

Tierschutzrelevante Anforderungen an das Stallklima von Rinderstallungen

Franz Freiberger^{1*}

Zusammenfassung

Für die Aufzucht von Kälbern sind Haltungssysteme mit freier Lüftung Standard. Hier sind bei Ställen ohne Wärmedämmung große Lüftungsöffnungen erforderlich, damit auch bei Windstille der anfallende Wasserdampf und die Schadgase abgeführt werden können. Da die Eindringtiefe der Frischluft maximal das Vierfache der Stallhöhe beträgt, eignet sich die Offenfrontlüftung für nicht zu tiefe Stallgebäude. Bei deckenlastigen Ställen in der Fresserzeugung und der Kälbermast ist sehr oft die Zwangslüftung erste Wahl. Eine richtig dimensionierte

Zwangslüftung in Verbindung mit einer Porendecke oder einem Rieselkanal ermöglichen, die Frischluft zugluftfrei in den Tierbereich zu bringen.

Hohe Temperaturen im Sommer können im Milchviehstall gerade bei Hochleistungstieren durch die Stoffwechselwärme zur Beeinträchtigung des Wohlbefindens führen. In unseren Breitengraden hat sich der Einsatz von Ventilatoren zur Verhinderung von Hitzestress bei Kühen am besten bewährt. Dabei ist in Anbindeställen der Tunnellüftung und in Laufställen dem Umluftverfahren der Vorzug zu geben.

Einleitung

Das Stallklima stellt in der Nutztierhaltung einen komplexen Faktor dar, der von den Haltungsbedingungen wie Stallgebäude, Fütterung und Tierbetreuung nicht separat betrachtet werden kann. Bei der Beurteilung des Stallklimas ist das Alter der Rinder und die Intensität der Nutzung zu beachten. Darüber hinaus dürfen einzelne Stallklimafaktoren nicht für sich allein betrachtet werden. So können beispielsweise bei tiefen Temperaturen und hoher Luftfeuchtigkeit Kälber bereits unterkühlen, während bei Hitze hohe Luftgeschwindigkeiten die Kühe vor Hitzestress bewahren. Es liegt in der Verantwortung des Landwirts, dafür zu sorgen, dass das Stallklima die Anpassungsfähigkeit des Tieres nicht überfordert. Unter dem Gedanken des Tierschutzes soll hier die Stallklimagestaltung bei Kälbern und die Bewahrung der Milchkuh vor Hitzestress behandelt werden.

Kälber benötigen ein individuelles Stallklima

Das Rind als ehemaliges Steppentier ist darauf programmiert, mit niedrigen Temperaturen zurecht zu kommen. Trotzdem muss, wie bei allen Warmblütern, die Körpertemperatur konstant gehalten werden. Ob die Umgebungstemperatur als kalt, warm oder behaglich empfunden wird, hängt insbesondere beim Rind sehr stark vom Alter der Tiere ab. Der „Behaglichkeitsbereich“ wird auch als thermoneutrale Zone bezeichnet. Damit ist der Temperaturbereich gemeint, in dem das Tier in der Ruhephase außerhalb des Grundumsatzes keine zusätzliche Energie aufbringen muss, um die Körpertemperatur aufrecht zu erhalten. Das heißt es benötigt weder zusätzliche Energie, um den Körper aufzuheizen, noch, um ihn durch Schwitzen abzukühlen.

Der thermoneutrale Bereich ist beim Kalb sehr stark vom Alter abhängig. Für ein Neugeborenes werden Temperatur-

spannen von 8 bis 25 °C angegeben, für ein Kalb im Alter von 4 Wochen reicht diese Spanne bereits von 0 bis 23 °C. Zu den speziellen Temperaturbedürfnissen kommen noch die Anforderungen an die Qualität der Stallluft. Wir wissen, dass im Vergleich zum älteren Tier die Lunge des Kalbes hoch empfindlich ist. Aus verschiedenen Studien geht hervor, dass Ammoniak in der Stallluft zu Schädigungen auf den Schleimhäuten der Atemwege führen kann, die aufgrund der noch mangelnden Abwehrkräfte der Kälber sehr schnell Infektionen mit häufig bleibenden Lungenschäden auslösen.

Freie Lüftung in der Rinderhaltung

Rinderställe müssen lüftungstechnisch so gestaltet sein, dass im Winter ein ausreichender Luftwechsel zur Abführung des anfallenden Wasserdampfes und der Schadgase stattfinden kann und die Tiere im Sommer vor Hitzestress bewahrt werden. Aufgrund der geringeren Temperaturunterschiede zwischen Stall- und Außenluft und des damit verbundenen geringen Wasserdampfaufnahmevermögens der Stallluft, erfordern Außenklimaställe höhere Luftwechselraten als Warmställe.

Bei der freien Lüftung hängt die Lüftungsrate stark vom Außenklima ab. Da in Außenklimaställen wegen der geringen Temperaturdifferenz zwischen innen und außen weitgehend der thermische Auftrieb fehlt, sind große Zu- und Abluftöffnungen (*Tabelle 1*) notwendig, damit auch bei Windstille ein ausreichender Luftwechsel gewährleistet wird. Je nach Zu- und Abluftöffnungen unterscheidet man zwischen einer Offenfront-Lüftung und Trauf-First-Lüftung.

Tabelle 1: Orientierungswerte für Zu- und Abluftöffnungen

	Stallgebäude	
	freistehend	ungünstige Lage
wärme gedämmter Stall	0,2 m ² /Tier	0,3 - 0,4 m ² /Tier
Außenklimastall	0,4 m ² /Tier	0,6 - 0,8 m ² /Tier

¹ Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Landtechnik und Tierhaltung, Prof.-Dürrwächter-Platz 2, D-85586 POING/GRUB

* Ansprechperson: Dipl.Ing.(FH) Franz FREIBERGER, E-mail: franz.freiberger@lfl.bayern.de



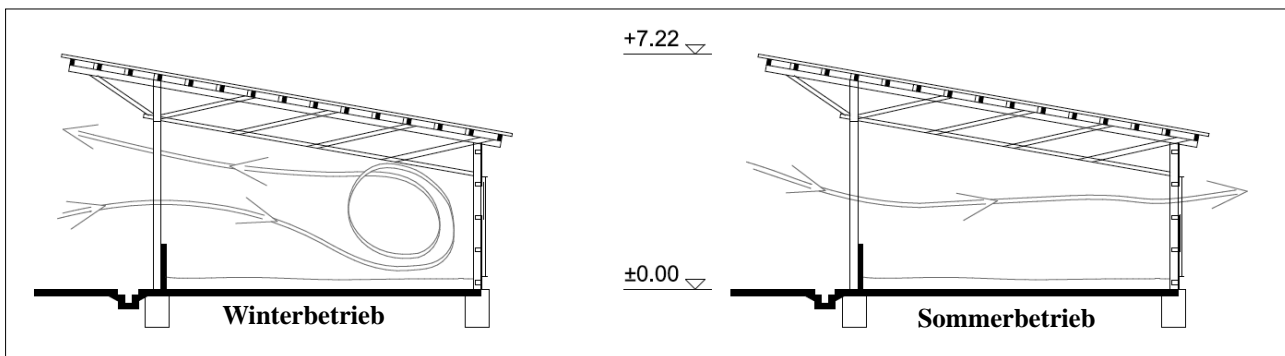


Abbildung 1: Strömungsbild in einem Offenfrontstall im Sommer und Winter

Offenfront-Lüftung

Bei der Offenfront-Lüftung erfolgt im Winter (Abbildung 1) der Luftaustausch über die offene Frontseite. Die drei anderen Seiten müssen, um Zugluft zu vermeiden, dicht sein.

Da die Eindringtiefe der Frischluft maximal das Vierfache der Stallhöhe beträgt, eignet sich die Offenfront-Lüftung nicht für breite Ställe. Bei windexponierten Lagen ist an der Frontseite ein Windschutznetz vorzusehen. Optimal ist es, den Dachüberstand so zu wählen, dass die Kälber im Sommer um die Mittagszeit Schatten und im Winter die Sonne haben. Für den Sommer haben sich absenkbare Doppelstegeplatten zur Querlüftung bewährt.

Trauf-First-Lüftung

Für breitere Gebäude ist die Trauf-First-Lüftung geeignet. Um einen Kaltluftabfall auf die Tiere an der Traufe zu verhindern, ist eine Luftleitplatte einzubauen. Erfahrungsgemäß sollte die Luftleitplatte etwa ein Zehntel der Stallbreite, mindestens aber 1 m Länge aufweisen. In wärmegeprägten Ställen muss auch die Luftleitplatte wärmegeprägt sein. Der Luftdurchsatz kann durch verstellbare Klappen an der Traufe und im First grob geregelt werden.

Iglu

Die Iglus ermöglichen es dem Kalb ein Kleinklima auszubilden, das es vor zu großem Wärmeverlust schützt. In den Einzeliglus werden im Vergleich zu anderen Haltungssystemen die geringsten Ammoniakgehalte gemessen. Das Iglu braucht im Sommer einen beschatteten Standplatz, um die Kälber vor Hitzestress zu bewahren. Ein Dach verschafft nicht nur den Kälbern einen trockenen Lauf- und Liegebereich, sondern verbessert auch die Arbeitsplatzqualität bei der Versorgung der Kälber. Zudem ermöglicht das Iglu auch bei kleineren Beständen ein Rein-Raus-Verfahren.

Zwangslüftung

Bei der Zwangslüftung erfolgt der Luftwechsel durch den Einsatz von Ventilatoren. Aus Kosten- und Umweltgründen (kontrollierte Ablufführung) wird der Ventilator meistens im Abluftkamin (Unterdruckanlage) installiert. Auf der Zuluftseite kennen wir Strahl Lüftungssysteme, die Porendecken- und Rieselkanallüftung.

Bei den **Strahl Lüftungssystemen** wird die Luft über wenige Öffnungen im Decken- oder Wandbereich mit hoher Geschwindigkeit in den Raum geführt. Die größte Eindring-

tiefe der Frischluft wird erreicht, wenn die Einleitung der Zuluft möglichst nahe an einer glatten Decke erfolgt. Die Querschnitte der Zuluft müssen den Abluftraten angepasst werden, um Zugluft im Tierbereich zu vermeiden, was in der Praxis nicht immer zufriedenstellend funktioniert. Deshalb haben sich in der Kälberhaltung bei Neuinvestitionen die Porendecken- oder Rieselkanallüftung durchgesetzt.

Bei der **Porendeckenlüftung** sind mehr als 50 % der Stalldecke aus luftdurchlässigen perforierten Elementen. Folgende Planungsgrundsätze sind zu beachten:

- Mindestens 0,5 m hoher Druckraum über der Porendecke.
- Falls Dachraum auch der Druckraum über der Porendecke → durchgehende Öffnungen an Traufen von mind. 0,1 m Breite.
- Luftdurchsatz pro m² Rieselkanal ca. 100 bis 150 m³/h (Sommer).
- Bei Unterschreiten der Mindestluftraten oder Abschalten der Lüftung kann es zu einer Umkehrung der Zuluft kommen, d.h. Kondensat und Staub „verkleben“ die Poren, deshalb Ventilatoren nie abschalten.
- Druckraum nach außen wärmegeprägt (Verhinderung Zulufterwärmung im Sommer).

Durch die feine Perforation des Kanalbodens fließt beim **Rieselkanal** die Luft turbulenzarm und zugluftfrei in den Stall. Für eine sichere Funktion sind folgende Grundsätze zu berücksichtigen:

- Luftgeschwindigkeit im Kanal <2,5 m/s.
- Kanallänge bei einseitiger Einspeisung: 12-15 m.
- Die Mindestfläche an perforiertem Kanalboden ist vom verwendeten Material bzw. von dessen Luftdurchlässigkeit abhängig; sie muss daher beim Hersteller erfragt werden.
- Luftdurchsatz pro m²: 100 bis 250 m³/h.
- Positionierung möglichst direkt über den Tierbuchten.
- Luft möglichst aus „windberuhigtem“ Bereich ansaugen.
- Einbau grundsätzlich unter wärmegeprägter Stalldecke. Kanäle wärmegeprägt ausführen.
- Im Sommer evtl. mehrseitige Zulufteinspeisung notwendig.
- Rieselemente bzw. Lochplatten sollten leicht austauschbar und zu reinigen sein.

Die notwendigen Luftraten können nach der DIN 18910 berechnet werden.

Minderung des Hitzestresses beim Milchvieh

Bei der Erzeugung von Milch durch die Kühe fällt 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 abgegeben. Die direkte Wärmeabgabe, sogenannte sensible Wärme, erfolgt durch folgende Mechanismen:

- Wärmeleitung vom Körper zu kälteren Körpern (Konduktion).
- Wärmeübergang zu vorbei strömender Luft (Konvektion).
- Wärmestrahlung (Radiation).

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.

Mit 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 °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. Andererseits ist in unseren Breitengraden die Luft häufig so feucht (schwül), dass die Aufnahme von Wasserdampf nur begrenzt und langsam möglich ist.

Die Angaben in der Literatur, wann Milchkuhe unter Hitzestress geraten, sind nicht einheitlich. Nur Temperaturangaben über 20 °C oder 25 °C greifen sicherlich zu kurz, da sie den Aspekt der relativen Luftfeuchtigkeit nicht berücksichtigen.

Durch Beobachten der Tiere kann man Hinweise auf Hitzestress wahrnehmen:

Leichter Stress:

- Liegende Tiere pumpen, haben erhöhte Atemfrequenz (über 80/Minute).
- Die Tiere liegen weniger, stehen auf den Gängen, bevorzugen an offenen Toren und an 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 (ca. 3 Tage) sinkt die Milchleistung.
- Das Brunstgeschehen wird vermindert.

Maßnahmen bei einem wärmegeprägten, geschlossenen Gebäude zur Minderung des Hitzestresses

Dazu ist es notwendig, die Luftbewegung künstlich zu erhöhen. Wichtig ist dabei, eine gleichmäßige Luftströmung

Tabelle 2: Wind-Chill-Effekt; Temperaturwahrnehmung von Luft mit ähnlichem Wärmeinhalt, aber unterschiedlicher Geschwindigkeit (Quelle: R. BARNWELL, Pittsburg 2002)

Temperatur in Grad Celsius	25		30		35	
rel. Feuchte in %	50	70	50	70	50	70
Luftgeschwindigkeit in m/s	Kühlwirkung					
1,0	2,8	0,6	5,0	2,2	8,4	4,5
1,5	3,9	1,7	6,6	3,9	10,6	6,2
2,0	6,2	3,9	8,3	5,0	11,7	8,9
2,5	7,3	5,1	9,4	6,1	12,8	10,6

in den Aufenthaltsbereichen der Kühe zu erzeugen, um den Wärmepolster der Luft um den Körper der Kuh aufzulösen und auf diesem Wege die konvektive Wärme- und Wasserdampfabgabe der Tiere zu unterstützen.

Die gefühlte Temperatur (Tabelle 2) ergibt sich aus den Faktoren Temperatur, Luftfeuchte und Luftgeschwindigkeit. In Abhängigkeit von der Luftgeschwindigkeit und der Luftfeuchte können von den Kühen unterschiedlich große Mengen Wasser über die Haut abgegeben werden. Durch die Verdampfung entsteht Verdunstungskälte, die eine Kühlwirkung an der Haut der Tiere erzeugt.

Die Tunnellüftung kommt nur für Ställe mit einem geringen Gebäudequerschnitt (z. B. Anbindeställe) in Frage. Mehrere Ventilatoren, die an der Giebelseite des Stalles eingebaut werden, „ziehen“ die Luft durch den Stall und drücken sie anschließend aus dem Raum hinaus. Der die Tiere umspülende Luftstrom erleichtert ihnen, die Wärme abzugeben. Dieses System funktioniert aber nur, wenn genügend frische Luft nachströmen kann. Deshalb muss der Lufteinlass an der gegenüberliegenden Giebelseite möglichst groß sein. Um einen optimalen Tunneleffekt zu erreichen, sind beim Betrieb der Ventilatoren alle Öffnungen im Deckenbereich und an den Seitenwänden zu schließen. Die erforderliche Kapazität (Luftvolumenstrom in m³/h) und Anzahl der Ventilatoren muss für jedes Gebäude individuell berechnet werden. Der erforderliche Luftvolumenstrom errechnet sich aus dem Querschnitt des Stallgebäudes und der angestrebten Geschwindigkeit des Luftstroms. Bei der Tunnellüftung ist mit einer max. Luftgeschwindigkeit von 1,1 m/s zu rechnen. Die Gebäudelänge und die Anzahl der aufgestellten Kühe spielen bei der Berechnung keine Rolle.

Bei geschlossenen Gebäuden mit einer Breite von deutlich über 12 m können frei im Stall montierte Ventilatoren zwar zu einem verbesserten Wohlbefinden der Tiere führen, allerdings wird die mit Schadgasen belastete Luft mehr oder weniger lediglich umgewälzt.

Wenn möglich sollten die Ventilatoren immer so eingebaut werden, dass sie die Stallluft mit der Hauptwindrichtung ausblasen. Im Anbindestall ist ein direktes Beblasen der Kühe nicht zu empfehlen, da die Tiere hier keine Möglichkeit haben, dem Luftstrom auszuweichen.

Mit dem Einblasen der Luft über dem Futtertisch hat man in Bayern bis dato sehr gute Erfahrungen gemacht. Der Ventilator muss in diesem Beispiel schwenkbar angebracht werden, um den Futtertisch ungehindert befahren zu können. An der gegenüber liegenden Gebäudeseite sind entsprechend große Luftauslassöffnungen (Tore, Fenster) vorzusehen.

Maßnahmen bei nicht wärmegeprägten Gebäuden mit der Möglichkeit, große Teile der Seitenwände zu öffnen

Umluftverfahren

In Laufställen mit freier Lüftung und in Offenfrontställen kommt aus Funktions- und Kostengründen meist das Umluftverfahren zum Einsatz. Bei Umluftverfahren werden die Ventilatoren nicht in der Giebelwand, sondern im Inneren des Stalles platziert. Der Effekt der Ventilatoren liegt hier mehr in der Erhöhung der Luftbewegung im Tierbereich als im Luftaustausch. Nach amerikanischen Erfahrungen sollte im Tierbereich eine Luftgeschwindigkeit von mindestens 2,5 m/s erreicht werden.

Anordnung der Ventilatoren

Sehr oft werden nicht alle Stallbereiche sofort mit Ventilatoren ausgerüstet, sondern man will erst bei einzelnen Bereichen Erfahrung sammeln. In solchen Fällen sollten folgende Prioritäten gesetzt werden:

- Liegeplatz
- Fressplatz
- Warteraum vor dem Melkstand
- Krankenbox oder –stand

Die Ventilatoren sind so anzuordnen, dass sie mit der Hauptwindrichtung „arbeiten“. Beim Einsatz mehrerer Ventilatoren oder Ventilatorblöcke ist eine Anordnung in Reihe zu empfehlen, um den Luftaustausch zu fördern. Der erste Ventilator sollte ansaugseitig maximal 2 - 4 m von der Stirnseite des Stalles entfernt montiert werden. Der Abstand wird von der Wurfweite der Ventilatoren bestimmt. Für die Wurfweite eines Ventilators kann als grobe Faustzahl, Flügelraddurchmesser x 10 angenommen werden. Der Bereich, der von einem Ventilator abgedeckt wird, ist in erster Linie von der Ventilatorgröße abhängig. So kann z. B. mit 125 cm Flügelraddurchmesser ohne weiteres eine gegenständige Liegeboxenreihe abgedeckt werden. Die Einbauhöhe sollte, wenn die Stallhöhe es zulässt, 2,50 m (Unterkante Ventilatorkasten) über dem Stallboden (Abbildung 2) betragen. Dabei muss der Ventilator mit einem entsprechenden Neigungswinkel nach vorne (ca. 10°-15°) montiert werden. Der Ventilatorabstand ist vom Ventilatordurchmesser abhängig.

Ventilatoren

In der Praxis werden häufig Ventilatoren mit einem sehr großen Flügelraddurchmesser (bis 1,27 m) eingesetzt. Dies sind i. d. R. „Langsamläufer“ mit einem günstigen Verhältnis von Energieaufwand zu Luftvolumenstrom (W/1000 m³ h) bei voller Leistung. Um die Wärmeabgabe den Tieren auch bei niedrigen Lufttemperaturen zu erleichtern, ist hier eine einfache transformatorische Stufensteuerung zur Drehzahlregelung zu empfehlen. Eine andere Möglichkeit besteht für große Ställe in der Anordnung von mehreren mittelgroßen Ventilatoren (Flügelraddurchmesser 0,7 m bis 1,0 m) im Block. Je nach Lufttemperatur werden hier, zur Regelung des Luftvolumenstroms und in Teilbereichen, auch der Luftgeschwindigkeit, Ventilatoren zu- oder abgeschaltet. Eine separate Regeleinheit ist nicht erforderlich.

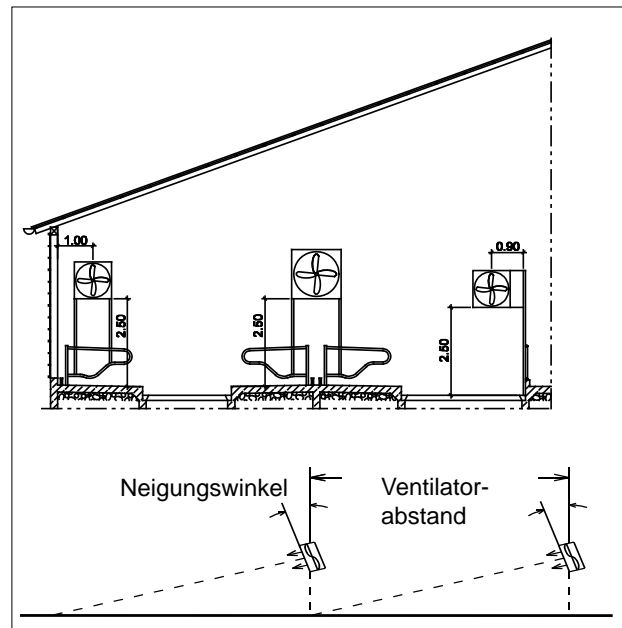


Abbildung 2: Einbaumaße für Axialventilatoren

Aus energetischer Sicht ist diese Lösung als besser zu beurteilen. Welche Möglichkeit sich für den aktuellen Betrieb am besten eignet, ist von mehreren Faktoren (Stallgrundriss, Anzahl der Lüfter, jährliche Laufleistung) abhängig und muss individuell entschieden werden. Technische Daten zu den Ventilatoren können den DLG Prüfberichten (www.dlg-test.de) entnommen werden.

Bei der Auswahl der Ventilatoren sollte die maximale Leistung (m³/h) im Vordergrund stehen, um den gewünschten Effekt (Luftbewegung im Tierbereich) zu erreichen.

Mit dem spezifischen Stromverbrauch (W/1000 m³) kann der Stromverbrauch von gleich leistungsstarken Ventilatoren miteinander verglichen werden. Je geringer der Wert, desto weniger Strom verbraucht der Ventilator. Bei der Bewertung des Stromverbrauches sollte aber immer die Laufzeit (nur wenige Monate pro Jahr) Berücksichtigung finden. Darüber hinaus sollte auch auf Faktoren wie Verarbeitung und Korrosionsbeständigkeit (Ammoniak!) der verwendeten Materialien geachtet werden. In der Lautstärke der Lüftergeräusche (entsprechende Angaben in DLG Prüfberichten) sind immer noch erhebliche Unterschiede vorhanden, was besonders in Dorflagen eine Rolle spielen kann.

Literatur

- AEL-Heft 17, 2007: Berechnungs- und Planungsgrundlagen für das Klima in geschlossenen Ställen.
- ART-Berichte Nr. 667 2006: Kälber brauchen Außenluftqualität.
- DLG-Merkblatt 336: Vermeidung von Wärmebelastungen für Milchkühe.
- C.I.G.R., 1984: First report of working group on climatization of animal houses. Scottish Farm Buildings Investigations Unit, GB-Aberdeen.
- C.I.G.R., 1992: Second report of working group on climatization of animal houses. Faculty of Agricultural Sciences, State University of Ghent, B-Ghent.
- C.I.G.R., 2002: Fourth report of working group on climatization of animal houses. Danish Institute of Agricultural Sciences, DK-Horsens.