

Der klimaangepasste Stall – Schweine und Geflügel

BERNHARD FELLER

Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Münster

1 Einleitung

Hohe Außentemperaturen stellen für die Klimagegestaltung in Tierställen eine große Herausforderung dar. Dies gilt auch, wenn die Temperaturverläufe in Ställen den Bedürfnissen der Tiere unter Einbeziehung der Außentemperatur ständig angepasst werden. Trotz einer spezifisch reagierenden Lüftungstechnik kommt es in den Sommermonaten teilweise zu erhöhten Temperaturen, die den Komfortbereich von Schweinen oder Geflügel überschreiten. Der Gesetzgeber fordert z. B. Vorrichtungen, um die Wärmebelastung für Schweine bei hohen Stalllufttemperaturen zu vermindern. Schweine und Geflügel werden entsprechend ihrer Nutzungsart oder ihres Körpergewichtes durch erhöhte Temperaturen unterschiedlich stark beeinträchtigt. So können leichtere Tiere hohe Temperaturen wesentlich besser ertragen als schwerere Tiere. Die Ursache hierfür liegt in den unterschiedlichen Temperaturansprüchen von wachsenden Tieren in den einzelnen Gewichtsabschnitten.

Bei der Betrachtung der Temperaturverteilung über einen Jahresverlauf erkennt man, dass Belastungsphasen mit zu hohen Temperaturen zwar nur einen relativ kurzen Zeitraum einnehmen, aber diese Phasen zunehmend länger werden und an einzelnen Tagen auch kritisch werden können.

Es ist auch zu unterscheiden, ob die Tiere – bezogen auf ihr Lebendgewicht – nach Erhaltungsbedarf oder stark darüber hinaus „auf Leistung“, d. h. tägliche Zunahme in der Mast oder hohe Milchleistung bei säugenden Sauen, gefüttert werden. Denn ein hoher Stoffwechsel beansprucht das Tier zusätzlich bei hohen Temperaturen.

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 von oberhalb von 28 °C nicht mehr im Optimalbereich gehalten.

Temperaturbedingte Belastungen äußern sich in

- erhöhter Atemfrequenz,
- erhöhtem Wasserbedarf und
- Abnahme der Futteraufnahme, verringerten Mastleistungen, Kreislaufproblemen, geringere Konzeptionsrate, vermehrte Verlustraten.

Hohe Enthalpiewerte oberhalb von 67 kJ/kg Luft sind für Geflügel z. B. extrem belastend. Extreme Werte können insbesondere bei Mastschweinen oberhalb von 80 kg und säugenden Sauen oder Mastgeflügel Kreislaufversagen verursachen. Die natürliche Reaktion der Tiere ist der Versuch einen hohen Temperaturabfluss zu erreichen. Dazu zählt bei Schweinen das ausgestreckte seitliche Abliegen in der Bucht, möglichst auf Wärme ableitendem Material. Der dem Einzeltier zur Verfügung stehende Platz in einer Bucht spielt dann eine große Rolle. Besteht die Möglichkeit zum Suhlen, wird die Hautoberfläche befeuchtet. Über die entstehende Verdunstung tritt dann zusätzliche Kühlung ein.

Bei hohen Umgebungstemperaturen können sich Schweine und Geflügel nahezu ausschließlich über die Verdunstung von Wasser – also über die Atmung – entwärmen. Der Hauptabkühleffekt wird durch das vermehrte Atmen erreicht. Über die Sättigung der Atemluft mit Wasser in der Lunge wird eine Wärmeabfuhr durch die entstehende Verdunstungskälte erreicht. Da weder Schweine noch Geflügel über Schweißdrüsen verfügen, ist eine Abkühlung über die Produktion von Schweiß nicht möglich.

2 Kühlungssysteme können Abhilfe schaffen

Kühlungseinrichtungen im Stall oder in der Zuluft können bei zu hohen Temperaturen Abhilfe schaffen. Verbreitet sind Systeme, die über Erdwärmetauscher die Zuluft konditionieren oder als Sprühsysteme Wasser vernebeln und die Effekte der Verdunstungskühlung nutzen. Doch bevor technische Maßnahmen eingesetzt werden, gilt es alle Möglichkeiten zu nutzen, die baulich machbar sind.

2.1 Verfahren zur Kühlung von Ställen Bautechnische Maßnahmen

Durch die sachkundige Planung und Bauausführung einer Lüftungsanlage ist schon ein hoher Einfluss auf das Einhalten der Behaglichkeitstemperaturen gegeben. Als „Standardlüftungssystem“ wird heute in Schweineställen die Zuluftführung über Rieseldecken oder die Futtergänge gewählt. Beide Zuluftsysteme haben den Vorteil, dass sich unterschiedliche Temperaturzonen innerhalb des Stalles ausbilden. Ihre Anordnung muss deshalb sinnvoll zum Liegeplatz positioniert werden. Als Standardsystem in Geflügelställen, aber auch zunehmend in Schweineställen, erfolgt die Zuluftführung über Strahllüftungen.

Auch der Ort der Luftansaugung für die Frischluft spielt für die erreichbaren Kühleffekte eine große Rolle. Bevorzugt sollte die Luft von der Nord- und Ostseite oder aus dem Schattenbereich abgesaugt werden. Gesteigert wird diese Wirkung durch große Dachüberstände und die Ausrichtung des Zentralganges nach Norden oder Osten. Die Zuluftansaugung aus offenen, vor dem Stall liegenden, Hallen ist ebenfalls günstig. Besonders ungünstig ist dagegen das Ansaugen der Luft aus dem ungedämmten Dachraum des Stalles.

Bei hohen Temperaturen muss die Regelung der Lüftungsanlage auch gleichzeitig die Temperaturschwankungen von Tag und Nacht berücksichtigen. Deshalb sollte bei hohen Außentemperaturen die Absenkautomatik aktiviert werden. Sie bewirkt, dass die kühlere Lufttemperatur während der Nacht nicht mit maximaler Luftrate in den Stall gefördert wird. Über das Anheben des Sollwertes erreicht man gleichzeitig eine Verzögerung des Anstieges der Temperatur am Morgen.

Durch eine Kontrolle der Sauberkeit der Ventilatoren bei gleichzeitiger Kontrolle der Zuluftöffnungen wird sichergestellt, dass die geplanten Luftmengen an den warmen Tagen auch tatsächlich in den Stall gefördert werden.

Im Zuge der Diskussion um ein höheres Tierwohl in den Ställen kommt die Forderung nach Außenklimareizen für Geflügel als auch für Schweineställe auf. Außenklimaställe folgen in ihrem Temperaturverlauf verzögert den Außentemperaturen. Es können in diesen Ställen durch offene Traufwände hohe Luftraten durch natürliche Luftbewegung erreicht werden. Zur Minderung der Wärmebelastung sollte aber für Geflügel- und Schweineställe die Dachhaut gedämmt werden, damit

der Wärmeintrag durch vom Dach abgegebene Strahlungswärme die Tiere nicht belastet. An Tagen ohne Wind wird die Wärmebelastung aber auch in diesen Ställen das Komfortmaß übersteigen und die Wärmeabfuhr aus dem Stall nicht mehr gewährleistet sein. Für solche Stellanlagen ist daher unbedingt eine Unterstützungslüftung notwendig. Diese kann auch mit Sprühdüsen zur Wasserverdunstung kombiniert werden.

Indirekte Kühlung

Zur indirekten Kühlung können Befeuchtungs- oder Besprühungssysteme mit Wasser auf der Dachoberfläche der Ställe eingesetzt werden. Dadurch wird eine Temperaturabsenkung der Dachhaut bewirkt. Die absolute Luftfeuchtigkeit im Stall wird durch diese Maßnahme nicht beeinflusst, die Zulufttemperatur beim Ansaugen aus Zwischendecken aber gesenkt und gleichzeitig durch Senkung der Dachtemperatur der Wärmeintrag vom Dach gemindert. (Ein vergleichbarer Effekt kann bei Beschattung des Daches z.B. durch eine Photovoltaikanlage beobachtet werden.) Technisch kann dies relativ einfach durch Gartensprenger auf dem Dach realisiert werden. 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.

Direkte Kühlung

Für die direkte Kühlung werden Luftbefeuchtungen innerhalb des Stalles oder im Vorraum eingesetzt. In Ausnahmefällen werden auch Erdwärmetauscher gebaut, bei denen die Zuluft durch Rohre innerhalb des Erdreichs angesaugt wird. Die geringen Temperaturen des Erdreiches werden so zur Kühlung genutzt.

Grundlage für die Regelung der Lüftung nach Temperatur und Luftfeuchte ist der Wärmeinhalt der Luft, die Enthalpie. Sie wird in kJ/kg Luft gemessen. Der Wärmeinhalt unterteilt sich danach in einen fühlbaren, sensiblen Teil und einen nicht wahrnehmbaren latenten Anteil. Durch eine Anhebung der relativen Feuchte wird der Anteil an sensibler Wärme gemindert. Im gleichen Maße steigt der Anteil der latenten Wärme.

Eine Zuluft mit einer relativen Luftfeuchtigkeit von 62 % und eine Temperatur von 28 °C hat einen 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 auf 24,5 °C senken. Diese Absenkung wird von den Tieren als Kühlung wahrgenommen.

Bei der Kühlung der Stallluft über die Luftbefeuchtung 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. Daher ist nur bei einer niedrigen relativen Luftfeuchte der Stallinnenluft eine Befeuchtung zur Kühlung überhaupt sinnvoll.

Bei automatischen Luftbefeuchtungssystemen ist es deshalb notwendig, Feuchtefühler einzusetzen und die Fühler regelmäßig zu kontrollieren und abzugleichen. Ein einfaches Schleuderthermometer (Psychrometer) mit zwei Säulen, die eine feucht, die andere trocken, ist hierfür am besten geeignet. Diagramme oder Tabellen sind notwendig, um die Feuchte- und Trockentemperatur abzugleichen.

In der Landwirtschaft 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 €.

3 Praktische Umsetzung

Direkte Verneblung

Bei der direkten Verneblung von Wasser innerhalb des Stalles ist darauf zu achten, dass das Wasser vernebelt, also in Microtröpfchen verteilt wird. Microtröpfchen werden in der Stallluft sehr schnell verdunstet.

Nutzung von Einweichanlagen (Niederdrucksystem)

Normale Einweichanlagen für Schweineställe mit relativ großer Tropfenbildung (60 Micron) sind für die Kühlung von Schweineställen kaum geeignet. Da sie aber sehr häufig vorhanden und auch stationär eingebaut sind, werden sie in der Praxis dennoch für die Kühlung 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 Befuchtung angeboten. Die Erhöhung des Pumpendrucks 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 Grobtropfigkeit mit ca. 60 Mikron ist die Wasseraufnahme der Luft (der Wirkungsgrad) eingeschränkt und deshalb sollte diese Art der Kühlung nur bis zu einer relativen Luftfeuchte von 70 % eingesetzt werden.

Wasseraufbereitung für Mittel- und Hochdruckanlagen

Beim Einsatz von Mittel- und Hochdruckanlagen sind Feinfilter im Wasserzulauf einzusetzen, da sie sehr empfindlich auf verunreinigtes Wasser reagieren. 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 aufgrund der vorliegenden örtlichen Wasseranalyse notwendig.

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 größeren Wasserverlusten auch 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.

Im Vergleich zu Hochdruckanlagen mit entsprechenden Filtersystemen treten Probleme durch zusetzende Düsen bei Mitteldruckanlagen relativ häufig auf, insbesondere wenn preiswertere Düsen aus Messing anstelle von V2A-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.

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 Literleistung der Pumpe können dann zwischen 60 bis 140 Düsen angeschlossen werden. Eine Hochdruckdüse kann einen Stallbereich von 6 bis 8 m² 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 V2A-Düsen verwendet werden.

Kühlung durch Luftanfeuchtung im Vorraum

Eine Befeuchtung der Zuluft im Vorraum oder im Zuluftkanal hat den Vorteil, dass Fehler der Befeuchtung durch Verneblung sich nicht direkt auf das Tier 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 geringeren Größe der mit Wasser vernebelten Räume (Vorraum, Zentralgang, Zuluftkanal) sollten hierfür keine Einzeldüsen, sondern Düsenstöcke installiert werden. Das Wasser muss besonders fein vernebelt werden, um die größtmögliche Aufnahmefähigkeit für die Luft zu erreichen. Deshalb sind hierfür nur Hochdruckanlagen geeignet. Innerhalb der Kanäle oder des Vorraums dürfen keinesfalls Tropfwasserniederschläge entstehen.

Kühlung über Erdwärmetauscher

Diese Form der Kühlung für Schweineställe ist seit vielen Jahren erprobt. Der Vorteil dieser Anlagen liegt darin, dass im Sommer die Zuluft gekühlt und im Winter erwärmt werden kann.

Bei der Nutzung der Erdkühle (Erdwärme) können geringere Lüfterleistungen installiert werden, die aber dann mit deutlich höheren Luftwiderständen belastet sind. Große Zuluftquerschnitte mit profilierten Rohren sollten gewählt werden. Ein maximaler Wirkungsgrad des Wärmeübergangs von ca. 25 % wird bei Verlegung der Rohre außerhalb des Stalles im Grundwasserspiegel

erreicht. Sind die Rohre oberhalb des Grundwasserspiegels 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.

4 Fazit

Die Aktualität der Kühlung von Schweineställen ist aufgrund neuer geplanter Rechtsetzungen gegeben. Wird die Forderung von „Komfortzonen mit verringertem Schlitzanteil“ durchgesetzt, so wird die Kühlung von Schweineställen bedeutungsvoll. Lüftungen sollten planerisch bereits die Entnahme der Zuluft aus beschatteten Bereichen berücksichtigen und die direkte Stallbeschattung nicht außer Acht lassen.

Bei einer technisch gut gelösten Zuluftführung bleibt deshalb die Notwendigkeit von zusätzlichen Kühlungsanlagen fraglich. Sollen sie dennoch eingesetzt werden, so ist im Wesentlichen die direkte Verneblung des Wassers zu feinsten Tröpfchen im Stall oder in den Vorräumen technisch vorteilhaft.

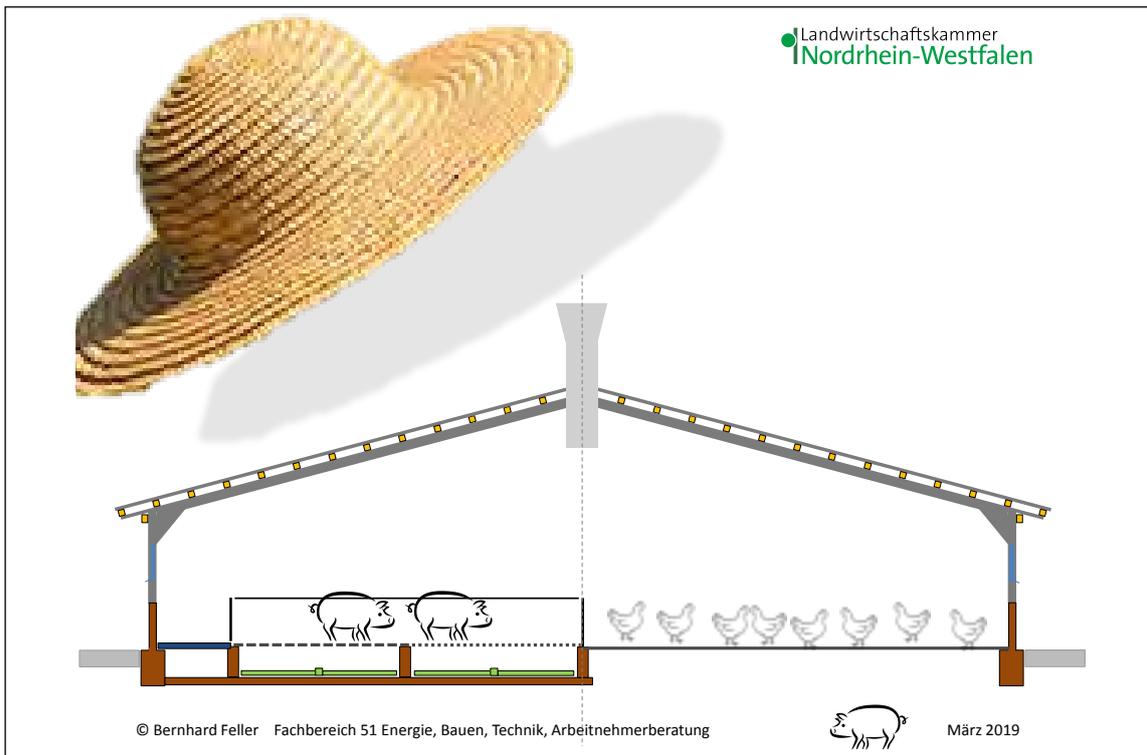
Das Wohlbefinden der Schweine sollte selbst bei eingesetzter Kühlung dadurch unterstützt werden, dass in kritischen Zeiten zu hoher Temperaturen auch das Management angepasst wird. Zum Beispiel kann durch Anpassung der Futtermenge und Verändern der Fütterungszeiten die Kreislaufbelastung für die Tiere gering gehalten werden. Integrierte Regelkreise zwischen Fütterungs- und Lüftungssteuerung in Kombination mit der Kühlung unterstützen diese Bemühungen.



KTBL Tage 2019 – Köhlen Kopf bewahren
Anpassung der Landwirtschaft an den Klimawandel

Der klimaangepasste Stall Schweine und Geflügel

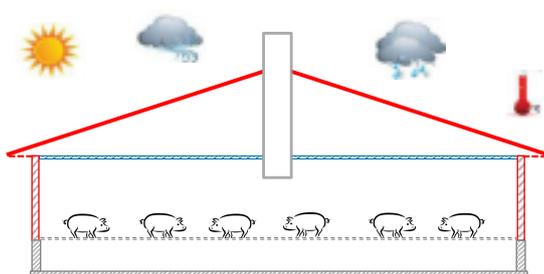
Bernhard Feller
Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen
Fachbereich Betriebswirtschaft – Bauen - Technik, Münster



Stallanlagen an das Klima anpassen

§ 18 TierSchNutzTV Anforderungen an Haltungseinrichtungen für Mastgeflügel: ... erforderlichenfalls eine Heiz- und Kühlungseinrichtung ...

§ 22 TierSchNutzTV Allgemeine Anforderungen an Haltungseinrichtungen für Schweine: ... geeignete Verminderung der Wärmebelastung der Schweine bei hohen Stalltemperaturen ermöglicht.



Einfluss Aussenklima:

- Temperatur
- Luftfeuchtigkeit
- Wind
- Sonneneinstrahlung

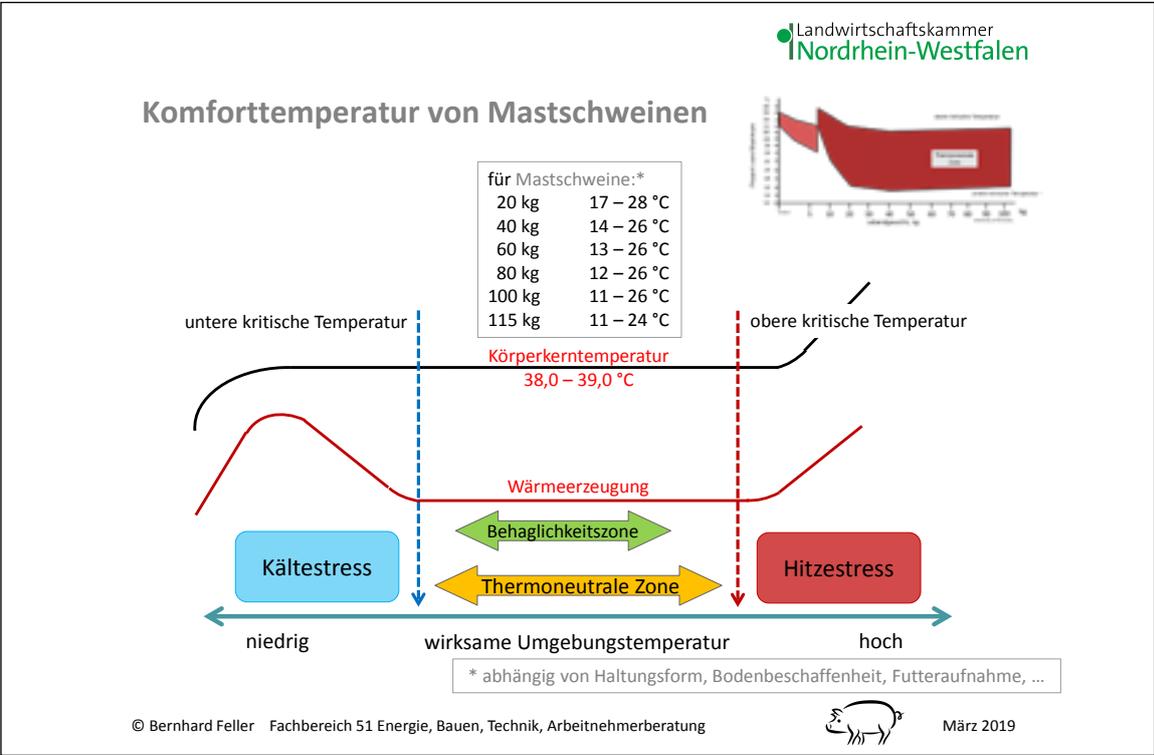
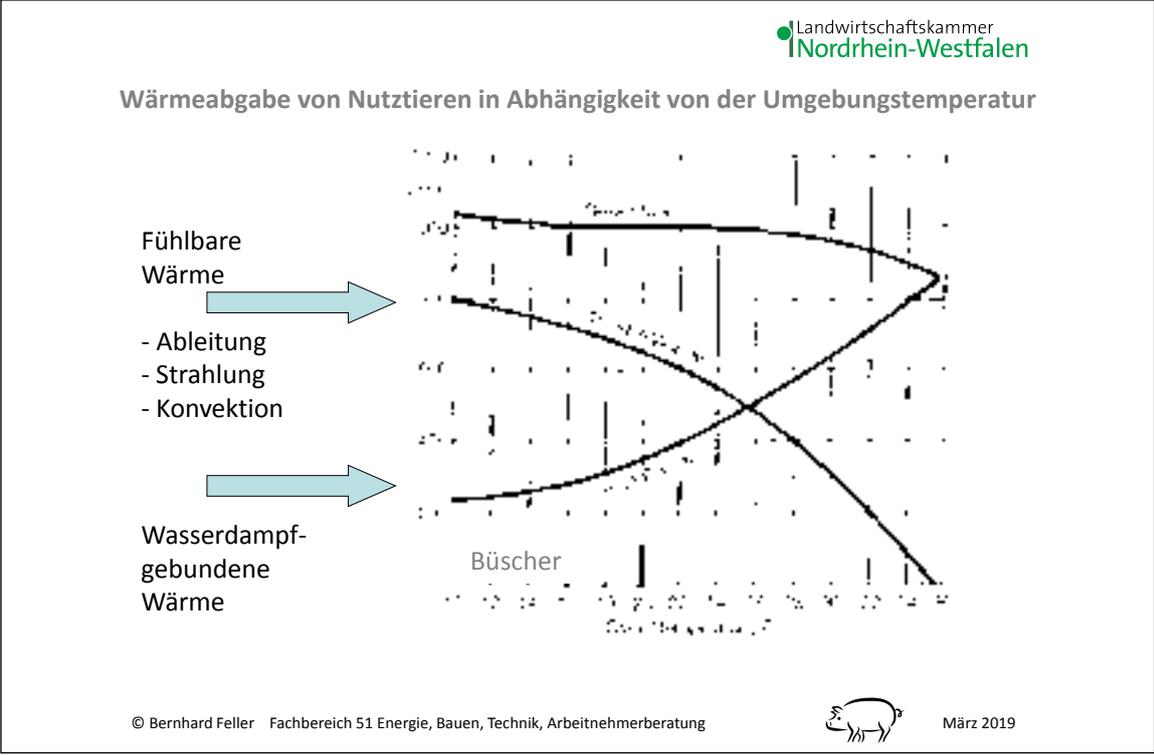
Beeinflussung des Stallklimas:

- Standort
- Bauausführung
- Lüftungsanlage

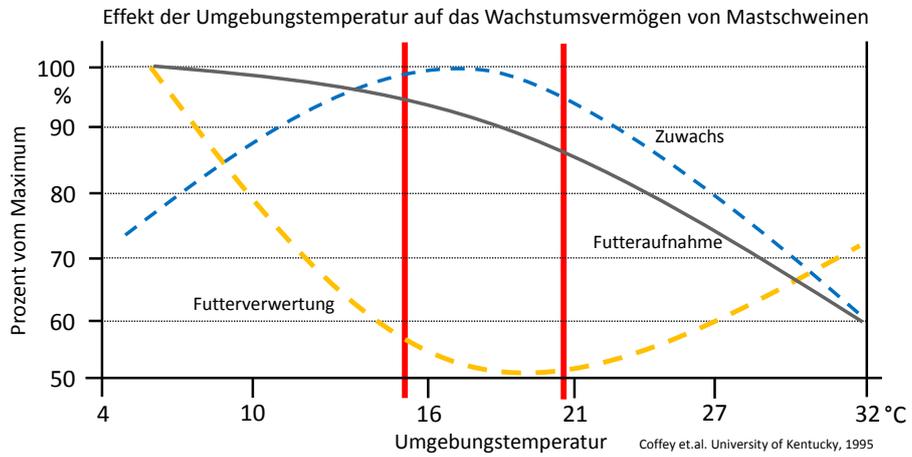
© Bernhard Feller Fachbereich 51 Energie, Bauen, Technik, Arbeitnehmerberatung



März 2019



Wachstumsvermögen in Abhängigkeit der Temperatur

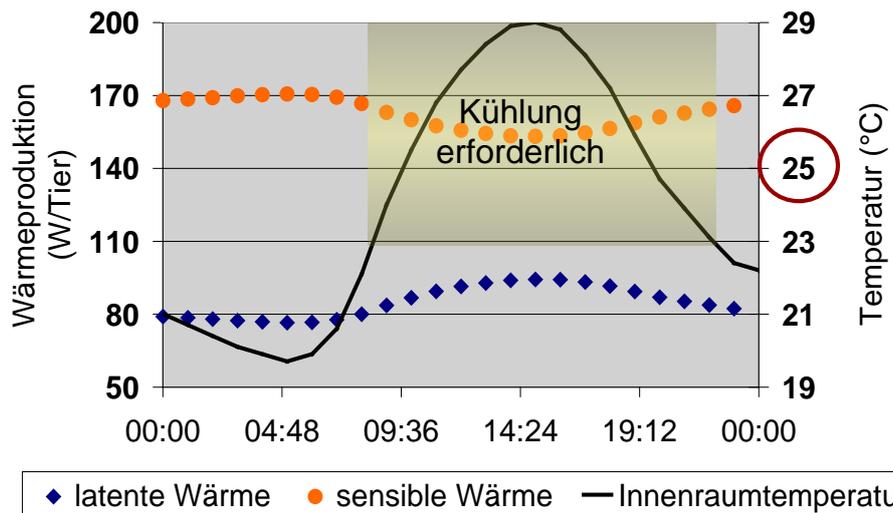


© Bernhard Feller Fachbereich 51 Energie, Bauen, Technik, Arbeitnehmerberatung



März 2019

Wärmeproduktion in Abhängigkeit der Lufttemperatur

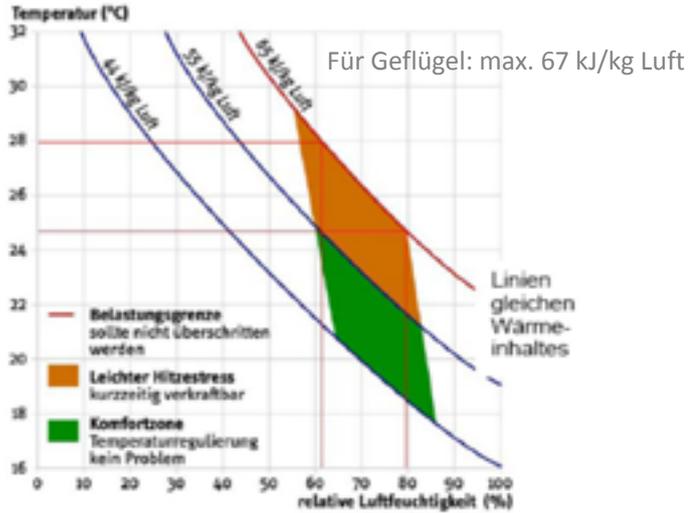


© Bernhard Feller Fachbereich 51 Energie, Bauen, Technik, Arbeitnehmerberatung



März 2019

Zustandsbereiche der Luft in Abhängigkeit von Feuchte und Temperatur

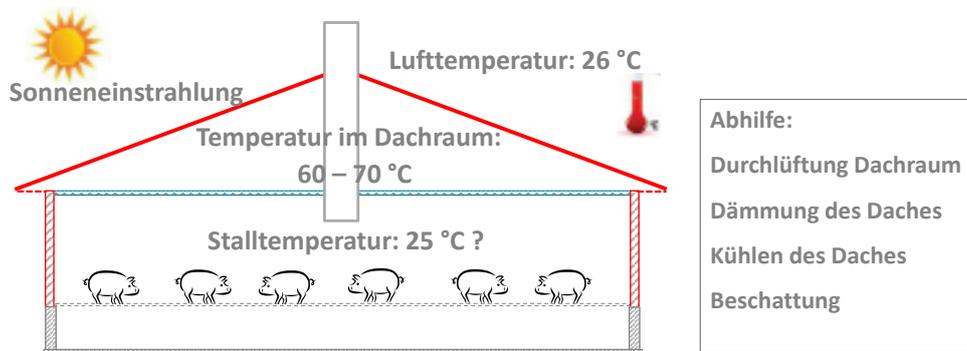


© Bernhard Feller Fachbereich 51 Energie, Bauen, Technik, Arbeitnehmerberatung



Wärme aus dem Dachraum

Heizleistung der Stalldecke: Stallmaße: 16,50 m x 25,30 m = 417 m²;
U-Wert der Decke: 0,42 W/m²K;
Temperaturdifferenz: 70 °C – 25 °C = 45 °C;
Wärmeübergang: 0,42 W/m²K x 417 m² x 45 K = **7.881 W**



© Bernhard Feller Fachbereich 51 Energie, Bauen, Technik, Arbeitnehmerberatung



März 2019

Wie können Ställe kühl gehalten werden?

- Lüftungseinrichtungen: Dimensionierung, Kontrolle
- Beschattung der Ställe
- Änderung des Tierbesatzes
- Wärmedämmung des Stalles; des Daches
- Zuluft aus kühleren Bereichen
- Kühlen der Zuluft:
 - Befeuchten
 - Kompressionskältemaschinen
 - Adsorptionstechnik

© Bernhard Feller Fachbereich 51 Energie, Bauen, Technik, Arbeitnehmerberatung



März 2019

Stalltemperatur bei unterschiedlichem Lüftungsniveau (Mastschweine 100 kg, hohes Futterniveau)

Maximum Lüftung	Außentemperatur	Stalltemperatur
80 m ³ /h	30,0 °C	32,8 °C
100 m ³ /h	30,0 °C	32,4 °C
120 m ³ /h	30,0 °C	32,2 °C

J. Peijnenburg, DLV 1998

© Bernhard Feller Fachbereich 51 Energie, Bauen, Technik, Arbeitnehmerberatung



März 2019



Landwirtschaftskammer
Nordrhein-Westfalen

Sonnenstrahl und Dachüberstand

Beschattung der Fenster:
Hecken / Sträucher / Bäume, Dachüberstand, Jalousien, etc.
Lichteinfall bleibt gewährleistet, aber Einstrahlung in den
Tierbereich wird vermieden

© Bernhard Feller Fachbereich 51 Energie, Bauen, Technik, Arbeitnehmerberatung  März 2019

Anforderungen an Zuluftsysteme

Luftgeschwindigkeit:

keine Zugluft, wenn die Raumtemperatur deutlich geringer als die Körpertemperatur ist

Faustregel:

Temperaturunterschied > 5 K max. Luftgeschwindigkeit im Tierbereich beachten!

Nur bei höheren Temperaturen (> 30°C) kann die Luftgeschwindigkeit im Tierbereich erhöht werden, um dadurch zusätzliche Kühleffekte zu nutzen.

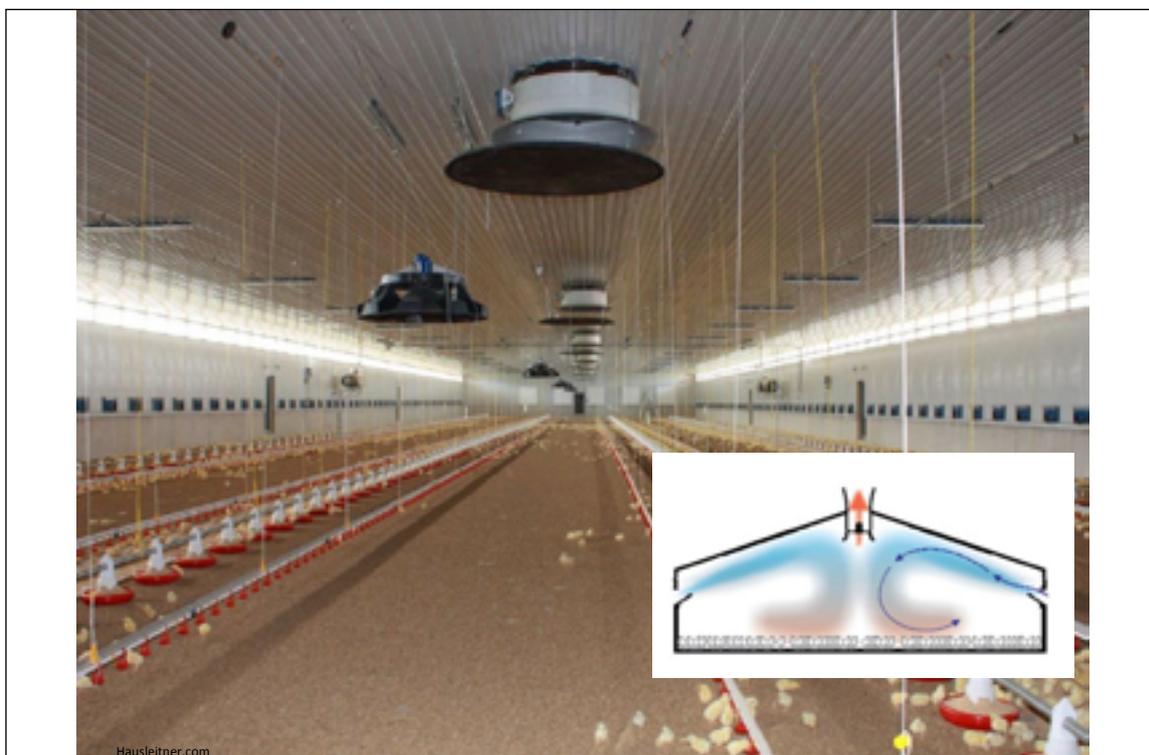


Der Chill-Effekt oder „gefühlte Temperatur“

Ist-Temperatur °C	Relative Luftfeuchte %	Temperaturwahrnehmung bei unterschiedlichen Luftgeschwindigkeiten m/s					
		0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
35	50	35	32,2	26,6	24,4	23,3	22,2
29,5	50	29,5	26,6	24,4	22,8	21,1	20,0
24	50	24	22,8	21,1	20,0	17,7	16,6

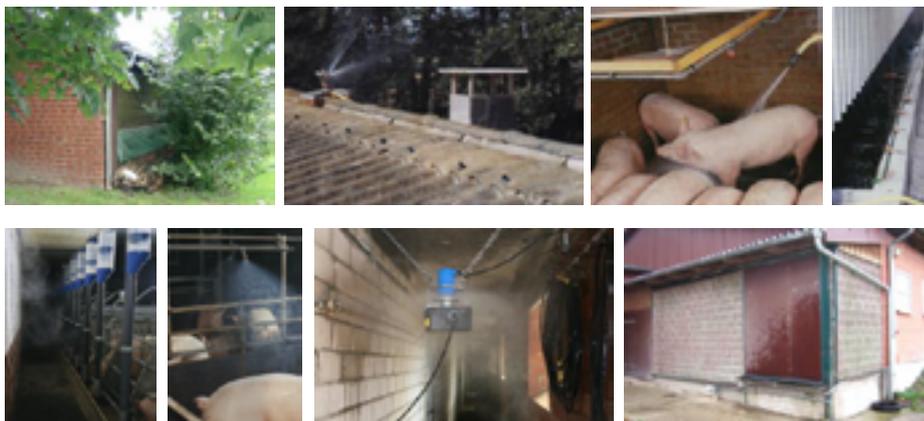
R. Barnwell, Pittsburg 2002





Hausleitner.com

Möglichkeiten zur Kühlung von Ställen



© Bernhard Feller Fachbereich 51 Energie, Bauen, Technik, Arbeitnehmerberatung



März 2019



Verdunstungskühlung – Wirkung der Luftfeuchte

- Rückgang der Wasserdampfabgabe durch die Tiere
- Obere kritische Temperatur* verschiebt sich nach unten
 - um ca. 1 K je 18 % zus. relativer Luftfeuchte
(Curtis, 1983)
 - um ca. 2 K bei Erhöhung der relativen Luftfeuchte von 50 % auf 80 % (Huynh, 2005)

* Abgeleitet anhand der Entwicklung der Rektaltemperatur und der Respirationrate



Befeuchtungskühlung im Sauenstall



Versprühen von Wasser
direkt unter den
Zuluftkanälen

oder

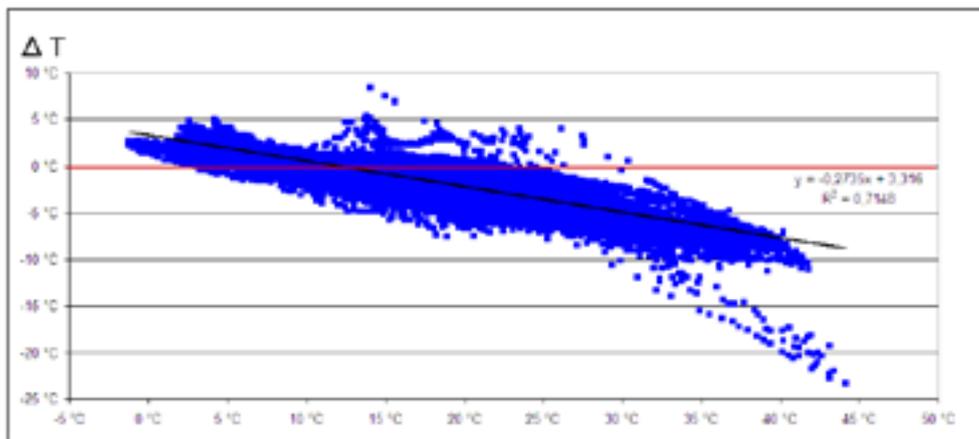
direkt über den Tieren



Werkbild Lubing



Kühleffekt einer befeuchteten Ziegelwand

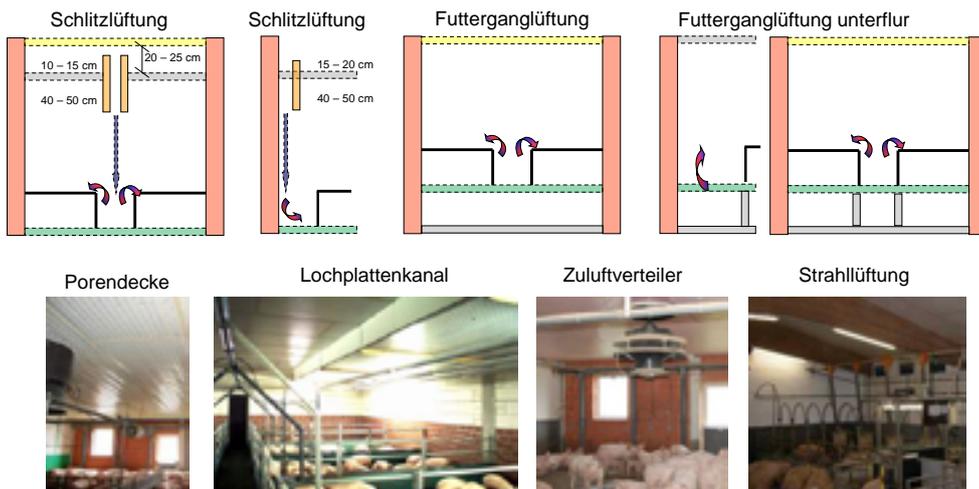


© Bernhard Feller Fachbereich 51 Energie, Bauen, Technik, Arbeitnehmerberatung



März 2019

Zuluftsysteme im Schweinestall

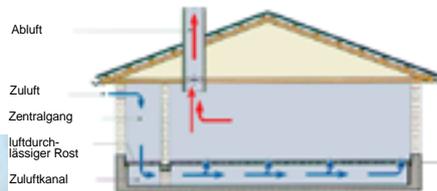
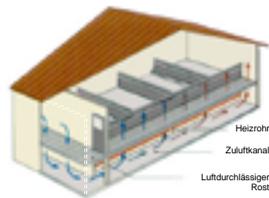


© Bernhard Feller Fachbereich 51 Energie, Bauen, Technik, Arbeitnehmerberatung



März 2019

Unterflur Futterganglüftung

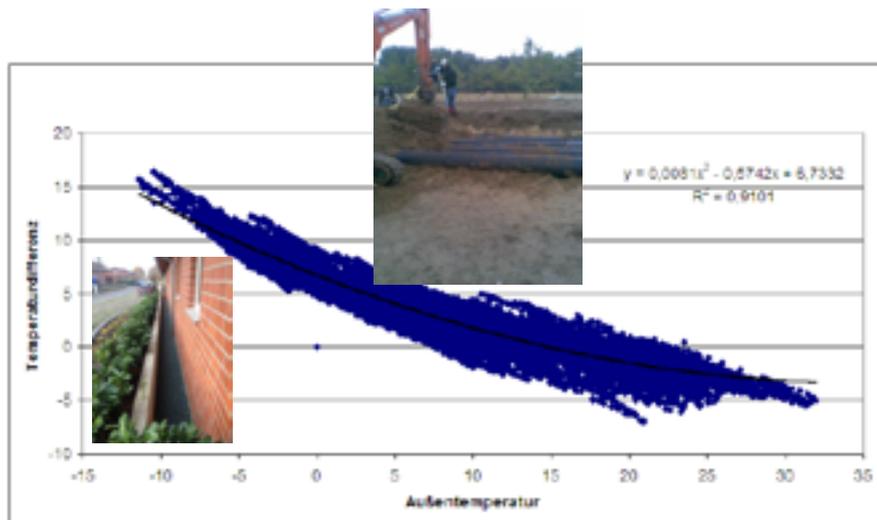


© Bernhard Feller Fachbereich 51 Energie, Bauen, Technik, Arbeitnehmerberatung



März 2019

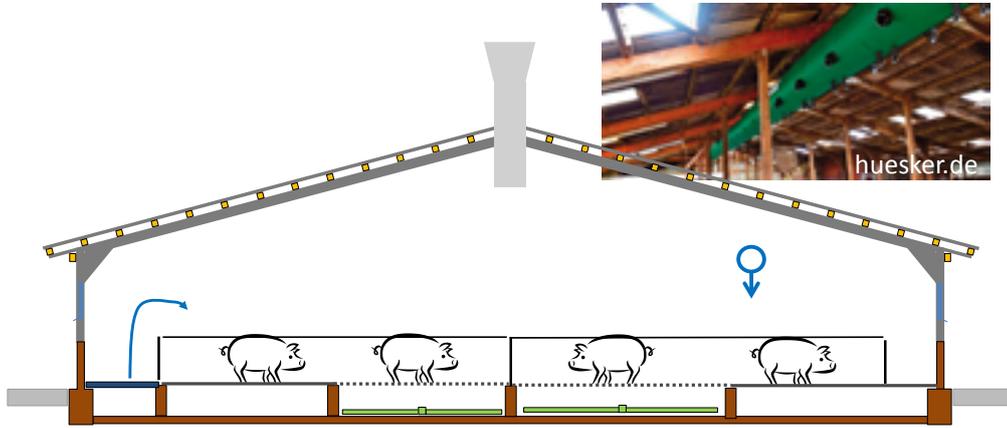
Heiz- und Kühlleistung eines Erdwärmetauschers



© Bernhard Feller Fachbereich 51 Energie, Bauen, Technik, Arbeitnehmerberatung



März 2019

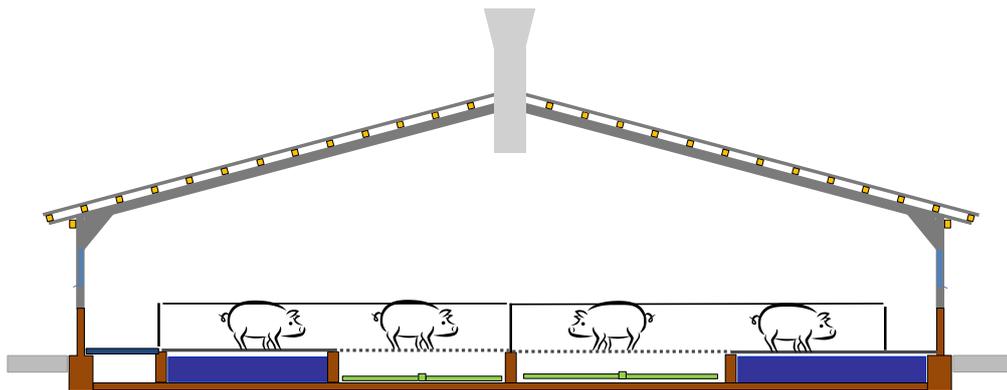


Zuluftführung Unterflur oder partielle Strahl Lüftung über z.B. Belüftungsschläuche

© Bernhard Feller Fachbereich 51 Energie, Bauen, Technik, Arbeitnehmerberatung



März 2019



Zuluftführung unter dem Liegebereich zur Kühlung

© Bernhard Feller Fachbereich 51 Energie, Bauen, Technik, Arbeitnehmerberatung



März 2019

Kühlen der Zuluft durch Kältemaschinen

Kältemaschinen zur Kühlung können auf vielfältige Weise angetrieben werden:

üblich sind elektrisch- oder gasbetriebene Kältemaschinen

Kältemaschinen können aber auch mit Wärme betrieben werden:

Adsorptions-/ Sorptiv-Kälteanlagen

Wärme aus Biogasanlagen

Wärme aus Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen

Solarbetriebene Anlagen

Problematisch sind die erforderlichen Leistungen:

100 m³/h Frischluft erfordern eine Kälteleistung von rund 200 Watt
für eine Temperatursenkung von 32°C auf 26°C:
bei 1.000 Mastplätze rund 50 - 60 kW_{el}



Bewertung der Kühlmöglichkeiten

Stallbauplanung:

gehört zu jedem Stallbaukonzept dazu

Überprüfung der Lüftungsanlage:

gehört zum ordnungsgemäßen Betrieb eines Stalles dazu

Einsatzmöglichkeiten für Befeuchtungskühlung prüfen:

abhängig von der Region und der Wasserqualität

Kosten-Nutzenanalyse für Erdwärmetauscher:

Unterflurzuluftführung, Röhrentauscher, Schotterspeicher

Adsorbtions- oder Kompressionskälteanlagen:

können aufgrund der hohen Kosten und erforderlichen Leistungen nicht realisiert werden

