

## Erwärmung von Stallgebäuden durch Sonneneinstrahlung

*Der sommerliche Wärmeeintrag über die Außenwände und Dachflächen eines Stallgebäudes hat erheblichen Einfluss auf die herrschende Innentemperatur. Für den Wärmedurchgang ist die Oberflächentemperatur der Außenwände maßgebend, die je nach Material- und Farbwahl meist deutlich über der Lufttemperatur liegt.*

**W**ärmeschutznachweis und Energiebedarfsermittlung für massive Stallgebäude stellen leider immer noch die Ausnahme dar. Noch weniger Beachtung findet in der Praxis allerdings der sommerliche Wärmeschutz. Wie jedes andere Gebäude besteht auch ein Stall aus (prinzipiell) sechs Hüllflächen, nämlich Grundfläche und Dach, sowie den vier nach Norden, Osten, Süden und Westen ausgerichteten Seitenwänden. Alle diese Hüllflächen wirken sich durch Materialwahl und die Jahreszeit bedingten Klimaeinflüsse auf die Stallinnentemperatur aus. Es werden Wärmegewinne erzielt oder Wärmeverluste verzeichnet; wobei der Wärmeübergang der Bodenplatte naturgemäß den geringsten Schwankungen/Einflüssen unterliegt. Temperaturdifferenzen in einer Größenordnung, wie diese bei den anderen Hüllflächen vorkommen, sind hier weder im Winter noch in der warmen Jahreszeit festzustellen.

Der vorrangige Beweggrund für eine Versuchsanstellung war es,

- die Temperaturunterschiede zwischen Außenluft und Oberflächentemperatur des Außenmauerwerks sowie
- die zeitliche Verschiebung des Wärmedurchgangs (Amplitudenverschiebung) innerhalb des Wandaufbaus festzustellen.

### Versuchsanstellung und Ergebnisse

Im Sommer 2001 wurden in der FAL über einen Zeitraum von mehreren Monaten Untersuchungen zum Wärmedurchgang, also den Auswirkungen der Sonneneinstrahlung (Oberflächentemperatur der Außenwand) auf die Stallinnentemperatur durchgeführt. An der Südfassade eines in herkömmlicher Bauweise errichteten Mastschweinealles wurde mit Hilfe von Temperaturfühlern (NiCr-Ni Thermdraht) an den Oberflächen und innerhalb des Wandaufbaus im 5-Minuten-Rhythmus der „tatsächliche Temperaturverlauf“ gemessen und mit den Rechenwerten nach DIN 4108 sowie der Stallinnentemperatur verglichen.

Wegen der besseren Zugänglichkeit zur installierten Messtechnik wurden diese Daten an der Außenwand eines nicht mit Mast-

schweinen belegten Raumes erfasst; somit ergeben sich auch keine, die Messdaten sicherlich beeinflussenden Faktoren, die durch die Wärmeabgabe der Tiere (Wärmeleistung/Wärmeabgabe der Schweine 1800 W/GV [1], nach DIN 18910 und [2] rund 900 W/GV) hervorgerufen würden.

Die Vergleichsdaten der „Raumtemperatur Mastschweineestall“ wurden im 4-Stunden-Intervall in einem angrenzenden, klimatisierten und mit Mastschweinen belegten Abteil genommen. Klimatisiert heißt in diesem Falle wirklich klimatisiert, nämlich einem mit Klimageräten sowohl zu kühlenden als auch zu erwärmenden Stallraum.

Zur Erläuterung des Sachverhaltes und der Messergebnisse werden an dieser Stelle exemplarisch „zwei warme Tage“ im Monat August des Jahres 2001 herausgegriffen, die durchaus keine Ausnahmesituation im Jahresverlauf darstellen.

Die Temperaturverläufe an der Oberfläche der Außenwand, der Trennfläche Verblendmauerwerk/Luftschicht, der Trennfläche Dämmung/Hintermauerwerk und der inneren Wandoberfläche sind zur Veranschaulichung in Form eines Liniendiagramms graphisch dargestellt. Die Kurven zeigen deutlich die (erwartete) zeitliche Verschiebung des Temperaturverlaufes beim Wärmedurchgang der untersuchten Außenwand. Als vergleichende Parameter sind die im Schatten gemessene Lufttemperatur, die vom Deutschen Wetterdienst (DWD) für den Bereich Braunschweig angegebene Lufttemperatur sowie die Stallinnentemperatur aufgeführt. Wie oben bereits erwähnt, wurde die Stallluft allerdings zusätzlich durch den Einsatz von Klimageräten beeinflusst, so dass die gemessene Stalltemperatur nicht als Resultat von Außenluft, Wärmeabgabe der Schweine und Unterdrucklüftung gesehen werden kann, was allerdings keinen Einfluss auf die prinzipiellen Aussagen hat.

Die höchste Lufttemperatur für den 25. August 2002 wird vom Deutschen Wetterdienst mit 31,1 °C für die Zeit von 17:00 bis 17:15 Uhr angegeben, die niedrigste mit 16,5 °C für 6:00 Uhr morgens. Die für den Wärmedurchgang, also die Wärmeentwicklung der Rauminnentemperatur, maßgebenden

Dipl.-Ing. Architekt Karl-Wilhelm Haake ist Mitarbeiter am Institut für Betriebstechnik und Bauforschung der FAL, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig; e-mail: karl-wilhelm.haake@fal.de

### Schlüsselwörter

Stallklima, sommerlicher Wärmeschutz, Wärmedurchgang, Stallgebäude

### Keywords

Stable climate, summery heat protection, heat transfer, stable

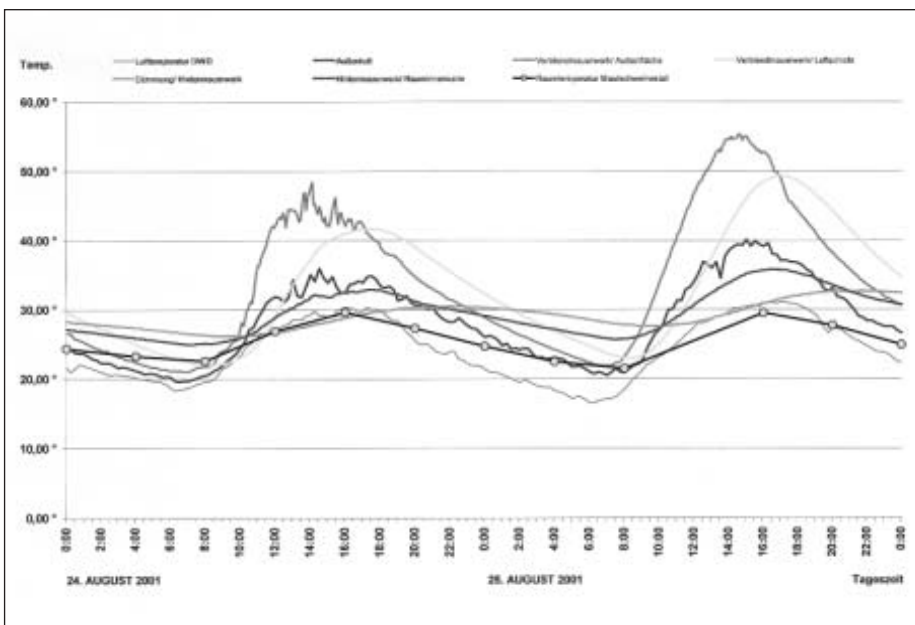


Bild 1: Liniendiagramm der Oberflächen- und Trennschichttemperaturen der Außenwand eines in herkömmlicher Bauweise errichteten Mastschweinstalles über den Zeitraum von 48 Stunden

Fig. 1: Lines diagram of the surface- and dividing area-temperatures of the outside wall of a conventionally built pig fattening stable over a period of 48 hours

de Oberflächentemperatur – in diesem Falle auf der Südseite des Gebäudes – liegt zu diesem Zeitpunkt noch bei 48°C beziehungsweise 22,3°C. Die höchste Oberflächentemperatur erreichte die Südfassade um 14:35 Uhr mit 55,3°C. Somit liegt zwischen dem in eine theoretische Berechnung eingehenden Wert und der gemessenen Temperatur eine Differenz von immerhin 24,2 K.

Durch die innerhalb des Wandaufbaus montierten Messfühler konnte der Wärmedurchgang und damit die Amplitudenverschiebung ermittelt werden. Die höchste Oberflächentemperatur wurde um 14:35 Uhr mit 55,3°C festgestellt. Die Innenseite des Verblendmauerwerks (Vormauerziegel, 1,8) weist zu dieser Zeit im Bereich der Trennschicht Verblender/Luftsicht noch eine Temperatur von 44,6°C auf und erreicht mit 49,3°C erst 2 1/4 Stunden später den Maximalwert.

Eine weitere Zeit- und Temperaturverschiebung ergibt sich an der Trennschicht Wärmedämmung/Hintermauerwerk (Glaswolle WL 040, d = 80 mm; Kalksand-Vollstein 2,0). Hier wurden an diesem Tage um 20:35 Uhr mit 32,7°C die höchste und um 9:50 Uhr mit 27,6°C die niedrigste Temperatur gemessen. An diesem Messpunkt sind auch die geringsten Tag-Nacht-Schwankungen zu verzeichnen.

Gleichermaßen signifikant wie interessant ist bei dieser Kurve der Zeitpunkt der niedrigsten Temperaturwerte, nämlich am späten Vormittag, also zu einem Zeitpunkt, an dem die Ostfassade schon wieder Höchsttemperaturen und auch die Südfassade deutlich steigende Temperaturen verzeichnet. Die Höchstwerte liegen in den Abendstunden, also zu einer Zeit bereits deutlich fallender Außentemperaturen; der Schnittpunkt ist kurz nach 20:00 Uhr erreicht.

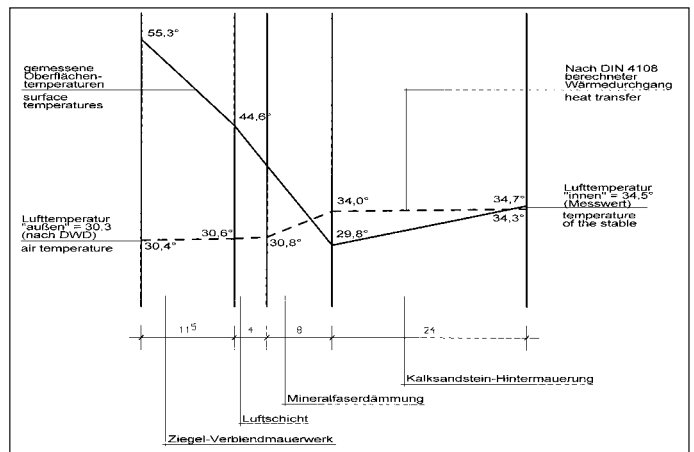
Die Oberflächentemperatur auf der Innenwand zeichnet sich durch eine geringfügig breitere Temperaturspanne aus. Bei Betrachtung der Temperaturlinie in Bild 1 fällt auf, dass hier sowohl der Temperaturtiefpunkt als auch der Temperaturhochpunkt zeitlich früher liegen als dies an der Trennfläche Wärmedämmung/Hintermauerwerk zu verzeichnen ist. Die Ursache für diese „gegenläufige Tendenz“ ergibt sich aus den Einflüssen der anderen Hüllflächen, die diesen Raum umschließen und einerseits bei sinkender Außentemperatur einen zusätzlichen Wärmeabfluss ermöglichen, also eine zusätzliche Abkühlung bewirken, andererseits eine frühere und länger andauernde Wärmeaufnahme bedeuten (Bild 2).

### Schlussfolgerung

Welche Rückschlüsse und Folgerungen können nun aus diesen Erkenntnissen für die Planung und den Betrieb eines gedämmten, massiv errichteten und mechanisch gelüfteten Stallgebäudes gezogen werden?

Bild 2: Gemessener und rechnerischer Temperaturverlauf (nach DIN 4108, bei vorgegebener Innentemperatur) in der Außenwand eines herkömmlichen Mastschweinstalles

Fig. 2: Measured and computed temperature development (according to DIN 4108, with set interior temperature) in the outside wall of a conventional pig fattening stable



- Bei der Planung von Stallgebäuden sollte tunlichst auch dem sommerlichen Wärmeschutz Beachtung geschenkt werden.
- Alle Hüllflächen beeinflussen den Wärmehaushalt eines Gebäudes.
- Durch geschickte und überlegte Materialwahl und entsprechenden Wandaufbau kann die Aufwärmung des Innenraumes deutlich verzögert werden; im gegebenen Fall um sechs bis acht Stunden.
- Auch die Farbgestaltung von Außenwänden und Dachflächen spielt für die Innentemperatur – und wie wir wissen nicht zuletzt auch für die Vermeidung von Bauschäden (Risse durch Temperaturspannungen) – eine wichtige Rolle.
- Es sollte überlegt werden, ob eventuell durch ein angepasstes Lüftungsverhalten (Steuerungsprogramm) die Stallinnentemperatur und die wärmeabstrahlende Innenwand positiv beeinflusst werden können, da die höchste Stalltemperatur zu einer Zeit erreicht wird, wenn die Außentemperatur bereits wieder abgesunken ist. Erhöhte Luftraten in den kühleren Nachtstunden – ein entsprechendes Stallvolumen und Innenwandmaterial vorausgesetzt – könnten die Situation sicherlich verbessern.
- In jedem Falle sollte die Lüftungsanlage so ausreichend dimensioniert sein, dass diese auch mit kritischen Situationen, also vollständig belegten Abteilen, ausgewachsenen Tieren und extremen Temperaturen fertig wird.
- Ein willkommener Effekt für den Immissionsschutz könnte sein, dass die höchsten Luftraten zu einer Zeit erreicht würden, wenn die betroffene Bevölkerung davon weniger Kenntnis nimmt und Gerüche bei relativ kühleren Temperaturen auch weniger intensiv sind.

### Literatur

- [1] Landwirtschaftskammer Hannover
- [2] Arbeitsgemeinschaft für Elektrizitätsanwendung in der Landwirtschaft