

Thermoregulation -- Grundlagen

27.03.2002 - Fachschulen für Agrarwirtschaft BORKEN

- 5 **1. Leben ist untrennbar mit Stoffwechsel verbunden. Stoffwechsel ist die Summe der biochemischen Reaktionen im Organismus. Biochemische Reaktionen sind Formen von Energiewechsel. Energiewechsel können niemals einen Wirkungsgrad von 100% erreichen. Der Anfall von Abwärme ist also bei Lebewesen völlig unvermeidlich.**
- 10 **2. Wärme kann von einem System als sensible und / oder latente Wärme an die Umgebung abgegeben werden. Die Abgabe von sensibler Wärme ist nur möglich, wenn die Umgebung kälter ist als das wärmeabgebende System. Dies ist bei unseren Nutztieren in der Regel gegeben.**

Sensible Wärme

- *Strahlungswärme*

15 Strahlungswärme in Form von Infrarotstrahlen ist nur dann eine effektive Form der Wärmeübertragung, wenn der abgebende Körper eine sehr hohe Temperatur von mehreren 100°C oder sehr spezielle Materialeigenschaften hat, wie z.B. Keramik. **Tiere können somit Abwärme nur sehr begrenzt in Form von Strahlungswärme ableiten.** Strahlungswärme erwärmt lichtdurchlässige Objekte (z.B. Luft, Wasser, Glas)

20 kaum und wird von reflektierenden Objekten kaum angenommen. In der Heiztechnik ist sie da besonders attraktiv, wo in einem kälteren Umgebungsklima gezielt lokale Flächen erwärmt werden sollen. Strahlungswärme wird bei Auftreffen auf dunkle Oberflächen zu einem großen Teil in Infrarotstrahlung umgewandelt, was z.B. im Sommer bei ungedämmten Dächern sehr nachteilig sein kann.

- *Leitungswärme*

25 Berühren sich Festkörper unterschiedlicher Temperatur, fließt Wärme vom wärmeren zum kälteren Objekt. Der Wärmefluß ist bei dichten, schweren Objekten stärker als bei porösen, leichten Körpern.

30 Entsprechend können Tiere Wärme sehr leicht an kalte Stallteile abgeben, wenn sie großflächig Kontakt haben, die Objekte deutlich kälter sind und Wärme gut aufnehmen und ableiten, wie z.B. Beton - oder Metalloberflächen.

Besonders effektiv wird der Wärmeabfluß, wenn wegen Nässe kein dämmendes Luftpolster zwischen Haut und Fläche entsteht, weswegen Schweine bei sehr hohen Umgebungstemperaturen ihre Liegeflächen bevorzugt einnässen.

35 • *Konvektionswärme*

So bezeichnet man die Abgabe von Wärme an ein Gas oder eine Flüssigkeit. Im Falle unserer Nutztiere ist das die Luft. Da sich Luft bei Erwärmung um 1°K um 1/273 ihres Volumens ausdehnt, also leichter wird, steigt sie auf, so daß kühlere Luft nachströmen kann, die sich ebenfalls erwärmt usw. In sehr kleinen Räumen ist die Luftströmung unter Umständen so stark eingeschränkt, daß die Luft „steht“, d.h. es bilden sich um das wärmere Objekt zwiebelartig Luftschichten abnehmender Temperatur, die stark isolierend wirken. Derartige Effekte kann man insbesondere in Kälberhütten, Ferkelboxen u.ä. beobachten.

Latente Wärme

45 Tiere müssen gerade bei sehr hohen Lufttemperaturen noch Überschusswärme abgeben können. Dies ist bei über der Körpertemperatur liegenden Umgebungstemperaturen nur noch mit der Bildung von Verdunstungskälte möglich. Werden aus einer Flüssigkeit Moleküle in die umgebende Luft gerissen, kühlt sich die Flüssigkeit bzw. die Oberfläche, auf der sie sich befindet, stark ab.

50 Der beste Beweis hierfür ist die Tatsache, daß man bei Normaldruck trotz beliebiger Energiezufuhr Wasser nicht über 100 °C erhitzen kann. Das Verdampfen verzehrt vollständig jede weitere zugeführte Energie. Diese Erzeugung von Verdunstungskälte kann einmal über die Haut in Form von Schwitzen erfolgen, zweitens durch Anfeuchten der Haut mit Wasser, Schlamm etc., sowie immer bei allen Nutztieren über die Lunge beim Atmen. Das heißt, daß das normale Atmen immer auch eine Abgabe von Wärme über die Erzeugung von Luftfeuchte bedeutet. Zusätzliches Atmen zur Energieabgabe, also Hecheln, ist insofern problematisch, als es mit erheblich vermehrter Tätigkeit der Atemmuskulatur und damit wieder vermehrtem Anfall von Wärme verbunden sein kann. Außerdem können sich die O₂ / CO₂ - Verhältnisse bedrohlich verschieben (Hyperventilation ,) so daß Kreislaufprobleme bis hin zum Herztod drohen. Einige Tiere, z.B. Hunde, verfügen allerdings über spezielle physiologische Hecheltechniken.

60 Insgesamt können Tiere mit vielen Schweißdrüsen, also auch Pferd und Rind, sehr hohe Temperaturen weit besser ertragen als etwa Schweine, die darüber hinaus auch

65 noch ein sehr ungünstiges Verhältnis von Blutvolumen zum Herzmuskelvolumen ha-
ben, also ausgesprochen kreislaublabil sind. Latente Wärme kann selbstverständlich
nur solange und nur so gut gebildet werden, wie die relative Luftfeuchtigkeit unter
100% liegt. Phänomene wie Sauna bzw. Schwüle belegen dies eindrucksvoll. Die
70 durch die Verdunstung in die Luft eingetragene Energie kann durch Auskondensieren
übrigens wieder zurückgewonnen werden, ein Prinzip, das Stallluftentfeuchter und
andere Luft / Luft - Wärmepumpen nutzen.

**3. Die ideale Umgebungstemperatur, die für jedes Lebewesen theoretisch zu
ermitteln und vom Tierhalter anzustreben wäre, liegt dann vor, wenn bei einem
75 Lebewesen die unvermeidlich anfallende Abwärme aus Stoffwechsel genau der
Summe der Wärmeverluste an die Umgebung entspricht. Das Lebewesen
braucht dann weder Energie zum Heizen noch zum Kühlen. Bei allen anderen
Umgebungstemperaturen geht sonst unvermeidlich mehr oder weniger Futter-
energie zum Heizen oder Kühlen und damit Leistung verloren. Die ideale Umge-
80 bungstemperatur hängt unter anderem von der relativen Oberfläche, der aktuel-
len Leistung, dem Gesundheitszustand und vielen anderen Größen ab, ist somit
bei jedem Tier verschieden und also keine geeignete Größe zur Steuerung der
Stalltemperatur.**

85 4. Tiere antworten - wie der Mensch - auf Abweichungen von der idealen Umge-
bungstemperatur zunächst **ethologisch**, d.h. mit Verhaltensänderungen, welche rela-
tiv sehr wenig Energie bei sehr hohem Wirkungsgrad kosten :

- Veränderung der Oberfläche durch Anziehen / Ausstrecken der Gliedmaßen;
- Veränderung der Oberfläche durch Zusammenlegen / Zerstreuen;
- 90 • Aufsuchen günstigerer Kleinklimate (Wind, Schatten, Sonne etc.)

Wenn der Tierhalter durch Haltung seiner Nutztiere in Käfigen o.ä. diese Anpassungs-
reaktionen (Adaptationen) unmöglich macht oder einschränkt, muß er entsprechend
ein nahe am Idealwert liegendes Stallklima für hohe Leistungen anbieten.

Lebewesen reagieren auf Abweichungen der Umgebungstemperatur von der Ideal-
95 temperatur auch **physiologisch**, hauptsächlich durch :

- Veränderung der Futteraufnahme
- Haarwachstum, Haarausfall

- Aufstellen / Anlegen der Behaarung (Gänsehaut !!)
- Verminderung / Vermehrung der Hautdurchblutung / Extremitätendurchblutung
- 100 • Kältezittern / Schwitzen u. / o. Hecheln.

105 **5. Insbesondere bei Wiederkäuern, bei erwachsenen, gesunden und großen Tieren sowie bei langsam verlaufenden Temperaturveränderungen ist das Temperaturanpassungsvermögen der Tiere recht gut, d.h. daß sie in einem relativ großen Temperaturbereich ohne nennenswerte Einbußen volle Umsetzung der Futterenergie in tierische Leistung erbringen können. Dieser Temperaturbereich wird auch als Zone thermischer Indifferenz bezeichnet und sollte durch geeignete Maßnahmen (Dämmung, Lüftung, Heizung etc.) insbesondere nach unten nicht verlassen werden.**