



## *Merkblatt 336*

# *Vermeidung von Wärmebelastungen für Milchkühe*

Milchkühe haben in den Sommermonaten oft das Problem, dass sie durch ein hohes Produktionsniveau die hiermit zwangsläufig verbundene Körperwärme nicht in ausreichendem Umfang abgeben können. Bevor es zu Stresssituationen bei hohen Umgebungstemperaturen kommen kann, sollten alle vorbeugenden baulichen und technischen Möglichkeiten ausgeschöpft werden, die mit vertretbarem Umbauaufwand möglich sind. Hierzu zählen alle Maßnahmen, die den natürlichen Luftwechsel steigern und für einen verminder-

ten Wärmeeintrag in den Stall sorgen. Die Installation von Umluftventilatoren oder der Einsatz von Sprühbefeuchtungsanlagen können als nachträgliche Maßnahmen in Betracht kommen, wenn alle vorbeugenden Möglichkeiten ausgeschöpft sind.

**Ziel dieses Merkblattes ist es daher, vorbeugende Maßnahmen sowie weitergehende Techniken zu beschreiben. Insbesondere bei der baulich technischen Planung von Unterstützungslüftungen sollen Hilfestellungen gegeben werden.**

# Wärmetechnische Grundlagen

Bei der Erzeugung von Milch durch die Kühe fällt auch eine große Menge an Wärme an; Hochleistungstiere geben im ersten Laktationsdrittel etwa 2000 Watt Wärme ab. Je nach Temperatur wird diese Wärme direkt oder indirekt an die Umgebung abgegeben. Die direkte Wärmeabgabe, sogenannte sensible Wärme, erfolgt durch folgende Mechanismen:

- Wärmeleitung (Konduktion) vom Körper der Kuh zu kälteren Körpern, z. B. Liegeboxen
- Wärmeübergang zu vorbei strömender Luft (Konvektion)
- Wärmestrahlung (Radiation), wie z. B. die Strahlung der Sonne, die sich erst am bestrahlten Körper in Wärme umsetzt.

Die indirekte Wärmeabgabe, sogenannte evaporative oder latente Wärme, erfolgt

über den Umweg der Wasserdampfproduktion, zum einen durch die Feuchtigkeit in der Atemluft, zum anderen durch das direkte Schwitzen. Je niedriger die Umgebungstemperatur, desto höher ist der Anteil der sensiblen Wärme, die direkt an die Umgebung abgegeben werden kann (Tabelle 1). Temperaturen bis  $-20^{\circ}\text{C}$  sind unschädlich für die Kühe. Ab Temperaturen unter  $0^{\circ}\text{C}$  steigt der Anteil an aufgenommener Energie für die Aufrechterhaltung der Körperkern-temperatur. Tierphysiologisch liegt der optimale Temperaturbereich der Umgebung zwischen  $+4$  und  $+16^{\circ}\text{C}$ . In diesem Bereich erfolgt die beste Verwertung des Futters. Bis etwa  $22^{\circ}\text{C}$  verschlechtert sich zwar die Futtermittelnutzung, mit Leistungsdepressionen ist aber noch nicht zu rechnen. Erst über diese Temperatur hinaus vermindert sich die Futteraufnahme.

**Tabelle 1:** Wärmeproduktion und Wasserdampfabgabe einer Hochleistungskuh (10000 kg Milch je Jahr) im ersten Laktationsdrittel (nach DIN 18 910-1)

Umgebungstemperatur in $^{\circ}\text{C}$	Gesamtwärmeproduktion in Watt	Wärmeabgabe (sens. Wärme) in Watt	Wasserdampfproduktion (latente Wärme) in g/h
-10	ca. 3500	ca. 2800	ca. 1054
0	ca. 2200	ca. 1800	ca. 650
10	1800	1400	600
20	1730	1120	880
30	1650	540	1640
35	1490	60	2100

Mit weiter steigender Umgebungstemperatur sinkt die direkte Wärmeabgabe auf Grund des geringen Temperaturgefälles zwischen Tier und Umgebung erheblich. Die Kühe versuchen, dies teilweise durch eine Steigerung der Körpertemperatur bis etwa  $39^{\circ}\text{C}$  zu kompensieren. Darüber hinaus ist eine weitere Regulation nur über die indirekte Wärmeabgabe durch Wasserdampf möglich.

Allerdings kann die Produktion von Wasserdampf beim Schwitzen und in den Lungen nur begrenzt gesteigert werden. Einerseits gibt es tierphysiologische Begrenzungen, andererseits ist unter unseren Wetterbedingungen die Luft häufig so feucht (schwül), dass die Aufnahme von Wasserdampf nur begrenzt und langsam möglich ist. Die Angaben in der Literatur, wann Milch-

kühe anfangen, Hitze als Stress zu empfinden, sind nicht einheitlich. Nur Temperaturangaben über 20° C oder 25° C greifen sicherlich zu kurz, da sie den Aspekt der relativen Luftfeuchtigkeit nicht berücksichtigen. In den USA wird für die Behaglichkeit häufig der THI (Temperature-Humidity-Index; Temperatur-Feuchte-Index) angewendet. Für die Kombination aus Temperatur

und relativer Luftfeuchtigkeit kann darin die mutmaßliche Auswirkung auf Mensch und Tier abgelesen werden. Die empirisch untermauerten Ergebnisse für Milchkühe sind der Abbildung 1 zu entnehmen. Für die bei uns häufig vorkommenden Luftfeuchten von über 70 % beginnt Hitzestress ab 24° C, ab 27° C ist mit stärkeren Leistungseinbußen zu rechnen.

Durch Beobachtungen der Tiere kann man Hinweise auf Hitzestress wahrnehmen:

**leichter Stress:**

- Liegende Tiere pumpen, haben eine erhöhte Atemfrequenz (über 80 pro Minute).
- Die Tiere liegen weniger, stehen auf den Gängen, bevorzugt an offenen Toren und den Tränken
- Die Körpertemperatur steigt (Rektaltemperatur über 39 °C).

**erheblicher Stress:**

- Die Tiere hecheln mit langem Hals und offenem Maul.
- Die Futteraufnahme sinkt (10 bis 25 %).
- Nach einer gewissen Zeit (etwa 3 Tage) sinkt die Milchleistung.
- Das Brunstgeschehen wird vermindert.

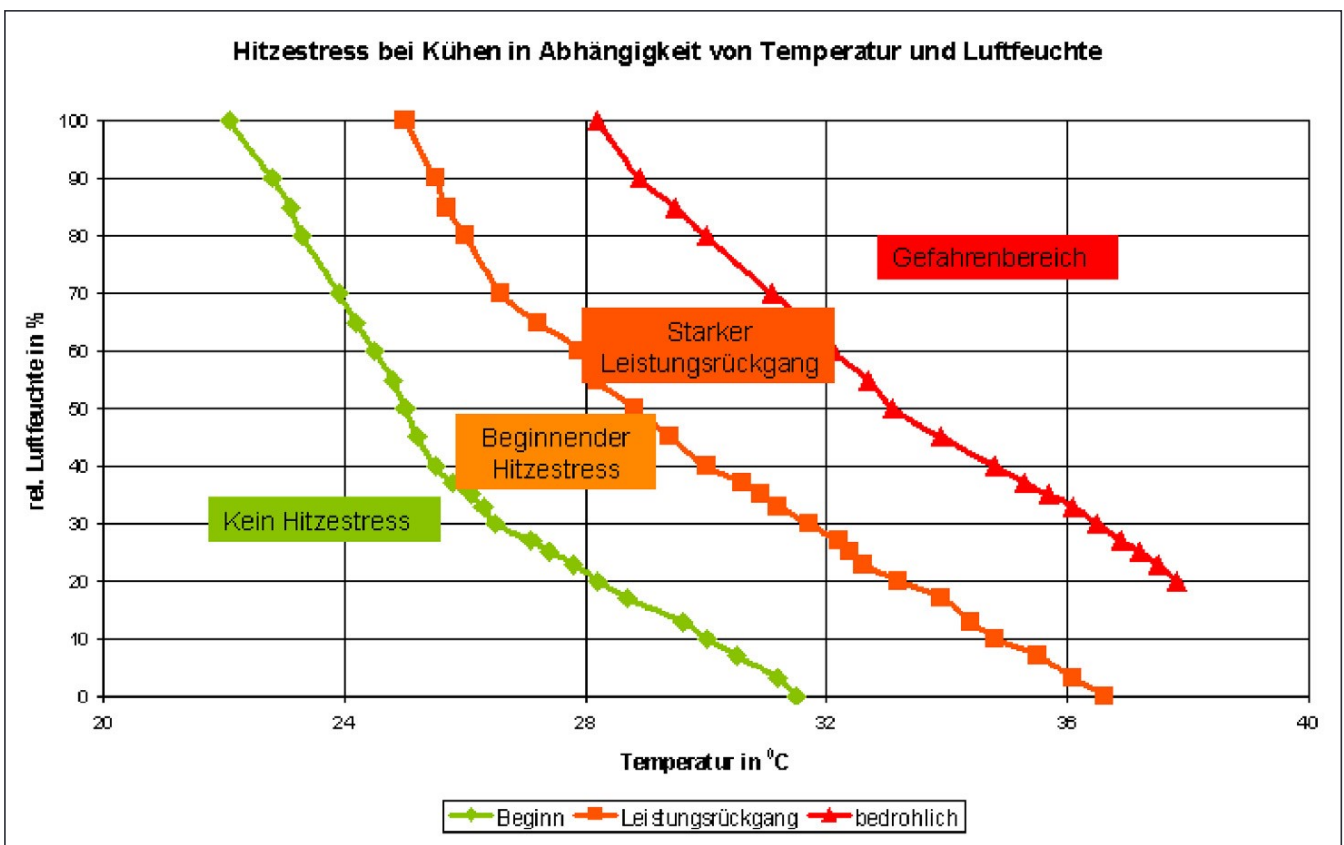


Abbildung 1: Temperatur – Luftfeuchte – Index

# Aufgabe der Lüftung im Sommer

Nach DIN 18910 werden die zur Abfuhr der Wärme notwendigen Sommerluftraten je Tier bei einer Außentemperatur von 30° C errechnet. Die zulässige Stalltemperatur sollte dabei 33° C nicht überschreiten. Für eine Hochleistungskuh bedeutet das eine notwendige durchschnittliche Luftrate von 480 m<sup>3</sup>/Kuh und Stunde. Im ersten Laktationsdrittel sogar 570 m<sup>3</sup>/Kuh

und Stunde. Bei diesen Temperaturen tritt aber bereits erheblicher Hitzestress auf. Um auch bei Umgebungstemperaturen von etwa 22° C einen ausreichenden Luftwechsel ohne wesentlichen Anstieg der Stalltemperaturen zu erreichen, sind weit- aus höhere Luftraten zu fordern, als bisher bei der Planung von Lüftungsanlagen berücksichtigt wurden (s. Tabelle 2 unten).

**Tabelle 2:** Luftraten für Hochleistungskühe mit 700 kg LM (nach CIGR 1984)

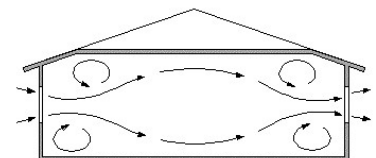
Leistungsgruppe	Leistung in kg	Durchschnitt	1. Lakt.-drittel	2. Lakt.-drittel	3. Lakt.-drittel	Trockensteher
Mindestluftrate in m <sup>3</sup> /h	10.000	136	159	132	115	94
Sommerluftrate in m <sup>3</sup> /h	5.000 (DIN)	366	410	363	343	334
30° C, delta t = 3 K	10.000	477	569	473	412	334
	12.000	521	632	517	439	334
	14.000	565	696	562	466	334
22° C, delta t = 3 K	10.000	890	1062	884	769	624

Neben den in Tabelle 2 aufgelisteten Luftraten sind in vielen Außenklimaställen weitere Wärmeeinträge durch das Dach zu berücksichtigen. Bei voller Sonneneinstrahlung sind Dachtemperaturen bis zu 60° C möglich. Diese Temperaturen führen zu einer erheblichen Wärmestrahlung in den

Stall. Dabei können Temperaturerhöhungen von 4 bis 5 Kelvin am bestrahlten Körper auftreten, also auch auf dem Fell der Kühe. Im Bereich der Sonneneinstrahlung durch Lichtwellplatten sind sogar Temperaturerhöhungen von mehr als 10 Kelvin möglich.

**Tabelle 3:** Empfohlene Zu- und Abluftflächen für Milchviehställe mit Querlüftung (Leistung > 8000 kg Milch pro Jahr; mittlere Außenwindgeschwindigkeit: 1,0 m/s)

Quer belüfteter Außenklimastall	
einzelstehend Queranströmung	von anderen Gebäuden beeinflusst bzw. ungünstige Lage
0,40 m <sup>2</sup>	0,60 – 0,80 m <sup>2</sup>



Die Forderungen nach Einhaltung der oben genannten Sommer-Luftvolumenströme ist im quer gelüfteten Außenklimastall ohne Ventilatoren nur durch baulich-technische Vorgaben bei der Planung zu gewährleisten. Um einen ausreichenden Luftwechsel

auch bei geringen Außenwindgeschwindigkeiten zu erreichen, sind in Abhängigkeit der Bauart, der Lage des Stalles und der Ausrichtung zur Hauptwindrichtung entsprechende Zu- und Abluftflächen zu schaffen (Tabelle 3).

**Folgende bauliche Empfehlungen sollten bei der Querlüftung allgemein beachtet werden:**

- Lage des Stalles möglichst quer zur Hauptwindrichtung,
- Schaffung zusätzlicher Zu- und Abluftflächen im Wandbereich (Jalousielüftung),
- Vermeidung lüftungshemmender Anbauten,
- Traufhöhen von mindestens 4 Meter,
- Vermeidung von Sonneneinstrahlung durch Lichtplatten im Aufenthaltsbereich der Tiere,
- Einsatz heller Faserzementplatten als Dacheindeckung,
- Bei Einsatz von Blech als Dacheindeckung möglichst wärmegeämmte Ausführung (z. B. Sandwichelemente)

## Wirksamkeit höherer Luftgeschwindigkeiten

Sinkt die Windgeschwindigkeit unter 1 m/s, ist bei großflächigen Ställen trotz offener Wände meist kein ausreichender Luftwechsel mehr gegeben. Besonders kritisch sind der Melkstand und der Vorwarte Hof sowie Ställe, die von anderen Gebäuden beeinflusst werden. Gerade im Warte Hof und im

Melkstand fallen aufgrund des geringen Volumens und der hohen Tierdichte große Mengen an Wärme und vor allem Wasserdampf an. Diese Bereiche verwandeln sich bei nicht ausreichender Lüftung schnell in "tropische Klimaregionen" und verursachen damit Hitzestress für Tier und Mensch.

**Tabelle 4:** Chill-Effekt; Temperaturwahrnehmung von Luft mit ähnlichem Wärmeinhalt aber unterschiedlicher Geschwindigkeit (Quelle: R. Barnwell, Pittsburg, Texas 2002)

Ist-Temp. ° C	Rel. Luftfeuchte %	Temperaturwahrnehmung bei einer Luftgeschwindigkeit von 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	17,7	16,6

Unter diesen Bedingungen ist es notwendig, die Luftbewegung künstlich zu erhöhen. Wichtig ist dabei, eine gleichmäßige Luftströmung in den Aufenthaltsbereichen der Kühe zu erzeugen, um das Wärmepolster der Luft um den Körper der Kuh aufzulösen und auf diesem Wege die konvektive Wärme- und Wasserdampf abgabe der Tiere zu unterstützen. Die gefühlte

Temperatur (Tabelle 4) ergibt sich aus den Faktoren Temperatur, Luftfeuchte und Luftgeschwindigkeit. In Abhängigkeit von der Luftgeschwindigkeit und der Luftfeuchte können von den Kühen unterschiedlich große Mengen an Wasser über die Haut abgegeben werden. Durch die Verdampfung entsteht Verdunstungskälte, die eine Kühlwirkung an der Haut der Tiere erzeugt.



# Steigerung der Wärmeabgabe durch Ventilatoren-Einsatz

Um die gewünschte Luftbewegung bei nicht ausreichender Windgeschwindigkeit und hohen Umgebungstemperaturen zu erzeugen, werden zunehmend Ventilatoren im Stall eingesetzt. Die gesamte zu installierende Luftleistung der Ventilatoren ist abhängig von der Stalllänge, der jeweiligen Kuhgruppe und, wie bereits oben erwähnt, vom Dach des Stalles. Sie schwankt entsprechend zwischen 500 bis 1.200 m<sup>3</sup> je Kuh und Stunde, explizit der Ventilatoren für den Melkstand und den Wartehof. Eine Auswahl geeigneter Ventilatoren sollte mit Hilfe der DLG-Prüfberichte erfolgen ([www.DLG-Test.de](http://www.DLG-Test.de)).

Grundsätzlich muss man zwischen der Installation von zuschaltbaren Abluft- und reinen Umluftventilatoren unterscheiden. (Tabelle 5). Bei der Installation von zuschaltbaren Abluftventilatoren in der Stirnwand des Stalles spricht man beispielsweise von einer "Tunnellüftung", die auch in Geflügelmast-Ställen eingesetzt wird. Bei der Verwendung von reinen Umluftventilatoren muss man klären, ob man die Wirkung des Windes unterstützen (Steigerung des Luftaustausches) oder eine verbesserte Zirkulation der Raumluft (ohne Steigerung des Luftaustausches) erreichen will.

**Tabelle 5:** Techniken der Unterstützungslüftung, Prinzipien, Ziele, Ausführungen

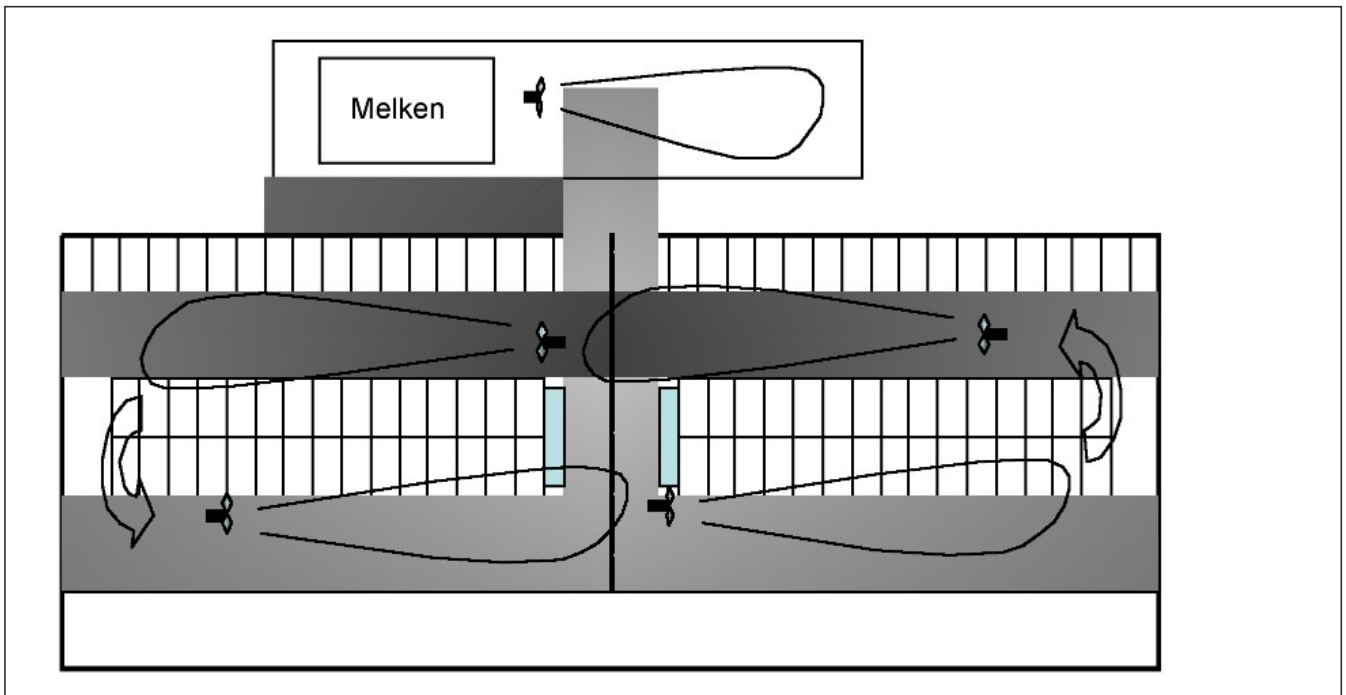
Unterstützungslüftung				
Prinzip	Zuschaltung von Abluft-Ventilatoren	Zuschaltung von Umluft-Ventilatoren		
Ziel	Steigerung des Luft-Austausches, Erhöhung der Luft-Geschwindigkeit im Stall	Erhöhung der Luft-Geschwindigkeit im Stall, Steigerung des Luft-Austausches	Steigerung der Luft-Zirkulation	
Ausführung	Axialventilatoren in Stirn- oder Seitenwänden (z.B. Tunnellüftung)	Axialventilatoren mit parallel gerichteter Raumströmung (längs oder quer zur Stallhauptachse)	Oszillierende Axialventilatoren oder in kreisförmiger Anordnung	Deckenventilatoren mit vertikaler Raumströmung

Die Bezeichnung der sich hieraus ergebenden Lüftungssysteme ist nicht einheitlich. Es scheint sinnvoll, sich bei der Bezeichnung an der Wirkung auf die Raumluft zu orientieren, die man erreichen will. Bei der Entscheidung sind auch der Baukörper und der Standort des Stalles von Bedeutung. Bei in der Nähe liegender Wohnbebauung oder Stickstoff-empfindlichen

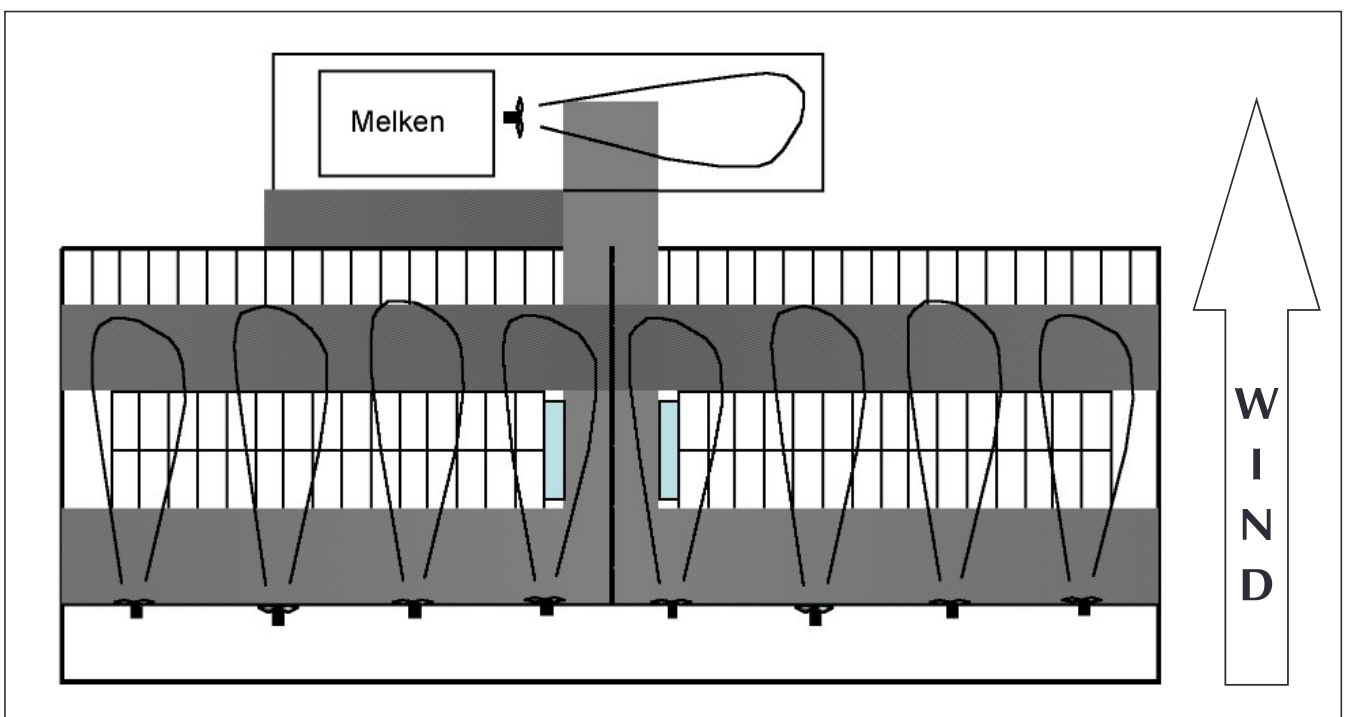
Biotopen sollte die Ventilator-technik so gewählt werden, dass keine Steigerung des Luftaustausches erfolgt. Hier ist die Kreis-anordnung von Umluftventilatoren zu empfehlen (Abbildung 2). Zur Steigerung des Luftaustausches bietet sich die Parallel-anordnung in Hauptwindrichtung an (Abbildung 3).

Bei der Kreisanordnung der Umluftventilatoren werden bewegliche Ventilatoren im Innern des Gebäudes so installiert, dass die gesamte Raumluft nach dem Rührkesselprinzip in Bewegung versetzt wird. Durch die kreisende Bewegung wird die

Luft im Stall verwirbelt, was zu einer Abkühlung an der Haut der Tiere führt. Bei unzureichend natürlichem Luftwechsel kann es aber zu einer Erhöhung der Luftfeuchte im Stall kommen, so dass die Kühlwirkung leicht reduziert ist (Abbildung 2).



**Abbildung 2:** Anordnung der Umluftventilatoren im "Kreis" zur Steigerung der Luftzirkulation



**Abbildung 3:** Parallelanordnung der Ventilatoren in Hauptwindrichtung zur Steigerung des Luftdurchsatzes



**Abbildung 4:** Anordnung der Umluftverfahren in paralleler Strömungsrichtung

Bei der Parallelanordnung (Abb. 3 und 4) werden mehrere große Ventilatoren im Stall mit gleicher Strömungsrichtung ausschließlich in Längs- oder Quer-Richtung installiert, um den natürlichen Luftwechsel durch den Wind zu unterstützen. Bei dieser Anordnung kann man sowohl den Saug- als auch den Druckbereich der Ventilatoren nutzen. Durch eine Anordnung mehrerer Ventilatoren in Reihe, meist in Längsrichtung des Stalles, wird die Luft Schritt für Schritt (step-by-step) durch den Stall transportiert (Abbildung 4).

Die Ventilatoren sind so anzuordnen, dass sie die Umluft entsprechend der Hauptwindrichtung möglichst durch den Tierbereich transportieren. Um Frischluft anzusaugen, sollten die ersten Ventilatoren etwa 3 bis 6 m von der geöffneten Stallstirnseite installiert werden. Die Wurfweite eines Ventilators, sie schwankt in Abhängigkeit von der Ventilatorbauart, -größe und

-drehzahl von 10 bis 25 m, gibt den Abstand der folgenden Ventilatoren vor (Tabelle 6). Wenn es die Stallhöhe zulässt, sollten die Ventilatoren möglichst mindestens in 2,70 m Höhe (Unterkante Ventilator) montiert werden, da dann auf die Schutzgitter verzichtet werden kann. Die Schutzgitter können sehr schnell verschmutzen und reduzieren damit die Ventilatorleistung.

Die Anordnung mehrerer mittlerer oder kleinerer Ventilatoren im Block erhöht die Wurfweite der Ventilatoren (Abbildung 6). Insbesondere Ventilatoren der Baugröße 70 cm Durchmesser und Drehzahlen von 900 bis 1000 U/min erreichen so Wurfweiten über 20 m. Allerdings haben kleinere Ventilatoren eine höhere spezifische Leistungsaufnahme als größere Ventilatoren. Durch die Blockanordnung "kleiner" Ventilatoren ist eine gleichmäßige Durchströmung des Stalles besser gewährleistet.

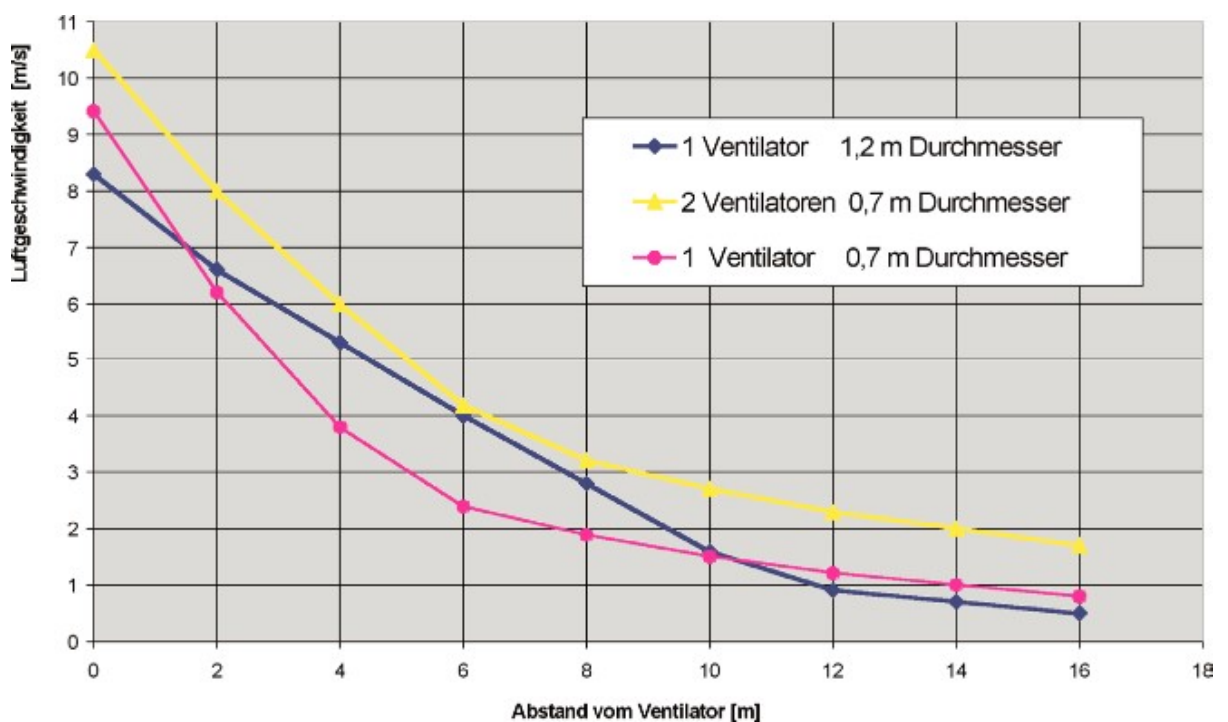


**Tabelle 6:** Spezifische Leistungen und Wurfweiten verschiedener Ventilatorgruppen

Ventilatorotyp	Durchmesser der Ventilatoren in mm	Drehzahl U/min.	Spez. Leistung. in Watt / 1000 m <sup>3</sup>	Wurfweite (> 1 m/s)
Langsamläufer	800 – 1250	300 – 700	25 – 35	10 – 17 (15)
Mittelschnellläufer	600 – 900	800 – 1000	30 – 40	16 – 20 (18)
Schnellläufer	500 – 700	> 1200	40 – 45	18 – 22 (20)



**Abbildung 5:** Anordnung von Ventilatoren "im Block" zur Steigerung der Wurfweite



**Abbildung 6:** Wurfweiten von Einzelventilatoren und von im Block angeordneten Doppelventilatoren

### **Einsatz von Deckenventilatoren**

Will man eine vertikale Luftumwälzung erreichen, können große Deckenventilatoren (sog. "big fans" oder Casablanca-Lüfter) zum Einsatz (Abbildung 7) kommen. Die Durchmesser der Ventilatoren reichen bis zu 6,30 m bei Luftvolumenströmen von mehr als 200.000 m<sup>3</sup>/h. Die Strömungsgeschwindigkeiten unter den

Ventilatoren betragen bei Einbau in etwa 5 m Höhe 2,5 bis 3 m/s. Bedingt durch Stalleinbauten, wie Futtertischbegrenzungen (Krippenwulst) und Liegeboxen wird ein Teil der Luft wieder vertikal nach oben gelenkt. Die horizontale Strömungsgeschwindigkeit im Liegebereich der Tiere beträgt dann nur noch 0,5 bis 1 m/s und ist stark windbeeinflusst.



**Abbildung 7:** Deckenventilatoren (sog. Big Fans) in einer Großanlage in Sachsen

### **Steuerung der Ventilatoren**

Beim Einsatz einzelner großer Ventilatoren kann eine Regelung mittels Trafosteuerung sinnvoll sein. Allerdings führt diese Steuerung zu einer Erhöhung des spezifischen Leistungsbedarfs der Anlagen. Bei Blockanordnung von 2 bis 3 Ventilatoren ist der Einsatz einfacher thermostatischer Regel-

geräte möglich, die in Stufen die Ventilatoren ohne Abregelung zuschalten. Die Spreizung sollte dabei etwa 5 Kelvin betragen. Bei Zweierblöcken sind als Schalttemperaturen Stufe 1: 18 bis 20 und Stufe 2: 23 bis 25° C, bei Dreierblöcken 15 bis 18, 20 bis 22 und 25° C Stallinnentemperatur zu empfehlen. Das Einschalten der ersten



Ventilatoren sollte aber in jedem Fall bereits vor den ersten Anzeichen von Hitze-stress erfolgen, damit sich die Tiere an die Strömung gewöhnen können. Bei offenen Ställen sind in den Nachtstunden auch Lärmbelastigungen zu berücksichtigen. Sofern die Ventilatoren auf Grund hoher Temperaturen nicht vollständig abgeschaltet werden sollen, empfiehlt sich hier der Einsatz von Drehstromventilatoren mit implementierter Stern-Dreieckschaltung. Durch das Umschalten von Dreieck- auf Sternschaltung verringert sich die Drehzahl auf etwa die Hälfte ohne weitere Regelgerät bedingte Energieverluste in Kauf nehmen zu müssen. Gleichzeitig wird der Geräusch-pegel der Ventilatoren erheblich reduziert.

### **Energiebedarf / Verfahrenskosten**

Der Energiebedarf kann bei einer Luftleistung von 800 bis 1200 m<sup>3</sup>/Kuh\*Stunde mit etwa 40 bis 50 kWh/Kuh und Jahr bezogen auf einen Einsatzzeitraum von etwa 170 Tagen angesetzt werden. Bei einem durchschnittlichen Strompreis in Höhe von etwa 13 ct/kWh ergeben sich damit Stromkosten von 5,20 bis 6,50 € / Kuh und Jahr. Die gesamten Verfahrenskosten betragen je nach Ausführung 10 bis 15 € / Kuh und Jahr. Damit erweist sich die Unterstützungslüftung bereits bei einer Milchleistungssteigerung von etwa 60 kg/Kuh und Jahr als sinnvoll. Verbesserungen der Tiergesundheit und Einflüsse auf das Reproduktionsgeschehen sind dabei noch nicht berücksichtigt.

#### **Folgende Empfehlungen zum Einsatz von Ventilatoren sollten beachtet werden:**

- Vorrangige Anordnung von Ventilatoren in kritischen Bereichen (Wartehof, Melkstand),
- Zu installierende Luftleistung: 800 bis 1200 m<sup>3</sup>/Kuh,
- Spezifische Leistungsaufnahme (gemessen, nicht Nennleistung) < 40 W/1000 m<sup>3</sup> Luftvolumenstrom,
- Anordnung der Ventilatoren möglichst über den Liegeboxen,
- Wenn möglich, Verzicht auf Schutzgitter; Anbauhöhe Unterkante Ventilator  $\geq$  2,70 m,
- Abstand der Ventilatoren in Blasrichtung 12 bis 20 m,
- Zwei Ventilatoren als Block erhöhen die Wurfweite gegenüber Einzelventilatoren,
- Steuerung der Ventilatoren mit Thermostaten (Gruppenschaltung),
- Schaltstufen der Thermostate bei 18 bis 20° C und 23 bis 25° C,
- Bei offenen Ställen und nahe liegender Wohnbebauung Ventilatoren nachts ausschalten oder Drehzah reduzieren.

## **Kühlung der Stallluft mit Wasserdampf**

Zur Verstärkung der Abkühlungswirkung kann Wasser versprüht werden. Dabei sollte man aus technischem Blickwinkel zwischen zwei Verfahren unterscheiden:

### **– Hochdruckvernebelung**

Das Wasser wird sehr feintropfig versprüht bzw. vernebelt. Die Wassertröpfchen verdunsten. Die dafür benötigte Energie wird aus der Luft genommen und führt damit zu 11

einer Abkühlung der Luft. Im Temperaturbereich  $> 25^{\circ}\text{C}$  ist davon auszugehen, dass die Wasseraufnahme dazu führt, die relative Luftfeuchtigkeit je Grad der Abkühlung um ca. 5 % ansteigen zu lassen. Eine nennenswerte Abkühlung von z. B. 5 Kelvin erhöht die Luftfeuchtigkeit von z. B. 50 % auf mehr als 75 %. Weiterhin sind die Ansprüche an die Technik, die feintropfige Vernebelung sicherzustellen, sehr hoch (hoher Druck, Düsen, vorgefiltertes und gereinigtes Wasser, Verkalkung).

#### – Niederdruckversprühung

Als zweite, bevorzugte Variante wird Wasser großtropfig auf die Kühe versprüht, um das Fell zu durchnässen (Abbildung 8). Dann wird Wärme aus dem Tierkörper genutzt, um die Haut zu trocknen bzw. um das Wasser zu verdunsten. Zusammen mit der erhöhten Luftströmung durch die Unterstützungslüftung wird eine beachtliche Abkühlungswirkung erzielt. Die Sprühtechnik muss so installiert werden, dass weder Liegeboxen noch das Futter benässt werden. Auch die Kühe sollten nur so viel Wasser abbekommen, dass die Euter nicht nass werden und die Kühe relativ schnell wieder abtrocknen können. Nach den Erfahrungen aus den USA haben sich 15-Minuten-Intervalle bewährt, wobei über eine Zeitschaltuhr gesteuert, etwa 3 Minuten

lang Wasser versprüht wird und 12 Minuten Verdunstungszeit angeschlossen werden. Dabei können etwa 1 Liter Wasser pro  $\text{m}^2$  Fläche versprüht werden. Über ein Thermostat gesteuert sollte die Sprühanlage nur bei Temperaturen von über  $24^{\circ}\text{C}$  eingeschaltet werden.



**Abbildung 8:** *Niederdruckversprühung von Wasser in Israel*

Bei beiden Verfahren ist zu berücksichtigen, dass durch die Wasserverdunstung die relative Luftfeuchte im Stall ansteigt und man somit gleichzeitig den Kühen die eigenen Möglichkeiten einschränkt, Wärme durch Wasserverdampfung abzugeben. Deshalb sind solche Anlagen auch immer mit entsprechenden Feuchtefühlern auszustatten, die bei Überschreiten einer eingestellten relativen Luftfeuchte (z.B. 70 %) die Anlagen abschalten.

---

Herausgegeben von der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft e.V.  
Fachbereich Landtechnik, Ausschuss Technik in der tierischen Produktion.  
Bearbeitet von Thomas Heidenreich, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Leipzig;  
Prof. Wolfgang Büscher, Rheinische-Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Dr. Horst Cielejewski, Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Münster

---



*Impulse für  
den Fortschritt*

Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V.  
Eschborner Landstraße 122, D-60489 Frankfurt a.M.  
Telefon: 0 69 / 2 47 88 - 0, Fax: 0 69 / 2 47 88 - 110  
E-mail: Info@DLG-Frankfurt.de, Internet: www.DLG.org