

Bernd Lehmann, Jochen Baumeister und Klaudia Klindtworth

Einsatz einer Hochdruck-Vernebelungsanlage zur Kühlung eines Mastschweinestalls

Die Haltung von Mastschweinen erfolgt heute überwiegend in geschlossenen und zwangsbelüfteten Ställen. Da Schweine ein begrenztes Anpassungsvermögen an hohe Umgebungstemperaturen haben, wird für die Schweinehaltung in Sommerperioden der Einsatz von Kühlungssystemen diskutiert. Eine Möglichkeit stellen Hochdruck-Vernebelungsanlagen dar. Die vorliegende Studie untersuchte über einen Zeitraum von zwei Jahren die Wirkung und die Regelmechanismen einer solchen Kühlungseinrichtung auf die Stalltemperatur während des Sommers. An ausgewählten Sommertagen konnte ein maximaler Kühleffekt von 6 K erreicht werden.

Schlüsselwörter

Schweinehaltung, Mastschweine, Stallklima, Kühlung

Keywords

Pig farming, fattening pigs, climatization, cooling system

Abstract

Lehmann, Bernd; Baumeister, Jochen and Klindtworth, Klaudia

Use of a high-pressure water spraying system for cooling fattening pig houses

Landtechnik 66 (2011), no. 3, pp. 191–193, 2 figures

Fattening pigs nowadays are mainly kept in closed stables with forced ventilation. Because pigs have only a moderate adaptability to high temperatures, the use of cooling systems is actually in discussion. In this paper, high-pressure water spraying systems are focused on especial effects of cooling and controlling strategies during summer periods. A study has been conducted within a period of two years. As a main result of investigations a maximum cooling effect of 6 K could be verified.

■ Im Rahmen des BMELV Modellvorhabens „Landwirtschaftliches Bauen 2008–2010 – Kühlung von Schweineeställen“ wurden Untersuchungen an einem Mastschweineestall mit einer Hochdruck-Vernebelungsanlage (HD-Anlage) als Kühlsystem durchgeführt. Die HD-Anlage der untersuchten Stalleinheit befand sich in einem wärmegeprägten Maststall mit 265 Mastplätzen und war direkt im Mastabteil eingebaut (**Abbildung 1**). Die Tiere wurden in insgesamt 8 Buchten mit jeweils 33 Tieren gehalten; der Stall verfügte über einen Vollspaltenboden und sensorgesteuerte Flüssigfütterung. Die Luftzuführung erfolgte über eine Porendecke, die Abluft wurde oberhalb des Kontrollgangs abgesaugt.

Aufbau der Anlage und Funktionsprinzip

An jeder Längsseite des Stalles waren die Wasserzuleitungen für die HD-Anlage mit je 16 Hochdruckdüsen pro Seite in einer Höhe von 2 m installiert. Bei Betrieb der Anlage wurde im Leitungssystem bis zu den Düsen ein Druck ≥ 70 bar aufgebaut. Die Düsen hatten einen durchschnittlichen Wasserausstoß von 4,3 l/h. Das Wasser wurde als feiner Nebel direkt der Stallluft zugeführt. Der Wassernebel verdunstet, sodass die relative Luftfeuchtigkeit im Stall ansteigt und die Temperatur entsprechend der verdunsteten Wassermenge sinkt (adiabat). Die Anlage bestand aus folgenden Komponenten:

- Wasserzuleitung und -aufbereitung durch zentrale Filtereinheit
- Hochdruckpumpeneinheit mit anschließendem Hochdruckleitungssystem und Hochdruckdüsen
- Stallklimasensoren für relative Luftfeuchtigkeit und Lufttemperatur
- Steuerungscomputer mit Bedieneinheit

Abb. 1



Versuchsabteil mit Hochdruck-Vernebelungsanlage zur Kühlung (Wasserleitungen mit Hochdruckdüsen zur Vernebelung sind seitlich über den Fenstern montiert)

Fig. 1: Experimental housing with adiabatic cooling system (water pipes and high-pressure nozzles installed directly in the stable above the windows)

Regelungsstrategie

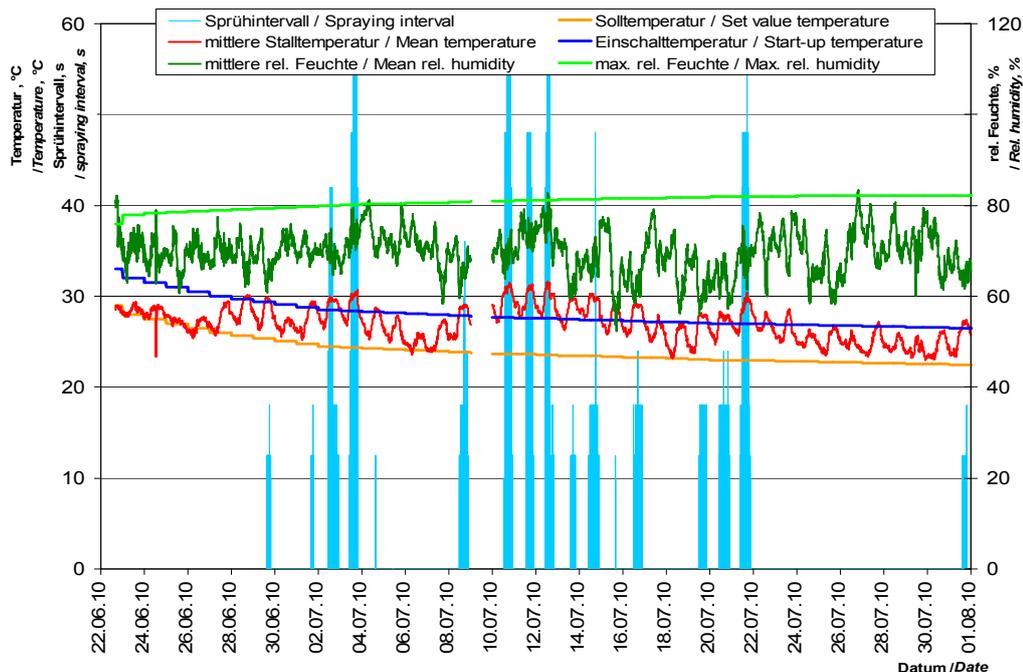
Die HD-Anlage wird über einen Controller gesteuert, der mit dem Lüftungssystem gekoppelt ist. Im Klimacomputer ist, abhängig vom Alter der Schweine, die Solltemperatur in der Klimakurve vorgegeben. Innerhalb eines Korridors von „Solltemperatur + 4 K“ wird zunächst die Luftrate angepasst und die Temperatur im Stallabteil geregelt. Wird der „Sollwert + 4 K“

überschritten, setzt die Kühlung ein (Einschalttemperatur der HD-Anlage). Sinkt die tatsächliche Stalltemperatur wieder in den Regelkorridor (Sollwert + 4 K) schaltet die Kühlung wieder ab. Während der Kühlungsphase werden die Sprüh- und Pausenzeit der HD-Anlage durch Berechnung der erforderlichen Wassermengen variiert. Die Sprühintervalle werden dabei von 10 s bis 45 s und die Pausenzeiten zwischen den Sprühintervallen von 10 s bis 0 s (Dauerbetrieb Anlage) geregelt. Steigt die Stalltemperatur über einen Wert von „Solltemperatur + 6 K“ wird zusätzlich die relative Feuchte im Stall als Regelparameter mitberücksichtigt. Dies ist erforderlich, um ein Vernässen des Stallinnenraumes zu verhindern.

In **Abbildung 2** ist exemplarisch das Zusammenspiel der beschriebenen Stallklimafaktoren mit den Funktionszeiten der HD-Anlage dargestellt. Aus dem Sommer 2010 sind in der Abbildung dargestellt: die Intensität der Sprühkühlung, die eingestellte Solltemperatur mit der Einschalttemperaturkurve der HD-Anlage, die Begrenzungskurve für die maximal zulässige relative Luftfeuchtigkeit sowie die gemessenen tatsächlichen Stalltemperaturen und relativen Luftfeuchtigkeiten im Stall.

Es wird deutlich, dass die Stalltemperatur im ausgewählten Zeitraum bis auf sehr wenige Ausnahmen immer über der vorgegebenen Solltemperatur lag. An den Tagen, an denen die HD-Anlage lief, überschritt die Stalltemperatur in allen Fällen die vorgegebene Einschalttemperatur (Solltemperatur + 4 K). Die maximal zulässige Feuchte im Stall wurde vor allem an den Tagen erreicht, an denen die Sprühkühlung in Betrieb war. Am 27.07.10 lagen lediglich ein paar wenige Werte geringfü-

Abb. 2



Sprühintervalle [s], mittlere Stalltemperatur [°C], mittlere relative Luftfeuchtigkeit im Stall [%] sowie die Regelparameter Solltemperatur [°C], maximal zulässige Feuchte im Stall [%] und Einschalttemperatur [°C] der Sprühkühlung im Zeitraum vom 22.06.–01.08.2010

Fig. 2: Spraying intervals [s], mean temperature [°C], mean rel. humidity [%] as well as control pattern set value temperature [°C], max. rel. humidity [%] and start-up temperature [°C] for cooling in the period of 22.06.2010 to 01.08.2010

gig über der Maximalfeuchte. Hier könnte die Maximalfeuchte begrenzender Faktor für den Einsatz der Sprühkühlung gewesen sein. Es ist jedoch zu erkennen, dass am 27.07.10 nicht die Maximalfeuchte dazu führte, dass keine Vernebelung stattfand. Hier erreichte die Stalltemperatur nicht die notwendige Einschalttemperatur für die Kühlung (Solltemperatur + 4 K = Maximaltemperatur).

Einsatzergebnisse und -erfahrungen

Der untersuchte Modellbetrieb verfügte über mehrjährige Erfahrungen im Einsatz einer HD-Anlage zur Optimierung der Stallklimasituation in der Schweinemast. Neben dem Brechen von Temperaturspitzen in den Sommermonaten (bis zu 6 K) setzte der Betriebsleiter die Anlage zusätzlich in der Heizperiode zur Erhöhung der relativen Luftfeuchte ein. Im Versuchsstall belief sich die notwendige zusätzliche Investition auf 17,55 €/Mastplatz (ohne Montage). Im Untersuchungszeitraum lief die Kühlung insgesamt 159 h und verbrauchte dabei eine Wassermenge von 21,3 m³. Der Stromverbrauch der HD-Anlage belief sich auf 239,5 kWh, was einem Anteil von 2,5 % am Gesamtstromverbrauch entsprach. Seit Inbetriebnahme der Anlage (2 Jahre) mussten 7 von 32 Düsen ausgewechselt werden. Direkte Auswirkungen der HD-Anlage auf das Emissionsverhalten der Stalleinheit bezüglich Ammoniak konnten in den Untersuchungen nicht nachgewiesen werden. Allerdings wären hierfür weitere und deutlich aufwendigere Untersuchungen von Nöten. Die technische Funktion der Anlage war während des Untersuchungszeitraumes immer gegeben, wobei sich als

Schwachstelle die Hochdruckdüsen herausstellten. Diese sollten regelmäßig geprüft werden, um im Bedarfsfall einen störungsfreien Einsatz der Kühlanlage zu gewährleisten.

Schlussfolgerungen

Die Diskussion technischer Kühleinrichtungen in der Nutztierhaltung hängt zweifelsohne mit der Häufigkeit und Dauer heißer Sommerphasen zusammen. Diese definieren den eigentlichen Kühlbedarf. Der Einsatz von Hochdruck-Vernebelungsanlagen in geschlossenen Ställen erfordert eine sorgfältige Abstimmung mit der Stallklimaführung sowie eine ausreichende Beobachtung durch den Betreiber. Unter „Extrembedingungen – trocken und heiß“ lassen sich grundsätzlich deutliche Temperaturabsenkungen erreichen. Auf dem Modellbetrieb wurde die Kühlanlage zusätzlich zur Luftbefeuchtung im Winter eingesetzt und damit als Maßnahme zur Gesamtoptimierung des Stallklimas, was dem technischen Aufwand eher gerecht wird.

Autoren

Prof. Dr. agr. Bernd Lehmann ist Professor für Landtechnik, Bauwesen und Physik, **Dipl.-Ing. (FH) Jochen Baumeister** ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet und **Dipl.-Ing. agr. Klaudia Klindtworth** war befristete wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Hochschule Osnabrück, Fakultät Agrarwissenschaften und Landschaftsarchitektur, Studiengang Landwirtschaft, Am Krümpel 31, 49090 Osnabrück, E-Mail: b.lehmann@hs-osnabrueck.de

Danksagung

Das Modellvorhaben wurde durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz finanziell gefördert.