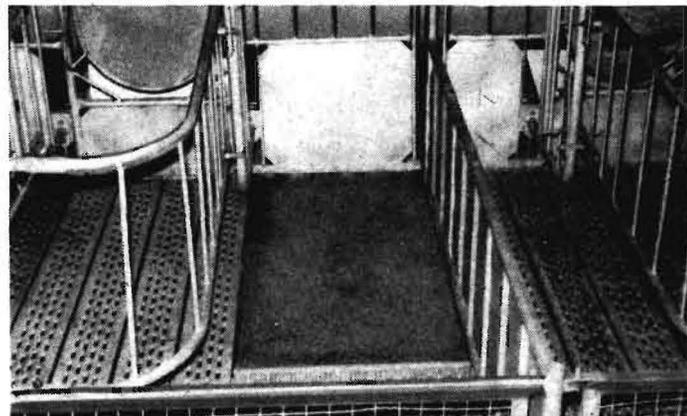
Elektrisch beheizte Ferkelliegeflächen bestehen aus folgenden Teilsystemen:

- Energieversorgung
- Heizung
- Temperaturregelung.

### 3.1. Energieversorgung

Aus Gründen der Sicherheit für Mensch und Tier werden die elektrisch beheizten Ferkelliegeflächen des VEBEKS gegenwärtig mit der Schutzkleinspannung von 24 V betrieben. Diese wird über Drehstrom-Schutztransformatoren 380/24 V Dy 5, 4 kVA bzw. 2,5 kVA, bereitgestellt. Für diese Transformatoren ist ein besonderer Betriebsraum in den Abmessungen

Bild 3. Elektrisch beheizte Liegefläche als Baustein bei der bodenfernen Haltung auf Vollspaltenboden



Tafel 1. Forderungen an die Temperatur und Luftfeuchte im Abferkelstall [7]

Produktionsstufe	Stalllufttemperatur		relative Luftfeuchte		
	unterer Grenzwert °C	Optimalbereich <sup>1)</sup> °C	unterer Grenzwert %	oberer Grenzwert %	Optimalbereich %
Ferkel bis 2 Wochen	28 <sup>2)</sup>	30...33 <sup>2)</sup>	40	85	60...80
Ferkel über 2 bis 4 Wochen	24 <sup>2)</sup>	26...30 <sup>2)</sup>	40	85	60...80
Ferkel über 4 bis 8 Wochen	20	22...26	40	85	60...80
ferkelführende Zuchtsauen	18	19...21	40	85	60...80

1) bei Einstreuhaltung dürfen Temperaturen um 2 K tiefer angesetzt werden  
2) als Zonenbeheizung auf der Ferkelliegefläche

von etwa 2 m × 1,5 m erforderlich, der projektseitig so in das jeweilige Objekt eingeordnet sein muß, daß kurze Zuleitungen zu den Buchten möglich sind. Die Spannungszuführung im Stall erfolgt bei der Haltung auf planbefestigten Fußböden entlang dem Futtergang in einem geschlossenen Kabelkanal unterhalb der Buchten und führt zu dem an der Bucht befestigten Sicherungskasten. Er ist für die Aufnahme der elektrischen Sicherungen und der Heizungsanschlüsse ausgelegt. Bei der bodenfernen Haltung erfolgt die Spannungszuführung über der Vorderwand der Abferkelbucht 044 in dort entlanggeführtem Stahlpanzerrohr zu den auf den Buchtenpfosten befestigten Sicherungskästen (Bild 1). Bedingt durch die geringe Spannung von 24 V und die dadurch relativ hohe Stromstärke müssen Zuleitungen mit 50 mm<sup>2</sup> Cu verwendet werden.

### 3.2. Heizung

Bei der Haltung auf planbefestigten Fußböden ist die elektrisch beheizte Liegefläche in den Unterbeton der Buchtengrundfläche eingeordnet, so daß die Oberfläche des Buchtenfußbodens und die Ferkelliegefläche ein einheitliches Höhenniveau bilden. Für die Herstellung dieser Heizplatte muß im Betonfußboden eine Aussparung in den Abmessungen 1200 mm × 600 mm × 125 mm vorhanden sein. Zur Wärmedämmung nach unten wird auf den Unterbeton eine zementgebundene Holzwoleleichtbauplatte eingelegt und mit trockenem Kies etwa 50 mm überdeckt. Auf der Kies-schicht liegt das Wärmeleitblech, an dessen Unterseite Schutzrohre angebracht sind. Vom Futtergang aus werden in diese Schutzrohre die Elektroheizstäbe eingeschoben. Auf das Wärmeleitblech wird bündig mit dem Buchtenfußboden Zementestrich aufgebracht. Für die unmittelbare Oberflächenschicht, die für die gesamte Fläche des Wärmeleitblechs eine einheitliche Dicke aufweisen muß, können auch Spaltklinker zum Einsatz kommen. Die Heizstäbe bestehen aus 850 mm langem Stahlrohr (Ø 14 mm), in die die Heizleiter keramisch isoliert sowie luft- und wasserdicht eingebettet sind. Je Liegefläche werden zwei Heizstäbe mit einer Leistung von jeweils 70 W verwendet. Die vorderen Anschlüsse der Heizrohre sind durch einen Abdeckkasten gesichert (Bild 2).

Bei der bodenfernen Haltung auf Spaltenböden ist die elektrisch beheizte Liegefläche als selbsttragender Baustein in den Buchtenfußboden eingeordnet (Bilder 3 und 4). Die statische Tragfähigkeit des Bausteins wird durch einen allseitig geschlossenen Kasten aus glasfaserverstärk-

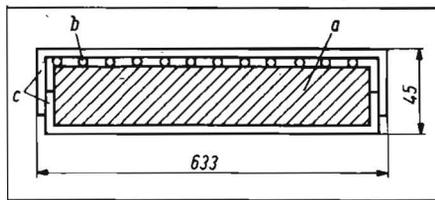


Bild 4. Schnitt durch eine Ferkelliegefläche als Baustein für die bodenferne Haltung auf Spaltenböden;  
a Wärmedämmschicht, b Heizung, c GUP-Gehäuse

tem Polyester in den Abmessungen 1273 mm × 633 mm × 45 mm bestimmt. Er enthält vor allem die Elemente der elektrischen Widerstandsheizung für eine Leistungsaufnahme von 160 W. Zur Erhöhung der Trittsicherheit für die Ferkel sind in die Oberfläche des Bausteins unregelmäßig angeordnete längliche Vertiefungen eingedrückt. Die Leitungsführung für die Spannungsversorgung erfolgt vom Schaltkasten (Bild 1) aus geschützt im Rohr der Buchtenvorderwand nach unten und von dort direkt zum Baustein. Dabei ist Nagetieren kein Zugang in die Leitungsführungen und in die Sicherungskästen zu ermöglichen.

### 3.3. Temperaturregelung

Die elektrisch beheizten Ferkelliegeflächen des VEB EKS werden im intermittierenden Betrieb auf den am Temperaturregler eingestellten Sollwert aufgeheizt, abgeschaltet und beim Unterschreiten des Sollwerts wieder in Betrieb gesetzt. Dabei ist der Temperaturregler an der ersten Liegefläche einer Buchtenreihe angebracht und regelt anhand dieser Liegefläche die Oberflächentemperaturen aller Liegeflächen einer Buchtenreihe. Zur Anwendung kommen bei der Bodenhaltung vor allem Regler vom Typ Feutron 1613-02 und bei der bodenfernen Haltung Regler vom Typ 1612-02.

### 3.4. Projektierung und Montage

Die Projektierung elektrisch beheizter Ferkelliegeflächen erfolgt durch Fachleute des VEB EKS. Mit der Auftragserteilung müssen dazu entsprechende Bauzeichnungen übergeben werden. Die Montage der Heizungsanlage wird von Monteuren des VEB EKS vorgenommen. Bauseitig zu erbringende Leistungen sind vorher abzustimmen.

### 3.5. Weitere Entwicklungsarbeiten

Aufgrund vorliegender Einsatzerfahrungen

sind im Rahmen der Weiterentwicklung elektrisch beheizter Ferkelliegeflächen folgende Probleme einer wissenschaftlichen Klärung zuzuführen:

- Spannungsversorgung mit 220 V
- Regelung der Temperatur und Zustandsanzeige an jedem einzelnen Baustein
- Oberflächengestaltung für die Liegefläche
- Einsatz des für die bodenferne Haltung konzipierten Bausteins in der Bodenhaltung.

## 4. Zusammenfassung

Zur zusätzlichen Wärmeversorgung von Ferkeln haben sich elektrisch beheizte Ferkelliegeflächen bewährt. Sie müssen in das jeweilige Haltungssystem integriert sein. Nach der Darstellung von Grundlagen über Liegeflächengröße, Temperaturbereiche, Oberflächengestaltung und Reduzierung des Energieverbrauchs werden Energieversorgung, Heizung, Temperaturregelung, Projektierung und Montage elektrisch beheizter Ferkelliegeflächen des VEB Elektrokeramische Werke Sonneberg erläutert und Richtungen weiterer Entwicklungsarbeiten gezeigt.

## Literatur

- [1] Haidan, M.; Reuschel, W.: Haltungstechnik für säugende Sauen und Ferkel. *agrartechnik* 29 (1979) H. 2, S. 68—72.
- [2] Kurzweg, W., u. a.: Einstreulose Haltung im Abferkelstall. Jena: VEB Gustav Fischer Verlag 1979.
- [3] Kolb, E.: Neue Erkenntnisse über den Stoffwechsel der neugeborenen Ferkel und über die Entstehung und Verhütung von Ferkelverlusten. Marktleberg: agra-Buch 1977.
- [4] Dreißig, K.: Untersuchungen zur einstreulosen und einstreuarmer Haltung laktierender Sauen auf massiven Fußböden und zur bodenfernen einstreulosen Haltung auf Vollspaltenböden. Forschungszentrum für Tierproduktion Dummerstorf-Rostock, Dissertation 1974.
- [5] Woll, E.: Fußbodenheizung in Schweineställen. *Monatshefte für Veterinärmedizin* 27 (1972) H. 11, S. 423—428.
- [6] Nichelmann, N.; Barnick, H.-G.; Lyhs, L.: Untersuchungen zum Wärmehaushalt des neugeborenen Ferkels, 1. Mitt.: Wärmeproduktion. *Monatshefte für Veterinärmedizin* 30 (1975) H. 9, S. 348—353.
- [7] TGL 29084 Tierphysiologische Angaben und Forderungen zur Stallklimagestaltung. *ausg.* 10.74. A 2528

- 1) Die gegenwärtig dafür geltende ABAO 103/1 „Anwendung von Infrarotstrahlgeräten in der Tierzucht und Tierhaltung“ wird z. Z. überarbeitet und durch einen Fachbereichsstandard ersetzt. Dieser liegt im Stadium „Entwurf September 1979“ vor und trägt die Bezeichnung TGL 37763 Veterinärwesen, Anwendung von Infrarotstrahlgeräten in der Tierhaltung.

# Betreiben von elektrotechnischen Anlagen in Betrieben mit industriemäßiger Tierhaltung

Ing. V. Kibbel/Ing. H. Rauchenecker, Staatliches Amt für Technische Überwachung, Inspektion Rostock

Die Betriebe mit industriemäßiger Tierproduktion verfügen über umfangreiche elektrotechnische Anlagen, um mit einer geringen Anzahl von Arbeitskräften große Stalleinheiten betreiben zu können. Ausfälle der elektrotechnischen Anlage können daher die Tierproduktion erheblich negativ beeinflussen. Vielfach wären auch Tierschäden infolge elektrischer Durchströmung vermeidbar gewesen. Dann hätte eine Schutzmaßnahme gegen zu

hohe Berührungsspannung wirken müssen bzw. die zur Überwachung von Nutztieren höchstzulässige Berührungsspannung von 24 V eingehalten werden müssen. Immer wieder kann beobachtet werden, daß bei der Rekonstruktion bzw. Erweiterung vorhandener Stallanlagen und der damit verbundenen Errichtung neuer elektrotechnischer Anlagen Schutzmaßnahmen zur Anwendung kommen, die nicht dem Standard TGL 200-0629/01 entsprechen. Besonders

auf die mit der vorgesehenen Schutzmaßnahme gemeinsam anzuwendende Potentialsteuerung wird in vorschriftswidriger Weise „verzichtet“. Fehlerspannungen, die von defekten elektrotechnischen Betriebsmitteln herrühren oder auch außerhalb des Betriebs entstanden sind, können dadurch Tierunfälle verursachen. So führte ein Doppelfehler im Ortsfreileitungnetz eines Dorfes zu einem Massentierunfall. Die Fehlerspannung wäre bei Anwendung der