

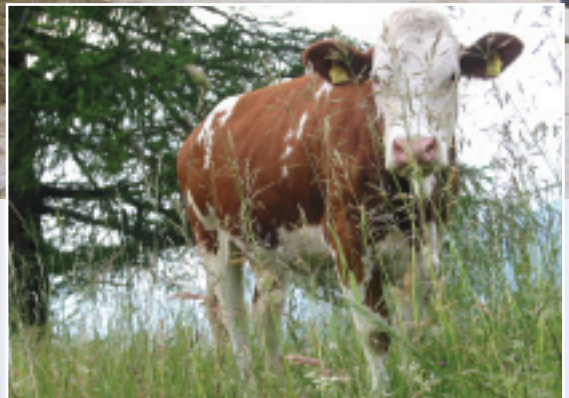
Stallklima in Rinderstallungen

Rinder benötigen viel Licht und wenig Lärm um optimale Leistungen zu erreichen

Teil 2



Sowohl der Halter als auch seine Nutztiere benötigen entsprechende „Arbeitsbedingungen“. Die Umweltbedingungen wie Licht oder Lärm werden sowohl vom Tier als auch vom Halter subjektiv wahrgenommen. Gestaltet werden sie bisher vor allem nach den Bedürfnissen des Tierhalters. So kommt es, dass die Haltungsbedingungen oft als gut empfunden, für die Tiere aber weit unter dem Optimum sind. Mit schon geringem Aufwand lassen sich die Haltungsbedingungen wesentlich verbessern.



Autoren: Dipl.-Ing. Michael PICHLER – Leiter der Beratungsstelle Milchproduktion, Kammer für Land- und Forstwirtschaft in Salzburg;
Ing. Eduard ZENTNER - Abteilungsleiter für Stallklima-technik und Nutztierschutz an der Höheren Bundeslehr- und Forschungsanstalt Raumberg – Gumpenstein



Dem Stallklima in der Rinderhaltung wird heute vielfach nicht die ausreichende Aufmerksamkeit geschenkt. Auf vielen Betrieben sind tiergesundheitliche Probleme zu beobachten. Dies gilt insbesondere auch für die Kälber- und Jungviehhaltung. Dabei zeigen Untersuchungen, dass in einigen Ländern Europas die Kälbersterblichkeit bis zu 25 % beträgt. In der Geflügel- und Schweinehaltung wird bereits seit vielen Jahren auf die Optimierung Bedacht genommen. Neben ausreichenden Möglichkeiten, die stallklimatische Situation bei bestehenden Stallungen zu verbessern, sollten insbesondere für neue Stallungen oder größere Umbauten bereits in der Planung die wesentlichen Grundsätze Beachtung finden. Der folgende Beitrag soll einen Überblick über die wesentlichen Merkmale im Tierbereich geben.

Zu den wichtigsten Faktoren im Bereich des Stallklimas zählen:

- Licht
- Lärm
- Lufttemperatur
- Luftfeuchtigkeit
- Taupunkt
- Luftwechsel
- Luftströmung – Luftbewegung

Die Punkte 1 und 2 werden in ÖAG 10/2009 näher ausgeführt.

Tiefere Lufttemperaturen werden bevorzugt

Rinder sind ihrem Wesen nach Tiere der kalten Klimaregionen: Kühe lieben das Winterhalbjahr. Mit zunehmender Sommerhitze leiden die Milchleistung und die Tiere unter Hitzestress, genießen aber im Gegensatz die Winterkälte. Weil der Stoffwechsel der Nutztiere den Grundumsatz deutlich übersteigt, fällt Zusatzwärme an, die an die Umgebung abgegeben werden muss, um einer Überhitzung vorzubeugen. Der optimale Temperaturbereich ist deshalb stark abhängig von der Leistung der Tiere. Die optimale Umgebungstemperatur liegt für eine Hochleistungskuh bei etwa 0 °C. Für gute Milchleistungen liegt sie zwischen 7 und 17 °C, denn hier können die Tiere ihre Leistungsfähigkeit ausschöpfen. Die Wärme, die mit der Milchbildung produziert wird, kann im Winter wesentlich besser abgeführt werden. Selbst bei Temperaturen bis zu -30 °C verursacht die Kälte keine gesundheitliche Beeinträchtigung, wenn jederzeit genügend hochwertiges Futter erreichbar ist, um den erhöhten Erhaltungsbedarf zu decken. Dies bedeutet allerdings auch, dass die aufgenommene Futterenergie anteilig für die Aufrechterhaltung der Thermoregulation



Über 25°C leiden Kühe unter Hitzestress.

benötigt wird und die Futterverwertung entsprechend abnimmt.

Auch die Kälber erfreuen sich besserer Gesundheit, wenn sie draußen in Kälberhütten keimarme und frische Luft zur Verfügung haben. Sie reagieren jedoch empfindlicher und müssen bei sehr tiefen Temperaturen die Möglichkeit haben, sich in der Unterbringung ein Mikroklima zu schaffen (mehr Stroheinstreu, Sack vor der Öffnung usw.) und zusätzlich auch mindestens dreimal pro Tag getränkt werden. Diese verschiedenen Klimazonen haben eine positive Auswirkung auf die Gesundheit (Temperaturreiz) der Kälber; sie sind widerstandsfähiger gegen Krankheiten und insgesamt vitaler in ihrem Verhalten.

Problematischer sind hohe Temperaturen (über 25 °C), da Hitze von den Kühen schlechter toleriert werden kann als Kälte. Bei hohen Umgebungstemperaturen sinkt die Futteraufnahme um bis zu 25 %, was zu einem Energiedefizit und als Folge davon zu einem Milchleistungsrückgang führt. Ebenso sinken die Milchinhaltsstoffe. Bei anhaltend hohen Temperaturen besteht zudem ein erhöhtes Risiko für Fruchtbarkeitsstörungen, Klauenrehe, Stoffwechselerkrankungen und Mastitiden. Die Rektaltemperatur steigt auf über 39,2 °C.

Die Stalltemperatur soll nicht permanent über der Außentemperatur liegen. Hitzestress im Sommer soll durch entsprechend höhere Lüfraten und Öffnen der Zuluftöffnungen in den Nachtstunden (Speicherung der Kühle im Gebäude) verringert bzw. vermieden werden. Vorsicht bezüglich Zugluft in den Jahreszeiten Frühjahr – Herbst, insbesondere bei stark absinkenden Nachttemperaturen. Reicht dies nicht aus, können unter gezielter fachlicher Bera-

tung technische Kühlmöglichkeiten (z.B. Wasservernebelung bei geringer Luftfeuchte und/oder bei ausreichendem Luftwechsel, Wärmetauscher) Verwendung finden.

Zur Kühlung der Tiere hat sich der Einbau von Ventilatoren speziell über dem Fressgitter bewährt. In manchen Ställen findet man sogar eine „Rinderdusche“ oder Vernebelungsgeräte. Hier gibt es grundsätzlich zwei Systeme: Niederdruckversprühung mit großen Tröpfchen zur

direkten Tierkühlung und Hochdruckversprühung mit kleinen Tröpfchen zur Luftkühlung. Die Sprühtechnik ist so zu planen, dass sie weder Liegeflächen noch das Futter befeuchtet.

• **Tierkühlung mittels Rinderdusche:** Beim Modell aus den USA wird alle 15 Minuten mittels Düsen an einer über dem Fressplatz geführten Wasserleitung für 3 Minuten einen Sprühkegel abgegeben. Bei diesen Intervallen gibt es unterschiedliche Erfahrungen. Die Intervalle müssen vom Landwirt selbst ausgetestet und mittels Zeitschaltuhr individuell angepasst werden. Die Tiere sollen sich nicht andauernd unter dieser Rinderdusche aufhalten, sondern zum Fressen animiert werden, und der Fressplatz soll damit an Attraktivität gewinnen. Anschließend sollten sie einen Liegeplatz aufsuchen, um Extremitäten und Euter zur besseren Durchblutung zu entlasten und das Wiederkauen zu fördern. In den Sprühpausen könnten dann die Ventilatoren über den Liegeplätzen betätigt werden, um die Kühe zum Abliegen zu animieren. Der Sprühkegel soll die Rinder benetzen und so durch die Verdunstungskälte zusätzlich kühlen. Die Tiere sollen aber nur gering nass werden und dabei ihre Euter trocken bleiben. Die Feuchte am Tier sollte durch die Luftbewegung wieder abtrocknen und den gewünschten Kühleffekt erzielen. Bei Einbringen von Feuchte über Spaltenböden kann es jedoch zu zusätzlicher Ammoniakbelastung durch große emittierende Flächen kommen.

• **Tierkühlung mittels Ventilatoren:** Hier geht es weniger um den Luftaustausch, sondern nur um die Küh-

lung der Tiere. Diese können über dem Fressplatz und/oder über den Liegeboxen angebracht werden. Sie können zeitlich so gesteuert werden, dass sie abwechselnd den Fressplatz zur Futtermittelaufnahme und dann über den Liegeflächen kühlen (siehe Fotos S. 3).

- **Luftkühlung mittels Vernebelung** z.B. über einen Düsenkranz auf einem Ventilator. Hier soll die Verdunstungskälte die Raumtemperatur absenken. Doch ist auf eine entsprechende Lüftung zu achten, damit die Raumfeuchte über das empfohlene Maß von 60–80 % nicht angehoben wird. Für den Sommer sind jedoch 80 % Luftfeuchte ein sehr hoher Wert (tropische Bedingungen), dieser sollte nur kurze Zeit zur Luftkühlung auftreten und durch die Lüftung wieder abgesenkt werden.



Ventilatoren und/oder Düsen über dem Fressgitter kühlen und machen den Fress- und Liegeplatz attraktiv.

In Milchviehställen spielt die Temperatur der Bauteile nur eine untergeordnete Rolle. Lediglich die Wärmeleitfähigkeit der Liegefläche (Mistmatratze oder Beton) wirkt sich direkt auf die Liegedauer der Kühe aus. Die Euterhaut mit einer Oberflächentemperatur von 35 °C hat nicht die Fähigkeit, die Temperatur wie die normale Haut zu regulieren. Ist die Isolierung der Liegefläche zu gering, verkürzt die Kuh ihre Ruhe- und Liegezeiten, um eine hohe Wärmeableitung am Euter zu verhindern.

Bei wandständigen Liegeflächen im Bereich der Zuluft über der Traufe ist verstärktes Augenmerk auf die Zuluftführung zu legen. Kalte Zuluft sollte nie direkt an der Traufe in den Liegebereich abfallen können. Dazu ist eine Luftleitplatte (Abbildung 1) zu montieren. Diese leitet die kalte Zuluft zumindest zwei

Meter in das Stallinnere. Die Frischluft kann sich anschließend mit der von den Tieren aufsteigenden Wärme vermischen und sich zugluftfrei über den Liegeplätzen verteilen.

Wie dramatisch sich die Bedingungen bei schlechter Luftführung auswirken können, zeigen jüngste Untersuchungen. Dabei können derartige Situationen schwere Erkrankungen hervorrufen, die auch zu einem Ausfall der Tiere führen. Abbildung 2 zeigt deutlich, wie sich die Temperaturkurve vom Tagesverlauf bis in die Nachtstunden verändern kann. Derartige Temperaturschwankungen in kurzen Zeiträumen sind selbst für ausgewachsene Tiere schwer verträglich. Allein aus der Tierbeobachtung lassen sich derartige Extremsituationen nur schwer erkennen, da sich in der Nacht kein Betreuungspersonal im Stall befindet. Sehr guten Aufschluss geben allerdings speicherfähige Messgeräte, die mittlerweile kostengün-

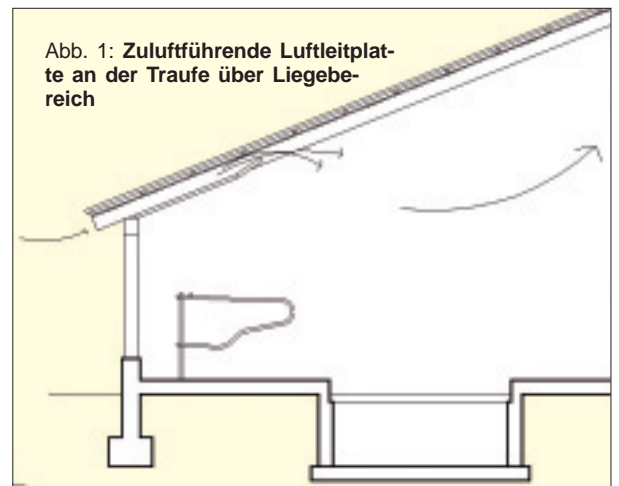


Abb. 1: Zuluftführende Luftleitplatte an der Traufe über Liegebereich

Zusätzlich sind derartige Kaltluftströme geeignet, sich im Laufgang bis unter den Spaltenboden auszubreiten und in weiterer Folge Fremd- bzw. Schadgase aus dem Güllebereich zu fördern.

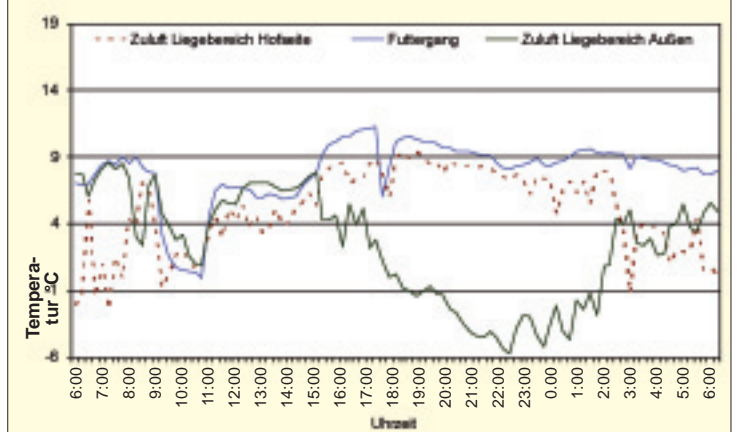
In Außenklimaställen folgt die Stalltemperatur der Außentemperatur. Da die Gebäudehülle in der Regel nicht isoliert wird, ist dieses System mit gewissen Einschränkungen verbunden. Bei sehr kalter Witterung friert der Kot in den Laufgängen ein. Die Tränkebecken müssen vor Frost geschützt werden und der Arbeitskomfort für den Landwirt sinkt (vor allem auch im Melkstand). Im Sommer kann allein durch die Abstrahlung des Blechdaches (Strahlungswärme) die Temperatur im Stall sogar weit über die Außentemperatur ansteigen.

Auch auf der Weide muss im Sommer, besonders zur Vermeidung von Hitzestress, auf ausreichende Beschattung (Bäume, Unterstände) und Wasserversorgung geachtet werden.

Tipp: Kühe empfinden es beim warmen Wetter angenehm, wenn sie an Plätzen mit hoher Luftbewegung stehen. Oft versammeln sie sich bei geöffneten Türen und Fenstern.

stig im Fachhandel erhältlich sind. Eine, wie im Beispiel angeführte Temperaturdifferenz von Futtergang zu Liegeplatz, mit bis zu 15 °K (Temperaturdifferenzen werden international in Kelvin angegeben, also 15 Kelvin), sorgt im gesamten Tierbereich für enorme Luftturbulenzen.

Abb. 2: Verhalten der Zulufttemperatur im Liegebereich über den Tages-Nachtverlauf auf einem Praxisbetrieb mit Fensterlüftung, wo die kalte Luft auf die Tiere fällt.



Zur Vermeidung von Atemwegserkrankungen (diese werden primär durch virale und bakterielle Erreger verursacht) gilt der Grundsatz: „Je tiefer die Stalltemperatur und die relative Luftfeuchte (nicht unter 30 %), desto geringer die Entwicklung von Krankheitserregern“.

Hohe Luftfeuchte ist extrem schädlich

Die Lufttemperatur ist immer gemeinsam mit der Luftfeuchte zu beurteilen. Je nach Stoffwechselbelastung gibt die Kuh Wärme, und je nach Körpergewicht und Leistung etwa 400 Gramm Wasserdampf pro Stunde ab. Das kann zu einer erheblichen Verschlechterung des Stallklimas und zu einer Belastung der Tiere führen. Die

Winter anhäufen. Gülle, die mittels Güllekeller unter dem Spaltenboden gelagert und dort durch das Mixen bewegt wird, belastet die Stallluft erheblich. Die Gase vermindern nicht nur die Sauerstoffkapazität der Luft, sondern führen zu Reizungen der Atemwege und Verletzungen der Lungenbläschen. Durch eine im Hinblick auf Energie und Protein ausgeglichene Fütterung, der Inanspruchnahme von Weidehaltung bzw. Ausläufen und Sauberkeit im Stall können besonders die Ammoniakbelastungen stark minimiert werden. Unter ungünstigen Bedingungen kann die Ammoniak-Emission in Laufställen gegenüber den Anbindeställen bis zu 4-mal höher sein. Bei günstigen Verhältnissen gibt es dagegen nur geringe Unterschiede.

Schadgase können z.B. mit einem DRÄGER-Messgerät oder DRÄGER-Röhrchen gemessen werden. Regelmäßige Entmistung und ausreichende Sauberkeit im Stall tragen zur Schadgasminderung bei.

Kältestress kann bei niedrigen Temperaturen nur dann entstehen, wenn feuchte Stallluft die isolierende Wirkung des Haar-

kleides vermindert. Die Tiere empfinden dadurch bestehende Temperaturen, vor allem in Verbindung mit höheren Luftgeschwindigkeiten, als niedriger. Im Sommer sind Kühe bei 40 % relativer Luftfeuchte bis 26 °C hitzetolerant, bei 80 % Luftfeuchte nur bis 23 °C.

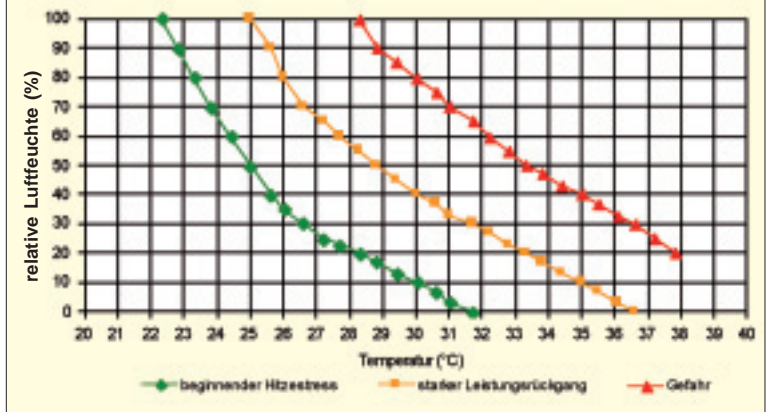
Bei hohem Taupunkt schwitzen die Wände

Der Taupunkt beschreibt den Kondensationspunkt von Wasser und wird von Luftdruck (Meereshöhe) und Temperatur beeinflusst. Die Taupunkttemperatur ist jene Temperatur, bei

der die wasserdampfgesättigte Luft kondensiert, und ist in der Regel niedriger als die Lufttemperatur. Sie ist auch ein Wert dafür, wie viel Wasser absolut in der Luft enthalten ist. Kalte Luft kann weniger Wasser aufnehmen, ist früher gesättigt und kondensiert früher. Das heißt, dass kalte Luft trotz gleicher relativer Luftfeuchte immer trockener ist als warme Luft. Steigt der Taupunkt über die Lufttemperatur, so fällt Wasser als Nebel, Tau und Regen aus. Im Stall beginnen sich zuerst kalte Oberflächen wie Metallteile und Fensterscheiben zu beschlagen. Später beginnen die Wände zu schwitzen und Metallteile zu rosten – die Schimmelbildung setzt ein. Damit steigen die Risiken für die Gesundheit (abgesehen von Schadgasgehalten) von Tier und Mensch stark an. Eine kostenaufwändige Bau-sanierung ist vorprogrammiert.

Tip: Thermometer und Hygrometer im Stall montieren und regelmäßige Aufzeichnungen führen.

Abb. 3: Hitzestress bei Kühen in Abhängigkeit von Temperatur und Luftfeuchte (HEIDENREICH THOMAS, DLG Merkblatt 336)



Trockene Luft (<60%) und ausreichende Tränke reduzieren Hitzestress.

Kuh scheidet zwischen 15 Liter Wasser bei -1 °C und 30 Liter bei 26 °C pro Tag aus. Es ist eine große Herausforderung an den Stallbau, die stark schwankenden Temperaturen und anfallenden Luftfeuchtemengen in einem Stallgebäude zu regulieren bzw. für einen angemessenen und kontrollierten Luftaustausch zu sorgen. Stallluft ist in der Regel feucht, mit Ammoniak (max. 15 ppm – Augen brennen ab 30 ppm, Augen tränen ab 50 ppm), CO₂ (max. 2000 ppm), Schwefelwasserstoff und Methan (max. 5 ppm) belastet und sowohl mit Viren als auch mit Bakterien beladen. Diese Luft schadet den Rindern. Eine reduzierte Milchleistung und das Aufkommen der Rinderrippe sind deutliche Zeichen für diese Anfälligkeit. In vielen Ställen fehlen genügend Luftwechselraten, weshalb sich Schadgase und Mikroorganismen vor allem im



Luftfeuchte über 80 % fördert die Schimmelbildung. Die Erfahrung in der Praxis hat gezeigt, dass der Taupunkt um mindestens 1,5 bis 2 °C unter der Lufttemperatur liegen soll, wobei dieser Wert unbedingt in Kombination zur relativen Luftfeuchte beurteilt werden muss.

Tabelle 1: Wassergehalt der Luft bei 100% relativer Luftfeuchte

Temperatur (°C)	max. Wasseraufnahmefähigkeit der Luft (g/m³)
-10	2,1
-5	3,3
0	4,8
4	6,4
8	8,3
12	10,7
16	13,6
20	17,3
24	21,8
28	27,2
35	39,5

Luftströmung fördert den Gasaustausch

Gemäß der 1. Tierhaltungsverordnung müssen in geschlossenen Ställen natürliche oder mechanische Lüftungs-

anlagen vorhanden sein. Diese sind entsprechend zu bedienen oder zu regeln und so zu warten, dass ihre Funktion gewährleistet ist. In geschlossenen Ställen muss für einen dauernden und ausreichenden Luftwechsel gesorgt werden, ohne dass es im Tierbereich zu schädlichen Zuglufterscheinungen kommt. Das Bundestierschutzgesetz §18, Abs. 5. schreibt vor, dass die Luftzirkulation, der Staubgehalt der Luft, die Temperatur, die relative Luftfeuchtigkeit und die Gaskonzentration usw. in einem Bereich gehalten werden müssen, der für die Tiere unschädlich ist.

Um den Bedürfnissen der Hochleistungskuh Rechnung zu tragen, sind hohe Luftwechselraten notwendig. Es hat sich gezeigt, dass Kühe mehr Milch produzieren, wenn die Luft kühl und trocken ist. Während des Winters werden mindestens 4 Luftwechsel pro Stunde angestrebt. Bei hohen Umgebungstemperaturen im Sommer ist es schwieriger, ein optimales Stallklima zu gewährleisten. Es sollten 60 bis 100 Luftwechsel pro Stunde realisiert werden. Diese Forderung kann nur durch größere Zuluftöffnungen erreicht werden. In Außenklimaställen mit offener Seitenwand werden natürliche Luftbewegungen (Wind) optimal ausgenutzt. Im Winter können je nach Witterung die Öffnungen mit heb- bzw. absenkbaaren Planen teilweise oder ganz geschlossen werden. Bei Neubauten lassen sich deshalb optimale Luftverhältnisse durch die Kombination von offenen Seitenwänden, offe-

und bei Hitzestress können diese auch bei 2 bis 5 m/s liegen (siehe Tabelle 2). In Abhängigkeit von Luftgeschwindigkeit und Luftfeuchte werden über die Haut der Kühe unterschiedliche Wassermengen abgegeben. Die dabei entstehende Verdunstungskälte bewirkt eine abgesenkte Temperatur und sorgt für eine tatsächliche Kühlung der Kühe.

Die Luftzufuhr darf aber auch während des Winters selbst bei kalten Bedingungen nicht zu stark begrenzt werden, da ansonsten die Temperatur und die Luftfeuchtigkeit zu stark ansteigen und dies zu Kondenswasserbildung im Tierbereich führen kann. Die Luftgeschwindigkeit soll im Liegebereich unter 0,2 m/s liegen und darf im Fressbereich bis 2 m/s reichen.

Der Luftwechsel soll nicht nur Schadgase sondern auch Staub abführen. Staub in der Stallluft kann unter anderem durch ein schlechtes Einstreumangement bedingt sein. Frische Luft führt ca. 150 Bakterien und Staubpartikeln je m³, während ein schlecht belüfteter Stall bis zu 700.000 Bakterien je m³ beinhalten kann. Dies belastet sowohl Tier als auch Tierhalter. Zur direkten Messung ist derzeit keine für die Praxis im Routineeinsatz geeignete Methode vorhanden.

Die Belüftung soll warme, feuchte Luft gegen trockene, kühle Luft austauschen. Damit steigt nicht nur die Futteraufnahme, sondern die Liegeflächen sowie Laufgänge werden auch trockener und dadurch wird die Gesundheit der Tiere gefördert. Der Luftaustausch muss unabhängig von der Außentemperatur oder den herrschenden Wetterbedingungen stattfinden!

Im Aufenthaltsbereich der Tiere und durch Umsetzungsvorgänge in den Exkrementen wird die Stallluft mit Schadgasen, Staubteilchen und Mikroorganismen angereichert, die durch ständige Verdünnung mit Frischluft (Luft-



Stehende Luft begünstigt die Fliegenplage.

anem First, hoher Traufe (ideal 4 m) und verstellbaren Planen realisieren. Auf der Weide nehmen Rinder auch bei starkem Wind keinen Schaden. Bei stehender Luft, dies ist im Hochsommer oder in konventionell gebauten und geschlossen ausgeführten Ställen ständig zu beobachten, lohnt sich die Installation von Ventilatoren, die für eine ausreichende Luftzirkulation sorgen (Tunnelventilation). Um für ausreichende Kühlung zu sorgen, sollte die Luftgeschwindigkeit im Liegebereich über 0,2 aber unter 0,6 m/s betragen. Im Fressbereich eines Offenfrontstalles

nem First, hoher Traufe (ideal 4 m) und verstellbaren Planen realisieren.

Auf der Weide nehmen Rinder auch bei starkem Wind keinen Schaden.

Bei stehender Luft, dies ist im Hochsommer oder in konventionell gebauten und geschlossen ausgeführten Ställen ständig zu beobachten, lohnt sich die Installation von Ventilatoren, die für eine ausreichende Luftzirkulation sorgen (Tunnelventilation). Um für ausreichende Kühlung zu sorgen, sollte die Luftgeschwindigkeit im Liegebereich über 0,2 aber unter 0,6 m/s betragen. Im Fressbereich eines Offenfrontstalles

Tipp: Spinnweben bilden sich besonders in Bereichen mit geringer Luftbewegung. Auch die Fliegenbelastung ist hier stark erhöht.

Tabelle 2: Temperaturwahrnehmung von Luft bei unterschiedlicher Luftgeschwindigkeit und 50% relativer Luftfeuchte (BARNWELL und PITTSBURG, Texas 2002)

Ist-Temp. °C	Temperaturwahrnehmung bei unterschiedlicher Luftgeschwindigkeit m/s					
	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
35	35,0	32,2	26,6	24,4	23,3	22,2
29,5	29,5	26,6	24,4	22,8	21,1	20,0
24	24,0	22,8	21,1	20,0	17,7	16,6

grün= kein Hitzestress, gelb= beginnender Hitzestress, rot= Leistungs-minderung, blau= Gefahr

Je nach Luftgeschwindigkeit (Lm/s) und Lufttemperatur (T) kann man folgende Schätzformel für die Temperaturwahrnehmung (Tw) ableiten: $Tw=1,895 \cdot Lm/s^2-10,04 \cdot Lm/s+(35-T)/11 \cdot (-1,6 \cdot Lm/s^2+6,42 \cdot Lm/s)+T$

wechsel) auf einem für die Gesundheit nicht gefährdenden Niveau gehalten werden müssen:

- Verminderung der Gefahr von Erkrankungen (v.a. der Atemwege) durch erhöhten Keimdruck
- Schutz vor allgemeinen Gefahren für die Gesundheit der Tiere (z.B. durch Schwächung des Immunsystems, Reizung der Schleimhäute etc.)
- Schutz vor überhöhten Körpertemperaturen, die bis zum Tod der Tiere führen können

Ein dauernder und ausreichender Luftwechsel lässt sich im Wesentlichen über Mindestluftraten, Schadgasgehalte, Luftfeuchtigkeit und Stalltemperatur definieren. Zur einfachen Beurteilung des Stallklimas ohne teure Messgeräte können folgende indirekte Indikatoren herangezogen werden:

- Ist eine übermäßige Kondenswasser- oder Schimmelbildung an Decken, Wänden und Fenstern vorhanden (vor allem in Raumecken, im Bereich von Jungtieren)?
- Ist die Stallluft stickig und brennend in den Augen und Schleimhäuten der Atemwege (stechender Ammoniakgeruch)?
- Riecht es im Stall nach faulen Eiern



Den richtigen Platz für die Ventilatoren austesten. ▶

Rauch nach maximal 15 Minuten abgezogen sein. Dies ist nur möglich, wenn die Lüftungsöffnungen nie ganz verschlossen werden. Schwieriger ist die Situation im Sommer, da hier mindestens 60 Luftwechsel je Stunde gefordert werden. Das heißt, der Luftaustausch muss spätestens nach einer Minute erfolgt sein. Dafür reicht eine Trauf-First-Lüftung oft nicht mehr aus, da im Gegensatz zum Winter die warme feuchte Luft nicht rasch genug aufsteigt. Höhere Luftraten im Sommer lassen sich



Ventilatoren an Positionen, an denen sie Frischluft ansaugen und in den Tierbereich einblasen können.

Altbaustallungen, die eine Tunnelbildung ermöglichen und in Hauptwindrichtung ausgerichtet sind, haben oft eine sehr günstige Luftwechselrate und können mit der Luftqualität von neuen Stallungen problemlos mithalten. Jedoch ist besonders darauf zu achten, dass keine Zugluft im Genital- und Euterbereich entsteht (vergleiche dazu das rechte Bild in Abbildung 10).



Die Luftströmung und Luftwechselraten prüfen.

- (Vorsicht! Schwefelwasserstoff)?
- Weist die Kleidung nach dem Stallbesuch einen stark üblen Geruch auf?
- Ist die Stallluft staubig (Staubschichten auf der Stalleinrichtung, staubverschmutztes Haarkleid der Tiere)?
- Haben die Tiere aufgrund der relativen Luftfeuchtigkeit und Temperatur im Stall ein feuchtes Haarkleid?
- Ist es im Stall v. a. im Sommer drückend heiß und die Atemfrequenz der Tiere erhöht?
- Erscheint die Luft frisch und kühl und ist gutes Durchatmen möglich?

Die Luftwechselraten lassen sich am besten mit einer Rauchpatrone überprüfen. Im Winter muss der gesamte



nur durch wesentlich größere Zuluft-Öffnungen erreichen, um natürliche Luftbewegungen bzw. den Wind auszunutzen. Großflächige Luftbewegungen von 5 Meter je Sekunde sind für den Menschen unangenehm, für Kühe jedoch angenehm, da sie kühlen und den Hitzestress vermeiden.

Aufgrund sich rasch und stark ändernder Bedingungen im Tagesablauf (Wind, Temperatur, Luftfeuchtigkeit), sollte dafür Sorge getragen werden, dass der Luftwechsel konstant bleibt. Wenn notwendig, sollten zusätzliche Ventilatoren eingebaut werden. Als besonders günstig erweist sich die Montage von

Neu errichtete Laufställe werden zumindest mit einer Trauf-First-Lüftung vorgesehen. Außenklimaställe besitzen meist eine Curtain-Belüftung, um einen möglichst großen Lufteintritt zu ermöglichen. Die Erfahrung hat gezeigt, dass viele moderne Laufställe keine oder zu wenige und falsch platzierte Ventilatoren aufweisen, welche auch noch zu selten eingeschaltet werden. Ventilatoren können mittels Seilen oder Ketten so aufgehängt werden, dass sie leicht schwanken, wodurch die Luft noch bes-

ser verwirbelt wird und mehr Luftbewegung in den gesamten Stallraum gelangen kann. Ein zu starkes Aufschaukeln ist aber jedenfalls zu verhindern. Über Spaltenböden sollten Ventilatoren aber starr befestigt werden, da sonst die Gefahr besteht, dass dabei die mit Ammoniak belastete Luft des Güllekellers in den Tierbereich aufgeblasen wird und es daher zu einer dramatischen Verschlechterung der Luftqualität kommen kann.

Ein dauernder und ausreichender Luftwechsel ist die Grundlage für ein optimales Stallklima. Dieses ist selbstverständlich nicht nur in geschlossenen (Warm-) Ställen sondern auch in Außenklimaställen bzw. Offenfrontställen von Bedeutung. Zur genauen Stallklimabeurteilung und Messung sollten entsprechend kompetente Berater zu Rate gezogen werden.

Bei zentraler Abluftführung können Luftraten über eine Messung der Abluftgeschwindigkeit (Anemometer) bestimmt werden. Zur Sicherstellung ausreichender Sommerluftraten sollten bei geschlossenen Ställen ohne mechanische Lüftungsanlage Öffnungen (Fenster, Tore etc.) von insgesamt mind. 0,35 m² pro GVE vorgesehen werden.

Tipp: Kleine Ventilatoren müssen für die gleiche Lüftungsrate schneller laufen und verursachen mehr Lärm. Dagegen können große Ventilatoren langsamer laufen, sind leiser, verursachen weniger Vibrationen und verbrauchen weniger Energie.



Ventilatoren im Warteraum vor dem Melkstand gegen die Laufrichtung anbringen

Zugluft ist zu vermeiden

Schädliche Zugluft kommt v. a. in der kalten Jahreszeit, bei großen Temperaturdifferenzen, hohen Luftgeschwindigkeiten und wenn die Luftfeuchtigkeit im Stall zu hoch ist, zustande. Zugluft an empfindlichen Körperbereichen der Tiere (Euter, Scheidenbereich) und im Aufenthaltsbereich von jungen oder kranken Tieren ist besonders problematisch. Eine erhöhte Inzidenz (Anzahl an Neuerkrankungen) von Krankheiten, die in Zusammenhang mit Zugluft stehen könnten (z.B. Atemwegserkrankungen, Entzündungen, usw.), sollte beachtet und weiterverfolgt werden.

Zugluft kann sehr einfach mit Markierungsrauch sichtbar gemacht werden. Bewegt sich der Markierungsrauch im Tierbereich (vor allem im Genital- und Euterbereich) mit erhöhter Geschwindigkeit (mehr als 0,2 m/s), ist eine Zugluftgefahr gegeben. Es ist jedoch zu beachten, dass es leicht zur Überlagerung des Messergebnisses kommen kann, wenn sich die Tiere bewegen.

Wie funktionieren verschiedene Lüftungssysteme?

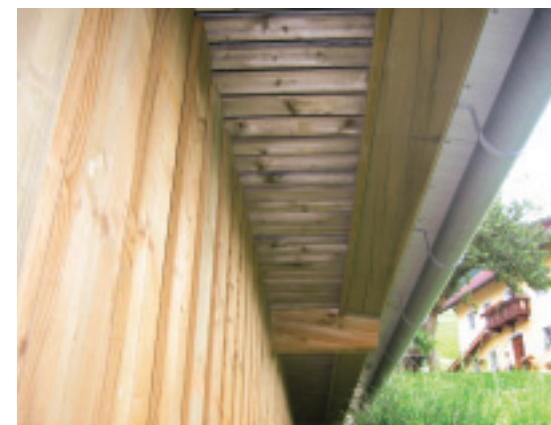
Wie funktionieren verschiedene Lüftungssysteme?

Während sich in den Außenklima- oder Offenfrontstallungen die Luftströmung im Stall annähernd gleich dem Außenbereich verhält, wird sie in geschlossenen Stallungen durch das installierte Zu- und Abluftsystem bestimmt. Induziert man die Frischluft punktuell oder gerichtet mit wenigen Öffnungen und damit mit großer Impulswirkung in den Stall, so kann die Luftbewegung im Stall kaum kontrolliert oder noch weniger beherrscht werden.

Die Umwandlung der gerichteten Luftströmung in eine turbulente ist kaum mehr möglich. Insbesondere im Jungviehbereich kann dieser punktuelle Lufteintrag zu enormen tiergesundheitlichen Problemen bis hin zu Ausfällen führen. Tiere in Anbindehaltung können sich schädlichen Bedingungen nicht entziehen.

Trauf – Firstlüftung

Diese ist in der Rinderhaltung ein weit verbreitetes Lüftungssystem. Besondere Beachtung gilt den ausreichenden Zu- und Abluftflächen. Werden die vorgegebenen Werte nicht eingehalten, leidet der Luftaustausch und damit das Klima im Stall insgesamt. Sind die Liegeplätze direkt unter der Traufe angeordnet, sind zusätzliche Luftleitplatten zu installieren (Abbildung 3). Ein Kaltluftabfluss mit tiefen Temperaturen und hoher Geschwin-



Zugluft an der Traufe.

Tabelle 3: Empfehlungen für den Luftvolumenstrom in m³/h je Tier und Tag

	Lebendgewicht	Sommer		Winter				
		>26 °C	<26 °C					
Jungrinder (DIN 18910-1)	50	21	15	8,4				
	100	46	34	13,5				
	150	68	51	19,3				
	200	81	61	24,6				
	300	124	93	34,2				
	400	162	122	42,8				
Mastrinder (DIN 18910-1)	50	24	18	9,2				
	100	52	39	17,7				
	150	77	57	25,3				
	200	92	69	27,1				
	300	139	104	37,6				
	400	181	136	47,1				
	500	220	165	55,7				
	600	256	192	63,7				
Milchkühe (nach CIGR 1984)	Lebendgewicht	Milchleistung (in 1000 kg)						
		5	6	7	8	9	10	
		500	319	335	351	367	383	399
		550	334	351	367	384	401	417
		600	348	365	382	400	417	435
		650	365	383	401	419	437	456
		700	375	394	413	431	450	469

Die in Tabelle 3 angegebenen Gewichts- und Leistungsbereiche finden in den folgenden abgeleiteten Schätzformeln gute Übereinstimmung (L=Lebendgewicht, T=Frischlufttemperatur, M=Laktationsleistung):

$$\text{Frischluftrate}_{\text{Jungrind}} = (0,472 + (L-50) \cdot 0,0115) \cdot T + (L-50) \cdot 0,106 + 8,023$$

$$\text{Frischluftrate}_{\text{Mastrind}} = (-0,00000054 \cdot L^3 + 0,000386 \cdot L^2 + 0,368 \cdot L + 9,118) \cdot (1 + (T-26) \cdot 0,027)$$

$$\text{Frischluftrate}_{\text{Milchkühe}} = (0,016 + (L-500) \cdot 0,000014) \cdot M + (LG-500) \cdot 0,217 + 239$$



Mindestsystemhöhen sind einzuhalten.

die Schlitzweiten (Zu- und Abluftöffnungen) ist besonders zu achten.

Für Zu- und Abluftöffnungen in Kaltställen bei freier Lüftung gelten folgende empirische Mindestwerte in Abhängigkeit von der Gebäude-

Zuluftöffnung). Eine Systemhöhe unter 2 m ist unzulässig!

Rieselkanal

Insbesondere bei Umbauten alter Stalungen werden aus Platzmangel sogenannte luftführende Kanäle installiert. Diese sollten nur an jenen Stellen Fri-



Ein ungehinderter Luftaustritt am Lichtfirst ist zu gewährleisten.



Direkter Kaltlufteintrag nur über dem Wartebereich.



Zuluftführende Fenster über den Liegeboxen sind im Winter zu schließen.

schluff abgeben, an denen sich die Tiere bevorzugt aufhalten sollen. Dies gilt insbesondere für den Liege- und Fressbereich. Bei sehr warm gehaltenen Stalungen kann die kalte Frischluft im Kanal kondensieren. Das führt zu erhöhtem Keimdruck und hygienischen Problemen, die schwer beherrschbar sind.

digkeit in den Tierbereich, welcher insbesondere oft unbeobachtet in der Nacht passiert, hat nachgewiesener Weise fatale tiergesundheitsliche Konsequenzen. Die Zuluft sollte so ungehindert wie möglich und damit ohne Widerstand ins Stallinnere eindringen können. Auf

breite (BORCHERT – KTBL):

Auf Ventilatoren in geschlossenen Ställen kann nur verzichtet werden, wenn mindestens folgende Abluftquerschnitte (Schächte oder offene Firste) und andere Öffnungen in den Umschließungsflächen (Fenster, Türen, Tore für Sommerlüftung) vorhanden sind:

Tabelle 4: Richtwerte für Mindestöffnungen		
Gebäudebreite in m	Traufenschlitz in cm	Firstschlitz in cm
5	5	10
10	8	16
15	10	20
20	12	24
25	13	26
30	15	30

Tabelle 5: Mindestgrößen von Raumöffnungen		
Schacht- oder Systemhöhe m	Gesamt-Abluft-Querschnittfläche m²/Rind GVE	Gesamtflächen an Toren, Türen, Fenstern oder sonstigen Wandöffnungen m²/Rind GVE
2	0,065	0,35
3	0,055	
4	0,048	
5	0,042	
6	0,039	
8	0,035	
10	0,031	
12 und mehr	0,024	

In Tabelle 5 sind Mindestgrößen von Abluftquerschnitten und anderen Raumöffnungen bei natürlicher Lüftung, bezogen auf 500 kg Lebendmasse-Zuchtrind (Rind GVE) in Abhängigkeit von der Systemhöhe, angeführt (lotrechter Abstand zwischen Schachtmündung oder First und

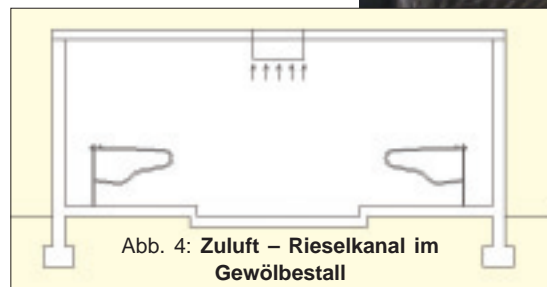
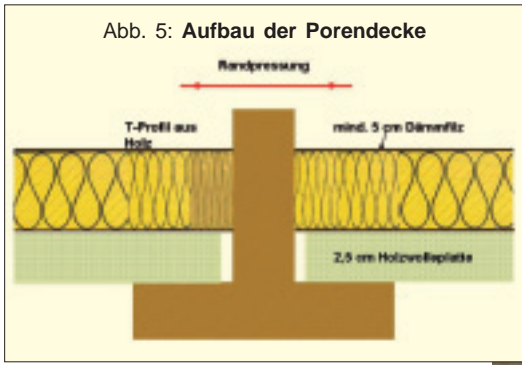


Abb. 4: Zuluft – Rieselkanal im Gewölbestall

praktisch unmöglich. Als Tragschicht werden entweder eine magnesitgebundene Holzwoolplatte (Heraklith) oder auch eine Bret-



Landwirt unbeobachtet. Je nach Lage und Neigung des Geländes treten in den Abendstunden Geschwindigkeiten von bis zu 5 m/s auf. Um derartige Geschwindigkeiten vom Stallinneren oder dem



Klassische Porendecke – Untersicht.

ter-Streuschalung verwendet. Über dieser Tragschicht wird eine isolierende Mineralwolle aufgelegt. Dieser Mineralwolle kommt zusätzliche eine luftbremsende Wirkung zu. Aus diesem Grund ist eine lückenlose Verlegung, zur Vermeidung von punktuellen Lufteinträgen, unerlässlich.

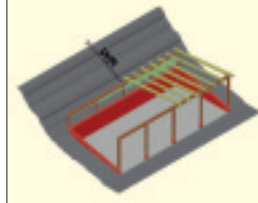
Lage der Stallungen im Gelände

Während für geschlossene und gedämmte Stallungen die Ausrichtung bezüglich der Sonneneinstrahlung eine untergeordnete Rolle spielt, kommt dieser Thematik bei Außenklima- und Offenfrontstallungen eine wesentliche Bedeutung zu. Insbesondere für die kalte Jahreszeit ist die Nutzung der Sonneneinstrahlung bzw. der Strahlungsenergie unerlässlich. Die offene Front sollte somit in jedem Fall nach Süden bzw. nach Westen gerichtet sein. Die im Winter tief stehende Sonne kann damit weit ins Stallinnere vordringen und sorgt neben ausreichendem Licht auch für die notwendige Tageswärme (Abbildung 9). Diese wiederum hat entscheidenden Einfluss auf den Luftaustausch und damit auf das Gesamtklima im Stall.

Stehen derartige Stallungen am Hang – dies trifft in Bergregionen auf annähernd alle Stallungen zu – kommt den Winden auf diesen Hanglagen enorme Bedeutung zu. Dies gilt insbesondere für Hangabwinde. Diese treten bevorzugt nach dem Sonnenuntergang und bis in die Nachtstunden hinein auf. Aus diesem Grund bleiben sie in vielen Fällen, trotz ihrer möglicherweise dramatischen Auswirkungen, vom

Tierbereich fern zu halten, sollte die dem Hang zugewandte Seite ab dem Sonnenuntergang geschlossen werden bzw. überhaupt geschlossen ausgeführt sein. Andernfalls sind die Nutztiere extremen Temperaturunterschieden im Stall, verbunden mit hohen Luftgeschwindigkeiten innerhalb sehr kurzer

Abb. 8: Hangabwinde – dem Hang zugeneigte Seite ist zu schließen

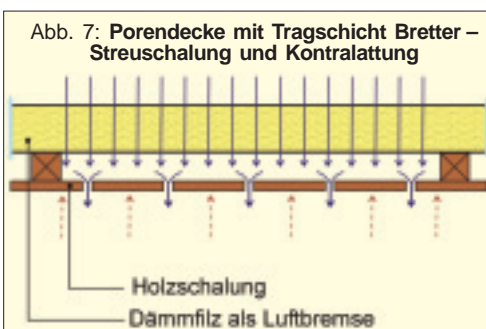
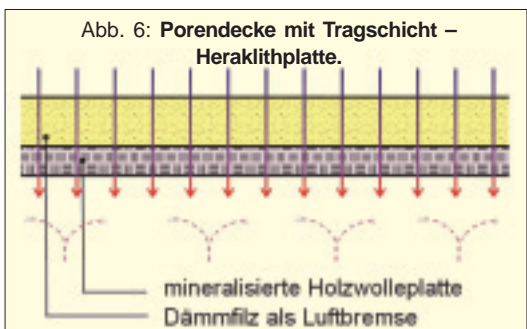
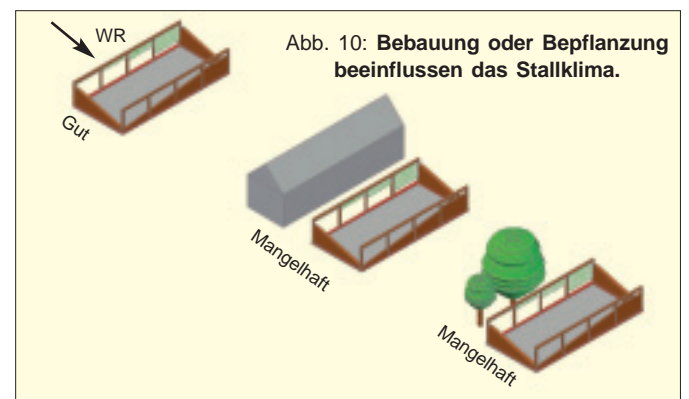
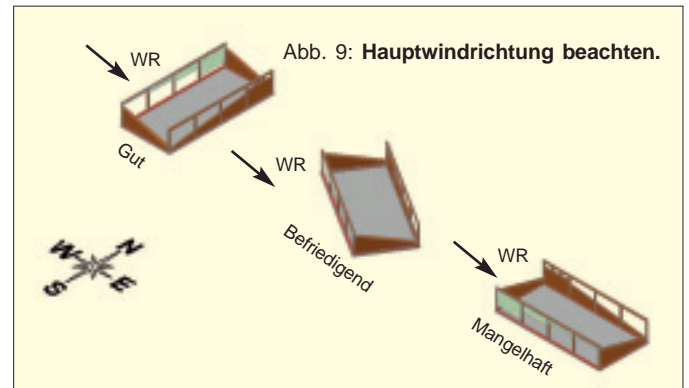


Zeiträume, ausgesetzt. Diesen Bedingungen können vor allem Kälber und Jungtiere nichts entgegensetzen. Zu beachten ist auch die unmittelbare Umgebung der vorgesehenen Bauplätze hinsichtlich vorhandener Bebauung oder Bepflanzung (Bäume). Dies gilt insbesondere für Zu- oder Anbau-



Nur unverbaute und unbepflanzte Umgebung gewährleistet beste Bedingungen.

ten an bestehende Stallungen. Stehen der einzigen offenen Front eines Stalles anströmungshemmende Gebäude oder Bewüchse im Weg, sind ein ausreichender Luftaustausch und eine entsprechende Lichteinstrahlung nicht mehr gewährleistet. Die offene Front sollte in einem Bereich von mindestens 50 Meter, besser 100 Meter frei anströmbar sein.



Stallklima selbst checken

Im Elektrohandel können Multifunktionsmessgeräte bereits zum Preis um 100 Euro erworben werden – eine Investition, die sich sehr bald amortisiert (siehe Foto Seite 4 und Seite 6).

Tabelle 6: Empfehlungen für das Stallklima

	Messwert	Bemerkung	Optimum
Temperatur	20 bis -30 °C	20 bis -30 °C Thermoneutrale Zone von Rindern ⇨ grundsätzlich kein Handlungsbedarf: • ausreichend Futter anbieten • Tränken müssen frostsicher sein • Windgeschützte und gut isolierte Liegefläche	
	Winter: <10 °C bei der Milchkuh <16 °C bei Kalbin und Mastrind	Bei guter Luftqualität und ausreichendem Luftwechsel: • Lüftungssystem nicht vorhanden ⇨ entweder Fenster oder Türen teilweise oder zur Gänze so schließen, dass der Luftwechsel noch aufrecht bleibt • Lüftungssystem vorhanden ⇨ Fenster und Türen schließen	7–17 °C für Milchkuh
	Winter <18 °C bei Kälbern	Bei guter Luftqualität und ausreichendem Luftwechsel: • Lüftungssystem vorhanden Fenster und Türen schließen • warmen und windgeschützten Rückzugsraum durch mehr Stroh und/oder Vorhang schaffen	12–20 °C für Kalbin und Mastrind
	Sommer >20 °C	Kühe bleiben stehen und/oder versammeln sich um geöffnete Türen bzw. Fenster. Für guten Luftwechsel sorgen: • Fenster und Türen öffnen • Lüftungskappen öffnen • Ventilatoren einschalten • Kühlende Sprüh-Dusche über dem Fressplatz (alle 5 Minuten 15 Sekunden lang)	16–20 °C für Kälber
Luftfeuchte	>90 % im Winter	Unterkühlung durch verstärkte Wärmeabgabe: • Lüften, um die Raumluft abzutrocknen • Trockene Einstreu • Trockene Liegeplätze	60–80 %
	>90 % im Sommer	Hitzschlag durch fehlende Wärmeabgabe an der Körperoberfläche: • Lüften, um die Raumluft abzutrocknen • Kühlung durch Ventilator über Liege- und/oder Fressplatz • Eventuell kühlende Sprüh-Dusche über dem Fressplatz (alle 5 Min. 15 Sek. lang)	
	>50 % im Winter	Austrocknung und Reizhusten ⇨ die Schleimhäute werden gereizt ⇨ Anfälligkeit für Rinderrippe u.Ä. steigt: • Tränken überprüfen • Zugluft reduzieren • Luftwechsel reduzieren (Achtung auf Schadgaskonzentration)	
	<50 % im Sommer	Austrocknung und Reizhusten die Schleimhäute werden gereizt: • Tränken überprüfen • Kühlen durch Sprüh-Dusche • Zugluft reduzieren • Luftwechsel reduzieren (Achtung auf Schadgaskonzentration)	
Luftströmung	Winter: Luftwechsel (Lw) dauert länger als 15 Minuten	Lüftung funktioniert unzureichend: • Häufiges Stoßlüften bei sehr tiefen Temperaturen • Fenster, Türen und Curtains öffnen	≥4 Lw/h bzw. <15 min
	Sommer: Luftwechsel (Lw) dauert länger als 1 Minute	Lüftung funktioniert unzureichend: • Fenster, Türen und Curtains öffnen • Ventilator ganztags einschalten • Ventilatoren effizienter montieren • Größere und/oder zusätzliche Ventilatoren montieren	≥60 Lw/h bzw. <1 min
	Winter: Luftbewegung am Liegeplatz >0,3 m/s (0,2 Jungtiere)	Unterkühlung möglich • Für Windschutz sorgen	<0,3 m/s
	Winter: Luftbewegung am Fressplatz >2 m/s, Unterkühlung möglich	• Zugluft reduzieren	≤2 m/s
	Sommer: Luftbewegung am Liegeplatz <0,6 m/s	Hitzestress möglich • Fenster, Türen und Curtains öffnen • Ventilator ganztags einschalten • Ventilatoren effizienter montieren • Größere und/oder zusätzliche Ventilatoren montieren	≥0,6 m/s
	Sommer: Luftbewegung am Fressplatz <5 m/s	Hitzestress möglich • Fenster, Türen und Curtains öffnen • Ventilator ganztags einschalten • Ventilatoren effizienter montieren • Größere und/oder zusätzliche Ventilatoren montieren	≥5 m/s
	Sommer: Luftbewegung am Liegeplatz >5 m/s	Zugluft • Fenster, Türen und Curtains schließen • Ventilator ausschalten	2–3 m/s
	Sommer: Luftbewegung am Fressplatz >18 m/s	Zugluft (starker Wind) • Fenster, Türen und Curtains schließen • Ventilator ausschalten	7–11

Anmerkung: Sommer ab 25 °C und Winter unter 10 °C. ist Zugluft zu vermeiden, d.h. Luftgeschwindigkeiten über 1 m/s sind immer großflächig zu ermöglichen (z.B. im Offenfrontstall)

	<p>Fachgruppe: Artgerechte Tierhaltung und Tiergesundheit</p> <p>Vorsitzender: Dr. Johann Gasteiner, LFZ Raumberg-Gumpenstein</p> <p>Geschäftsführer: Univ. Doz. Dr. Karl Buchgraber, LFZ Raumberg-Gumpenstein, 8952 Irdning, Tel.: 03682/22451-310, www.oeg-gruenland.at E-Mail: karl.buchgraber@raumberg-gumpenstein.at</p>	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; background-color: #e0f0e0;"> <p>INFO 1/2010</p> </div>
---	---	--