

# Kühlung von Schweineställen



# DLG-Merkblatt 346

## Kühlung von Schweineställen

Autoren der Erstausgabe (Oktober 2003, Merkblatt 332):

Dr. Jens-Peter Ratschow

Dipl.-Ing. Reinhard Schulte-Sutrum

Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe, Münster

Autoren der stark überarbeiteten Zweitausgabe (Oktober 2008)

Prof. Wolfgang Büscher

Dr. Christoph Nannen

Dipl.-Ing. B. Feller

Herausgeber:

DLG e.V., Eschborner Landstraße 122, 60489 Frankfurt am Main  
Fachzentrum Land- und Ernährungswirtschaft  
DLG-Ausschuss Technik in der tierischen Produktion

2. Auflage, Stand 10/2008

© 2008

Vervielfältigung und Übertragung einzelner Textabschnitte, Zeichnungen oder Bilder – auch für den Zweck der Unterrichtsgestaltung – nur nach vorheriger Genehmigung durch DLG e.V., Servicebereich Information, Eschborner Landstr. 122, 60489 Frankfurt am Main.

Titelfoto: ACO Funki GmbH

## 1. Einleitung

Das aktuelle bundesdeutsche Tierschutzrecht schreibt vor, dass in Schweineställen Kühlmöglichkeiten zu schaffen sind. Diese Forderung erscheint sinnvoll, weil die Extremwetter-Ereignisse immer häufiger werden, und die Ställe und Lüftungsanlagen in Deutschland für lang anhaltende Hitzeperioden nicht geplant werden. Häufig kommt es zu typischen Sommerproblemen, wenn das Potenzial der Lüftungsanlage nicht voll ausgeschöpft oder zu warme Frischluft angesaugt wird. Andererseits stehen einige baulich technische Möglichkeiten zur Verfügung, den Tieren und den im Stall arbeitenden Menschen Entlastung zu verschaffen, wobei immer zwischen dem nachträglichen Einsatz und den Lösungen für den Neubau zu unterscheiden ist.

***Dieses Merkblatt soll Landwirten und Beratern Hinweise für die Problembeseitigung in der Neu- und Umbauplanung geben, um die Wärmebelastungen für Schweine in zwangsbelüfteten Ställen zu mindern.***

Die wichtigste Aufgabe der Lüftungsregelgeräte in Schweineställen ist die Anpassung der Raumtemperaturen an die Bedürfnisse der Tiere. Die Steuerung erfolgt vom Klimacomputer über die Abweichung zwischen eingestellter Solltemperatur und tatsächlichem Ist-Wert. Mit größer werdender Abweichung werden der Luftvolumenstrom, bzw. die Lüftungsintensität bis zur eingestellten Obergrenze gesteigert.

Solange die angesaugte Frischluft kühler als der Innenraum ist, funktioniert diese Steuerung zufrieden stellend, wenn die Zuluftluftverteilung im Raum gleichmäßig ist. Erst wenn die Außentemperaturen über die Innenraumtemperaturen ansteigen und sich das Gebäude stark aufgeheizt hat, kommt es zu unerwünschten Belastungssituation für die Tiere. Auch wenn diese Extrembelastungen nur wenige Tage im Jahr auftreten, sollte man sich über Gegenmaßnahmen Gedanken machen, bevor es zu starken wirtschaftlichen Einbußen kommt.

Schweine reagieren auf Hitzestress mit verschiedenen Signalen. Üblich sind ein verkürztes, schnelleres Atmen, eine erhöhte Wasseraufnahme und eine Reduzierung der Futteraufnahme. Schweine haben relativ wenige Schweißdrüsen, wodurch eine verstärkte Wasserverdunstung über die Atemwege erfolgen muss. Besonders ferkelführende Sauen reagieren auf Hitzestress mit einem starken Einbruch der Milchleistung; aber auch bei Zuchtebern lässt die Spermaqualität im Hochsommer oft deutlich nach. Ähn-

lich wie bei anderen Stresssituationen haben beim geschwächten Organismus Krankheitserreger eine wesentlich größere Chance, eine Krankheit zum Ausbruch zu führen.

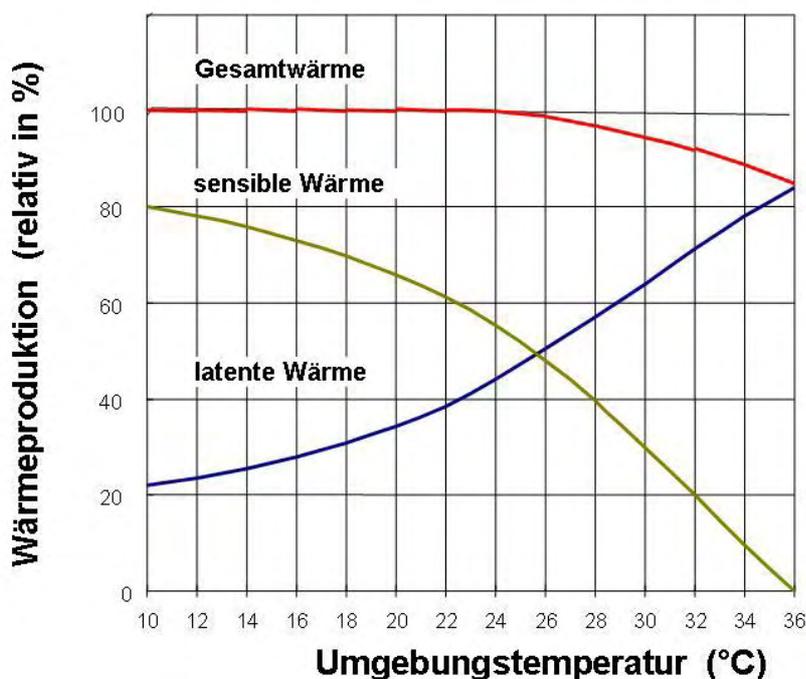
Mastschweine werden entsprechend ihrer aktuellen Körpergewichte durch erhöhte Temperaturen unterschiedlich stark beeinträchtigt. So können leichtere Tiere hohe Temperaturen wesentlich besser ertragen als schwere. Die Begründung hierfür liegt in den unterschiedlichen Temperaturansprüchen der Schweine in den einzelnen Gewichtsabschnitten. Ein hoher Stoffwechsel beansprucht das Tier bei hohen Temperaturen zusätzlich. Bei Extremwetterlagen sollte daher bei Flüssigfütterungsanlagen von Seiten des Landwirtes darauf geachtet werden, dass der Wassergehalt in der Futtermischung erhöht wird. Das Wasserangebot sollte keinesfalls eingeschränkt sein.

Temperaturen über 28 °C können bei Mastschweinen oberhalb von 80 kg Körpergewicht zu Kreislaufproblemen führen, wenn auch die relative Luftfeuchtigkeit sehr hoch ist. Die natürliche Reaktion der Tiere ist der Versuch einen hohen Temperaturabfluss in den Boden zu erreichen. Dazu zählt insbesondere das ausgestreckte seitliche Abliegen in der Bucht, möglichst auf wärmeableitendem Material. Die Tiere versuchen hierdurch die Wärmeableitung in den Boden zu steigern. Der dem Einzeltier zur Verfügung stehende Platz in einer Bucht spielt dann eine große Rolle. Besteht die Möglichkeit eine Suhle anzulegen, z.B. bei planbefestigter Liegefläche, wird die Hautoberfläche befeuchtet. Über die entstehende Verdunstung tritt dann ein zusätzlicher Kühlungseffekt bei den Tieren ein.

*Es lässt sich also festhalten: kleinere Schweine bis zu einem Gewicht von 30 kg werden bei Betrachtung der Optimaltemperaturen auch bei Überschreitung von 30 °C kaum belastet. Größere Tiere im Bereich von 50 bis 120 kg werden ab Temperaturen über 28 °C nicht mehr im Optimalbereich gehalten.*

Der Hauptabkühleffekt der Schweine wird aber durch das vermehrte Atmen ausgelöst. Über die Sättigung der Atemluft mit Wasser in der Lunge wird eine Wärmeabfuhr durch die entstehende Verdunstungskälte erreicht. Da Schweine nur sehr wenige Schweißdrüsen auf der Haut haben, ist die Verdunstungskühlung über die Lunge das wichtigste Instrument der Tiere für die Hitzestress-Bewältigung. Die Mechanismen der Wärmeabgabe lassen sich aus Bild 1 gut erkennen. Steigen die Umgebungstemperaturen, treten die Mechanismen der sensiblen Wärmeabgabe (Wärmeableitung und Konvektion) in den Hintergrund, während die Wasserverdunstung (latente Wärmeabgabe) immer wich-

tiger wird. Dieser Zusammenhang ist sehr bedeutsam für den Einsatz von Sprühbefeuchtungstechniken, weil das verdampfte Wasser die Kühlungsmöglichkeiten über die Lunge der Tiere stark beeinflussen kann.



Quelle: STRØM and FEENSTRA (1980).

Abb. 1: Gesamtwärmeabgabe bei steigender Umgebungstemperatur und Anteile an sensibler und latenter Wärmeabgabe

## 2. Stallplanung, Standortwahl und Lüftungsdimensionierung

Moderne Schweinestallungen sind heute mit Zwangslüftungen ausgerüstet, die nach der Baunorm DIN 18910 geplant sind. Zur Dimensionierung für die Sommersituation wird hiernach die Ventilatorleistung so ausgelegt, dass die Stallinnentemperatur maximal 2 Kelvin<sup>1</sup> höher als die Außentemperatur sein soll. In der Praxis stellt man aber häufig Abweichungen von dieser Planungsforderung fest. Entweder ist die geförderte Luftmenge zu gering oder die angesaugte Luft hat häufig schon eine höhere Temperatur als die Raumluft. Dies geschieht z.B., wenn die Zuluft unter nicht wärmegeprägten Dachflächen angesaugt wird und hierdurch eine zusätzliche Anwärmung erfolgt. Durch

<sup>1</sup>) Kelvin ist die physikalische Bezeichnung für Temperaturunterschiede; 1 Kelvin entspricht 1°C

eine sachkundige Planung und Bauausführung der Lüftungsanlage ist daher schon ein großer Einfluss auf das Einhalten der gewünschten Behaglichkeitstemperaturen gegeben.

Die größte Verbreitung haben derzeit Zuluftsysteme, die nach dem Verdrängungsprinzip arbeiten, also eine geringe Luftgeschwindigkeit im Tierbereich aufweisen. Der direkte Abkühleffekt durch Luftbewegung ist gegenüber der früher häufig eingesetzten Strahl Lüftung verringert. Lochplatten und Rieseldecken können darüber hinaus durch Staubeinträge erheblich verschmutzen, was mit einer allmählichen Verminderung des Luftdurchsatzes einhergeht. Werden die Verschmutzungen nicht regelmäßig beseitigt (möglichst nach jedem Durchgang), kommt es zu einer schleichenden Verschlechterungen der Sommertauglichkeit des Stalles. Rieselkanal- und Futterganglüftung haben andererseits den Vorteil, dass sich leicht unterschiedliche Temperaturzonen innerhalb des Stalles ausbilden.

Aber auch der Ort der Frischluftansaugung spielt für die erreichbaren Kühleffekte eine wichtige Rolle. An exponierten Standorten ist die Umspülung des Stalles sehr viel besser gewährleistet als in Tallagen. Bei der Ausrichtung des Stalles ist es vorteilhaft, wenn die Frischluft von der Nord- oder Ostseite aus einem Schattenbereich angesaugt werden. Gesteigert wird diese Wirkung durch große Dachüberstände. Die Zulufttemperaturen können so auch in den kritischen Sommermonaten um 2 bis 3 K niedriger gehalten werden. Die Zuluftansaugung aus offenen, davor liegenden Hallen, ist ebenfalls günstig zu bewerten. Besonders ungünstig ist dagegen die bereits oben genannte Frischluftansaugung aus einem nicht wärme gedämmten Dachraum!

Auch hohe Fensteranteile in den Wänden können durch die direkte Sonneneinstrahlung zusätzliche Wärmebelastungen im Innenraum auslösen. Die Forderung des Tierschutzes – *laut Tierschutz-Nutztierhaltungs-Verordnung soll in Schweineställen die Fensterfläche 3% der Bodenfläche betragen* – vergrößert vor allem bei südlicher Ausrichtung der Fenster die Wärmeeinstrahlung erheblich. Süd-Fenster können mit Milchglas versehen werden, um die direkte Sonneneinstrahlung etwas zu dämpfen (Abb. 2). Wärmeeinträge über die Außenwände lassen sich effektiv durch Beschattungen vermindern. Frei stehende Ställe ohne Bepflanzung erfahren über die Sonneneinwirkung auf die Außenwände eine höhere Aufheizung.



Abb. 2: Einsatz von Milchglas an Süd-Fenstern (Hesse, 2008)

Bei hohen Temperaturen sollte die Regelung der Lüftungsanlage auch gleichzeitig die Temperaturschwankungen von Tag und Nacht mit berücksichtigen. Deshalb sollte in diesen Zeiten die Absenkautomatik aktiviert werden, die bewirkt, dass die kühlere Temperatur während der Nacht im Stall ausreichend abgepuffert wird. Über das Anheben des Sollwertes erreicht man gleichzeitig eine Verzögerung des Anstieges der Temperatur am Morgen.

### **3. Typische Lösungen für die Umbauplanung**

#### **3.1 Nachträgliche Maßnahmen zur Kühlung von Ställen**

Kommt es zu starken Wärmeeinträgen über das Dach, kann zur indirekten Kühlung des Stalles ein Berieselungssystem mit Wasser auf der Dachoberfläche der Ställe eingesetzt werden. Dadurch werden eine Temperaturabsenkung der Dachhülle und ein verminderter Wärmeeintrag über die Stalldecke bewirkt. Hierzu eignen sich kurzzeitig Gartensprenger, die auf dem Dach verteilt und über eine Zeitschaltuhr gezielt eingesetzt werden. Die Rasensprenger werden vorteilhaft auf dem First platziert. Beim Betrieb ist darauf zu achten, dass möglichst wenig Wasser über die Dachrinne abfließt. Auf dem Weg vom First zur Traufe soll möglichst viel Wasser verdunsten, um hierdurch eine optimale Kühlwirkung zu erreichen. Sind Dachflächen mit Photovoltaik-Elementen ausgestattet, gelangt die Wärmestrahlung gar nicht erst an die Dachhülle.

### 3.2 Luftbefeuchtungskühlung

Bei der „Kühlung durch Wasserverdunstung“ handelt es sich um Temperatursenkung bei gleichem Wärmeinhalt der Luft. Dabei sind zwei Einbausituationen zu unterscheiden:

- Kühlung der Ansaugluft durch Sprühbefeuchtung im zentralen Frischluftkanal
- Kühlung der Raumluft durch Sprühbefeuchtung

Beide Lösungen sind nachträglich einsetzbar; also z.B. wenn Hitzestressprobleme vorliegen oder als nachträgliche Maßnahme aufgrund neuer gesetzlicher Auflagen.

Grundlage für die Regelung der Lüftung nach Temperatur und Luftfeuchte ist der Wärmeinhalt der Luft (physikalische Bezeichnung „Enthalpie“). Sie wird in kJ/kg Luft gemessen. Der Wärmeinhalt der Luft ist für die Wärme-Wahrnehmung entscheidend. Der Wärmeinhalt ergibt sich aus der Temperatur der Luft und der in der Luftfeuchtigkeit gebundenen Energie. Bei gleicher Temperatur wird trockene Warmluft auch von den Schweinen daher wesentlich angenehmer empfunden als feucht-warme Luft. In der Abb. 3 sind verschiedene Zustandsbereiche der Luft in Abhängigkeit von Feuchte und Temperatur dargestellt.

#### **Beispiel:**

Eine Zuluft mit einer relativen Luftfeuchtigkeit von 62% und eine Temperatur von 28 °C, hat einen stark belastenden Wärmeinhalt von 65 kJ/kg Luft. Durch die Anhebung der relativen Luftfeuchte auf 80% bei gleichem Wärmeinhalt durch Versprühen von Wasser lässt sich die Temperatur der Zuluft hierdurch auf 24,5 °C senken. Diese Absenkung wird von den Schweinen als Kühlung wahrgenommen. Allerdings steht den Schweinen dann ein wesentlich geringeres Potenzial zur Abkühlung über die Atemwege zur Verfügung.

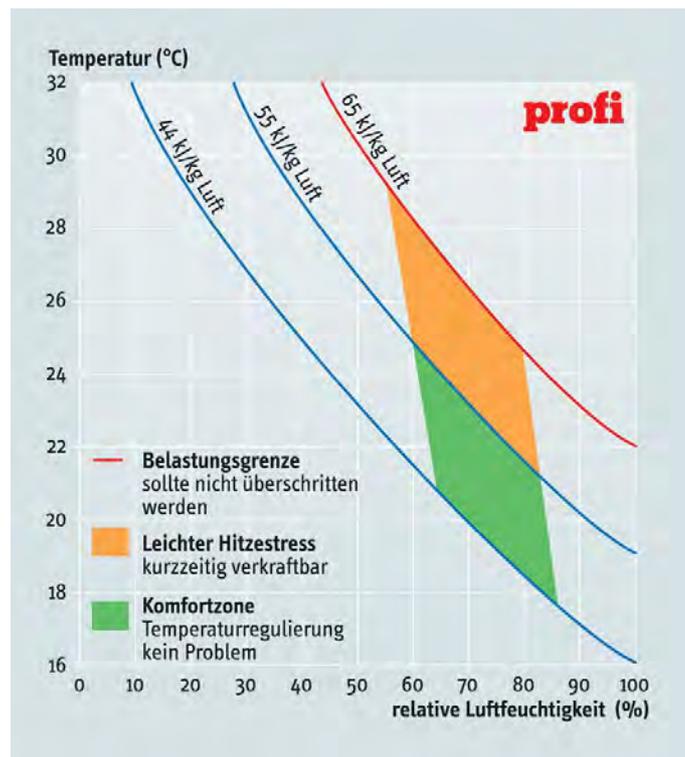


Abb. 3: Verschiedene Zustandsbereiche der Luft in Abhängigkeit von Feuchte und Temperatur (Büscher in der Zeitschrift *profi*, 2007)

Bei der Kühlung der Stallluft über die Steigerung der Luftfeuchtigkeit wird also ein Teil des Wärmeinhaltes durch das Verdunsten des Wassers gebunden. Wird nur nach der relativen Luftfeuchte ohne Berücksichtigung des Zusammenspiels von Feuchte und Temperatur (Enthalpie) geregelt, kann es auch bei Einhaltung von 80% Luftfeuchte zu Hitzestress kommen, nämlich dann, wenn z.B. die Temperatur im Stall 26 °C überschreitet. Nur bei einer niedrigen relativen Luftfeuchte der Stallinnenluft macht deshalb eine Befeuchtung zur Kühlung überhaupt Sinn. Sprühbefeuchtungsanlagen sollten daher mit Hilfe eines Feuchtefühlers nur bei niedriger relativer Luftfeuchtigkeit (< 60%) zugeschaltet werden.

Bei automatischen Luftbefeuchtungssystemen ist es deshalb notwendig, Feuchtefühler einzusetzen und diese regelmäßig zu kontrollieren und abzugleichen. In Ställen werden heute als Messfühler zumeist kapazitive Fühler eingesetzt. Bei diesem Verfahren werden die unterschiedlichen Widerstände von feuchter und trockener Stallluft als Messgrundlage verwendet. Aufgrund ihrer hohen Empfindlichkeit sind die Fühler mit einem Bronze-Sinter-Filter vor äußeren Stalleinflüssen geschützt. Vor jeder

Stallreinigung sollten sie geschützt oder entfernt werden. Die Kosten für derartige Feuchtefühler belaufen sich auf 200 bis 300 €.

## 4. Praktische Umsetzung

### 4.1 Direkte Verneblung

Bei der direkten Verneblung von Wasser innerhalb des Stalles ist darauf zu achten, dass die Wassertropfen so klein sind, dass sie sich in der Luft schnell auflösen. Von einer Vernebelung spricht man, wenn die Tropfen kleiner als 30 µm sind (1 µm = 1 Micron = 10<sup>-6</sup> m). Hierfür werden erweiterte Einweichanlagen und Mittel- oder Hochdruckanlagen eingesetzt. Tabelle 1 zeigt die technischen Parameter der unterschiedlichen Systeme auf.

Tabelle 1: Material und Kostenaufstellung unterschiedlicher Befeuchtungssysteme

	Einheiten	Einweichanlage / Niederdruckanlage	Mitteldruckanlage	Hochdruckanlage
<b>Pumpenleistung</b>	bar	3 bis 5	7 bis 20	50 bis 70
	kW	0,3	0,18 bis 0,3	0,74
	l/min.	60	5	5 - 21
	max. Düsenanzahl	60	100	60
<b>anschlussfertige Pumpe</b>	Euro / Stück	600,-	1.300,-	1.700,-
<b>Druckleitung</b>	Material	Kunststoff	Kunststoff	Edelstahl
<b>PVC</b>	mm	25 - 32	25 bis 32	12
<b>Polyamid</b>	Euro / lfm	1,10 - 1,50	1,10 - 1,50	2,80
<b>Wasserfilter</b>	Anzahl Filterstufen	1	3	3
<b>Filterdurchlass</b>	µ	10,00	10,00	10 bis 1
	Euro / Stück	50,00 bis 75,00	290,00	290,00
<b>Tröpfchengröße</b>	µm	60	>= 30	> 10
<b>Düsen und Düsensockel</b>	Euro / Stück	4,00 bis 4,50	17,00	17,00

### 4.2 Nutzung von Einweichanlagen (Niederdrucksystem)

Normale Einweichanlagen für Schweineställe mit relativ großer Tropfenbildung (60 Micron) sind für die Kühlung von Schweineställen nicht zu empfehlen. Da sie aber sehr häufig vorhanden und auch stationär eingebaut sind, werden sie in der Praxis dennoch für die Kühlungen eingesetzt. Beim Betrieb dieser Anlagen für die Kühlung ist deshalb darauf zu achten, dass möglichst feinerstäubende Düsen eingesetzt werden.

Hierfür werden von den Herstellern auch spezielle Düsen für die Befeuchtung angeboten. Die Erhöhung des Pumpendruckes von 3 auf 5 bar – wenn die Leitungen es erlauben – verbessert ebenfalls das Vernebelungsergebnis.

Unter diesen Voraussetzungen sind „optimierte Einweichanlagen“ bedingt geeignet, bei extremen Wärmebelastungen auch zur Kühlung eingesetzt zu werden. Die Anlagen werden in der Regel mit Zeitschaltuhren ein- und ausgeschaltet. Ein Nachtropfen der Düsen kann z.B. über Rückschlagventile, die vor jeder Düse eingebaut sind, verhindert werden. Aufgrund der groben Tropfen mit ca. 60 Mikron ist die Wasseraufnahme der Luft (also der Wirkungsgrad) eingeschränkt. Deshalb sollte diese Art der Kühlung nur bis zu einer relativen Luftfeuchte von 70% eingesetzt werden.

#### **4.3 Wasseraufbereitung für Mittel- und Hochdruckanlagen**

Beim Einsatz von Mittel- und Hochdruckanlagen sind Feinfilter im Wasserzulauf einzusetzen, die eine hohe Reinigungsleistung bei verunreinigtem Wasser aufweisen. Je nach standortbedingter Wasserqualität mit hohen Eisen-, Mangan- oder Kalkgehalten sind unterschiedliche Filterausführungen notwendig. So lässt sich z.B. sehr kalkhaltiges Wasser durch einen preiswerten chemischen Filter bis hin zu einem teuren Ionentauscher für ca. 1.500 € aufbereiten. Eine detaillierte Planung ist deshalb auf der Grundlage einer vorliegenden örtlichen Wasseranalyse vorzunehmen.

#### **4.4 Kühlung mit Mitteldruckanlagen**

Bei Mitteldruckanlagen werden Pumpen mit einem Fördervolumen von 5 l/min bei einem Druck von bis zu 20 bar eingesetzt. Für die Wasserförderung eignen sich Kunststoffleitungen, die relativ preisgünstig und einfach zu installieren sind. Zu große Wassertropfen und ein Nachtropfen der Düsen können bei Wasserverschwendung zu feuchten Ställen führen. Um das Nachtropfen der Düsen zu verhindern, ist zusätzlich ein Entleerungsventil am Ende des Leitungsstranges vorzusehen. Bei der Montage sollte auf einen ausreichenden Abstand zu den Stalleinrichtungen geachtet werden. Aufgrund der Grobtropfigkeit mit 30 Mikron ist der Wirkungsgrad auch hier eingeschränkt und sollte daher auch nur bis zu einer relativen Luftfeuchte von 70% eingesetzt werden.

Tabelle 2: Tropfengröße und Gesamtoberfläche der Tropfen bei einem Volumen von 1 Liter Wasser bei unterschiedlichen Befeuchtungsanlagen

	Anlagentyp		
	Niederdruck	Mitteldruck	Hochdruck
Typische Tropfengröße	60 µm	30 µm	10 µm
Tropfenoberfläche	100 m <sup>2</sup>	200 m <sup>2</sup>	600 m <sup>2</sup>

Im Vergleich zu Hochdruckanlagen treten Probleme durch sich zusetzende Düsen bei Mitteldruckanlagen relativ häufig auf. Besonders wenn preiswertere Düsen aus Messing anstelle von V<sub>2</sub>A-Stahl-Düsen verwendet werden. Messingdüsen korrodieren in der Stallluft sehr stark. Hierdurch setzen sich die Düsenlöcher leicht zu. Werden andererseits Hochdruckdüsen verwendet, so können sich diese aufgrund ihrer feinen Lochung bei dem niedrigen Wasserdruck ebenfalls leicht zusetzen. Eine notwendige Reinigung kann dann mechanisch über eine Nadel oder über die Behandlung der Düsen in einem Zitronen- oder Essigsäurebad erfolgen.

#### 4.5 Mit Hochdruckanlage kühlen

Als Pumpen werden für diesen Einsatzbereich gedrosselte Hochdruckreinigerpumpen eingesetzt, die dann einen Druck bis 70 bar erzeugen. Das Fördervolumen liegt zwischen 5 und 21 l/min. Je nach Durchsatzleistung der Pumpe können dann zwischen 60 bis 140 Düsen angeschlossen werden. Eine Hochdruckdüse kann einen Stallbereich von 6 bis 8 m<sup>2</sup> versorgen.

Der sehr feine Aerosolnebel mit 10 Mikron wird vollständig von der Luft aufgenommen, der Wirkungsgrad der Kühlung ist also optimiert. Da das eingesetzte Wasser insgesamt in der Luft verdampft, tritt keine Wasserverschwendung auf, ferner tritt kein Nachtropfen der Anlage nach dem Abschalten auf. Nachteilig ist der höhere Anschaffungspreis für die Hochdruckanlage. Um Störungen durch Korrosion zu vermeiden, sollten nur V<sub>2</sub>A-Düsen verwendet werden (Abb. 4).



Abb. 4: Typisches Sprühbild einer Hochdruckanlage

#### **4.6 Kühlung durch Luftanfeuchtung im Vorraum**

Eine Befeuchtung der Zuluft im Vorraum oder im zentralen Zuluftkanal hat den Vorteil, dass sich Mängel bei der Tropfengröße nicht direkt auf die Tiere und die Liegeflächen auswirken. Dadurch, dass nur ein Fühler im Vorraum genutzt wird, der Gesamtstall aber über die Fühler in den Einzelabteilen geregelt werden kann, ist die Anlage technisch einfacher zu handhaben. Die direkte gezielte Steuerung einzelner Abteile nach relativer Feuchte und Temperatur (Enthalpie) ist dann zwar nicht möglich, aber auch nicht unbedingt notwendig.

Aufgrund der kleineren mit Wasser vernebelten Räume (Vorraum, Zentralgang, Zuluftkanal), sollten hierfür keine Einzeldüsen, sondern Düsenstöcke installiert werden. Das Wasser sollte auch hier besonders fein vernebelt werden, um die größtmögliche Aufnahmefähigkeit für die Luft zu erreichen. Deshalb haben sich auch hier nur Hochdruckanlagen bewährt. Innerhalb der Kanäle oder des Vorraums sollten ebenfalls keine Tropfwasserniederschläge entstehen.

## 5. Typische Lösungen für die Neubauplanung

### 5.1 Nutzung des Erdreichs zur Frischluftansaugung

Bei der Neubauplanung sollte auch der Einsatz von Erdwärmetauschern berücksichtigt werden. Bei dieser Technik wird die Frischluft durch Rohre oder unterhalb des Stalles in Kanälen durch das kühlende Erdreich angesaugt. Die niedrigen Temperaturen des Erdreiches können bei dieser Technik im Sommer zur Kühlung und im Winter zur Vorwärmung der angesaugten Luft genutzt werden.

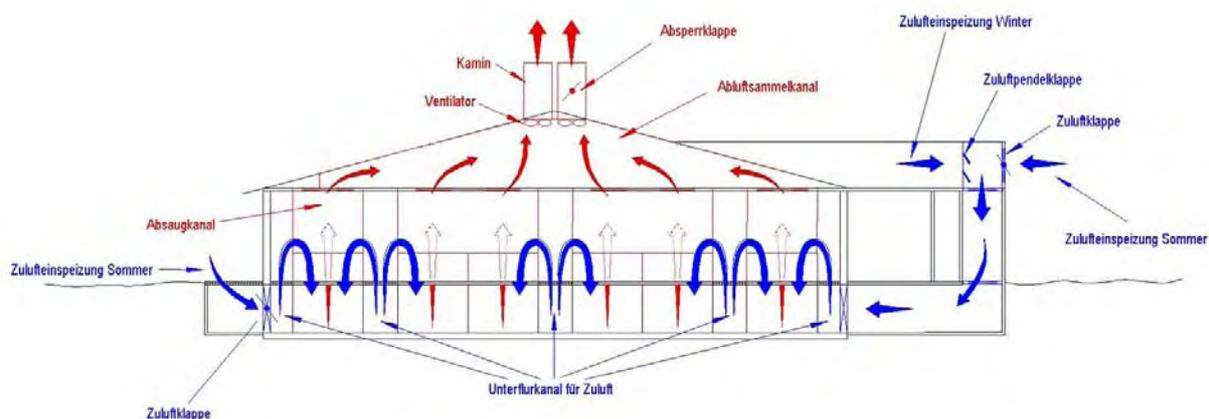


Abb. 5: Unterflur-Zuluftführung (Firmenunterlagen Möller Agrarklima, 2007)

Aufwendige Rippenrohr-Erdwärmetauscher sind für die Kühlung von Schweineställen seit vielen Jahren erprobt. Sie haben sich aber in der Praxis wegen der erhöhten Anschaffungs- und Betriebskosten nicht durchsetzen können (Abb. 6). Hohe Luftwiderstände in den Rohren bei gleichzeitig zum Teil technischen Problemen bei der Abdichtung der Rohre haben dazu geführt, dass sie nur in Einzelfällen eingesetzt wurden. Bei der Planung sind diese Erkenntnisse zu berücksichtigen.

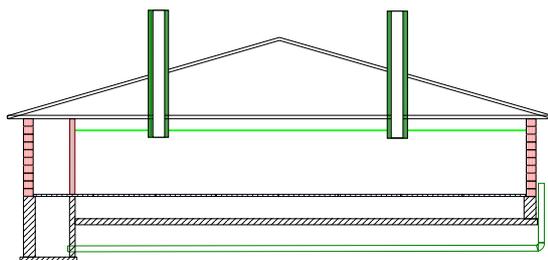


Abb. 6: Verlegung von Rippenrohren für einen Erdwärmetauscher  
(Quelle: Ludo Van Caenegem, 2008)

Wichtige Planungsdaten für Erdwärmetauscher sind:

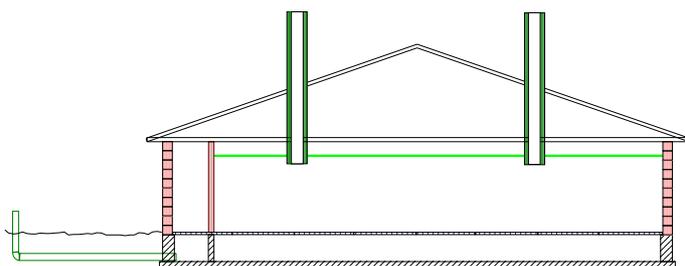
- 200er Drainagerippenrohre
- Luftleistung je Rohr ca. 400 m<sup>3</sup>/h
- Rohrabstand mind. 50 cm untereinander
- Verlegetiefe ca. 2 m
- hoher Grundwasserstand vorteilhaft
- Druckverluste 30 bis 80 Pa

Bei der Nutzung der Erdkühle (Erdwärme) können geringere Lüfterleistungen installiert werden, die aber dann mit deutlich höheren Luftwiderständen belastet sind. Große Zu-  
luftquerschnitte mit glattwandigen Rohren sollten daher gewählt werden. Ein maximaler  
Wirkungsgrad des Wärmeübergangs von ca. 25% wird bei Verlegung der Rohre außer-  
halb des Stalles im Grundwasserspiegel erreicht. Sind die Rohre oberhalb des Grund-  
wasserspiegels verlegt, so sind geringere Wirkungsgrade bekannt. Die Rohrverlegung  
mit der Zuluftführung in den Vorraum oder direkt in das Lüftungssystem sind baulich  
sehr aufwendig, aber vorteilhaft. In Abbildungen 7 und 8 werden zwei verschiedene  
Möglichkeiten der Rohrverlegungen dargestellt.

Abbildung 7: Verlegung der Rohre *unter* dem Stall

Kennzeichen:

- Verlegetiefe: ca. 0,5 m unter der Stallsohle (wobei auf eine fachgerechte Rückverdichtung zu achten ist);
- Vorteil: es ist kein zusätzlicher Flächenbedarf erforderlich.

Abbildung 8: Verlegung der Rohre *neben* dem Stall

Kennzeichen:

- Vorteil: nachträglich einbaubar;
- Verlegetiefe: 1,5 bis 2 m unter der Erdoberfläche;
- Nachteil: es besteht zusätzlicher Flächenbedarf außerhalb des Stalles.

Bei der Installation der Tauschrohre im Grundwasser ist besonders auf die Dichtigkeit zu achten. Kondensatbildungen in den Rohren müssen über Gefälle und Pumpen abgeleitet werden, um Rohrverengungen, Dreck- und Keimanlagerungen zu verhindern. Die Lufteintritte müssen vor dem Eindringen von groben Verschmutzungen geschützt sein.

## 5.2 Evaporationskühlung der Ansaugluft

In vielen Ländern mit extremen Sommertemperaturen wird die Frischluft durch perforierte Wabenkartonage gesaugt, die von oben mit Frischwasser berieselt wird. Diese „PAD-Cooling“ Systeme haben in Deutschland bisher kaum Verwendung gefunden, weil nur selten eine zentrale Frischluftansaugung für den gesamten Stall existiert. Natürlich kann diese eigenbaufreundliche Kühlung auch bei uns zum Einsatz kommen, wenn man eine zentrale Frischluftansaugung planerisch vorsieht. Einige Landwirte haben sich eine Kühlungswand selbst gebaut, wobei man Hohlblockziegel so aufgemauert hat, dass die Löcher in Ansaugrichtung liegen (Abb. 9). Von oben kann Wasser über die Steine rieseln und die angesaugte Frischluft durch Wasserverdunstung um einige Kelvin abkühlen. Das Wasser kann im Kreislaufprinzip – von einer Umwälzpumpe angetrie-

ben – zirkulieren, wobei die verdunstete Wassermenge von einem Ventilschwimmer nachgefüllt wird.



Abb. 9: Evaporationskühlung bei zentraler Frischluftansaugung mit Hilfe einer berieselten Wand aus quer aufgemauerten Lochziegeln

## 6. Ausblick

Die Aktualität der Kühlung von Schweineställen ist aufgrund der aktuellen Rechtsetzungen gegeben und wird durch häufigere Hitzeperioden im Hochsommer immer bedeutungsvoller.

Lüftungsanlagen können im Sommer ihre Aufgabe nur dann zufrieden stellend erledigen, wenn kühle Frischluft angesaugt wird und die geplante Sommerlüfrate auch tatsächlich erreicht wird. Sollte es trotz dieser Voraussetzungen zu Hitzestressproblemen kommen, stehen technische Möglichkeiten für Um- und Neubau zur Verfügung. Durch Wasservernebelung kann auch nachträglich eine Kühlung der Raumluft erreicht werden. Hochdruckanlagen sind durch einen sehr feinen Sprühnebel und ein schnelles Auflösen der Tropfen gekennzeichnet. Bei der Neubauplanung wird die Frischluft zunehmend durch das Erdreich und durch Unterflur-Kanäle geleitet. Hierbei kommt es zu einer Abkühlungen der Luft im Sommer und einer Vorwärmung im Winter ohne die Steigerung der Luftfeuchtigkeit.

Das Wohlbefinden der Schweine im Hochsommer sollte aber auch durch ein angepasstes Management des Tierhalters unterstützt werden. Zum Beispiel sollte in den kritischen Zeiten die Futtermenge verringert und die Fütterungszeiten in die Nachtstunden verlagert werden, um die Kreislaufbelastung für die Mastschweine so gering wie möglich zu halten. Integrierte Regelkreise zwischen Fütterung, Lüftung und Beleuchtung (in Kombination mit der Kühlung) unterstützen diese Bemühungen.

*Interessante Literatur zum Thema:*

*DLG-Prüfbericht 5200 (2003): Befeuchungskühlung, [www.DLG-Test.de](http://www.DLG-Test.de)*

*DLG-Prüfbericht 5520 (2005): Erdwärmetauscher, [www.DLG-Test.de](http://www.DLG-Test.de)*

*FAT-Bericht 504 (1997): Erdwärmetauscher, [www.fat.admin.ch](http://www.fat.admin.ch)*

*ART-Bericht 672 (2007): Zuluft aus dem Hohlraum unter dem Stall, [www.fat.admin.ch](http://www.fat.admin.ch)*