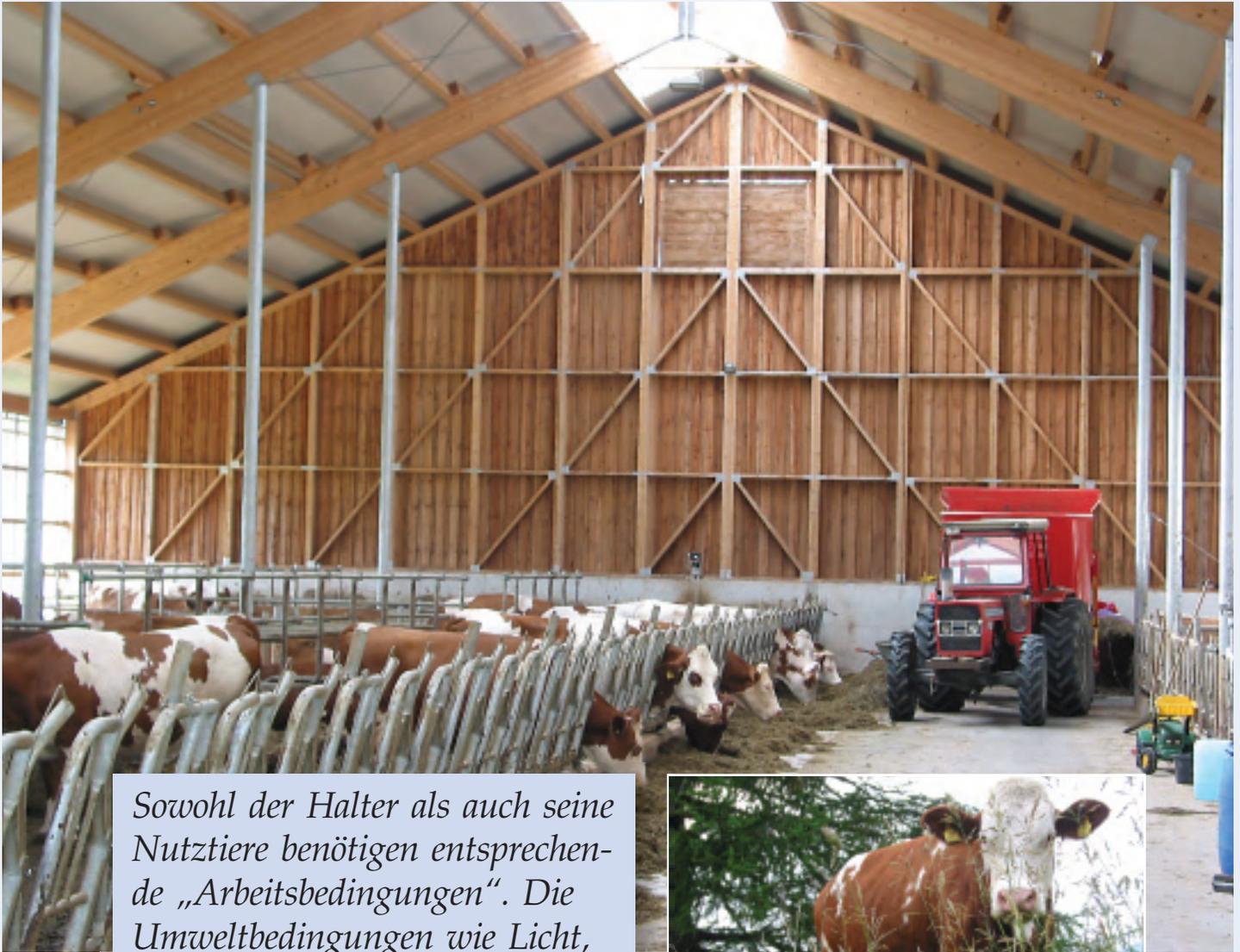


Stallklima in Rinderstallungen

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



Sowohl der Halter als auch seine Nutztiere benötigen entsprechende „Arbeitsbedingungen“. Die Umweltbedingungen wie Licht, Luftqualität 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 werden, für die Tiere aber weit unter dem Optimum sind. Bereits mit 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 Stallklimotechnik und Nutztierschutz an der Höheren Bundeslehr- und Forschungsanstalt Raumberg – Gumpenstein



Viel Licht und wenig Lärm

Seit der Domestikation werden den Tieren durch den Menschen Haltungsbedingungen vorgegeben, die sich aber eher nach den grundsätzlichen Bedürfnissen des Menschen und weniger nach den Ansprüchen der Tiere richten. Ein intensives Beobachten der Nutztiere durch deren Halter kann oft wertvolle Erkenntnisse zur Verbesserung und optimalen Gestaltung der Haltungsformen mit sich bringen. Instinktiv suchen die Tiere entsprechenden Komfort und das Optimum für ihr Wohlbefinden.

Licht und Lärm werden vom Tierhalter oft nur sehr subjektiv wahrgenommen. Häufig geht er von seinen eigenen Bedürfnissen aus. Deutlich wird dies, wenn er z.B. beim Verlassen des Stalles das künstliche Licht ausschaltet und die Tiere im natürlichen Licht – und damit oft im Dunkeln verbleiben. Der Gewöhnungseffekt verringert die Sensibilität für Problembereiche. Dies kann zu Verletzungen der Nutztiere, insbe-

sondere in Laufställen, führen. Diese Umstände bedeuten auch, dass Lichtmangel und Lärm den Organismus zusätzlich beeinträchtigen, Leistungseinbußen, Gesundheitsschäden und Verhaltensänderungen sind die Folge.

sondere in Laufställen, führen. Diese Umstände bedeuten auch, dass Lichtmangel und Lärm den Organismus zusätzlich beeinträchtigen, Leistungseinbußen, Gesundheitsschäden und Verhaltensänderungen sind die Folge.

Zu den wichtigsten Faktoren im Bereich des Stallklimas zählen:

1. Licht
2. Lärm
3. Lufttemperatur
4. Luftfeuchtigkeit
5. Taupunkt
6. Luftwechsel
7. Luftströmung – Luftbewegung

Mehr Licht bringt mehr Leistung

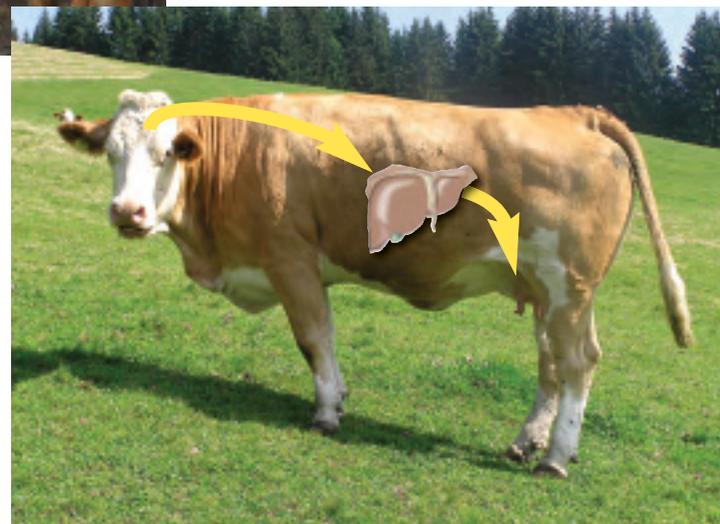
Seit über 65 Jahren werden in der Geflügelhaltung Beleuchtungsprogramme zur Verbesserung der Legeleistung eingesetzt. Auch in der Rinderhaltung hat Licht nachweislich ei-

nen bedeutenden Einfluss auf einige biologische Vorgänge bei Milchkühen (z.B. Milchbildung).

US-Studien zufolge konnte bereits vor 25 Jahren in Michigan festgestellt werden, dass durch Ergänzung des Tageslichtes mit künstlichem Licht, auf 16 bis 18 Stunden während der Herbst- und Wintermonate, die Milchleistung um bis zu 11 % gesteigert werden konnte. Internationale Studien haben diese Ergebnisse bereits mehrfach bestätigt. Ebenso kann man mit einer höheren Futteraufnahme um 1 kg Trockenmasse je Tier und Tag rechnen.

Die Unterschiede des in Abbildung 1 dargestellten Leistungsanstieges ergeben sich durch unterschiedliche Haltungsbedingungen und Milchleistungsniveaus. Die Beleuchtungsstärke variiert zwischen 100 und 300 Lux (ausreichend Licht zum Lesen einer Zeitung) und verlängert den Tag auf 16 bis 18 Stunden.

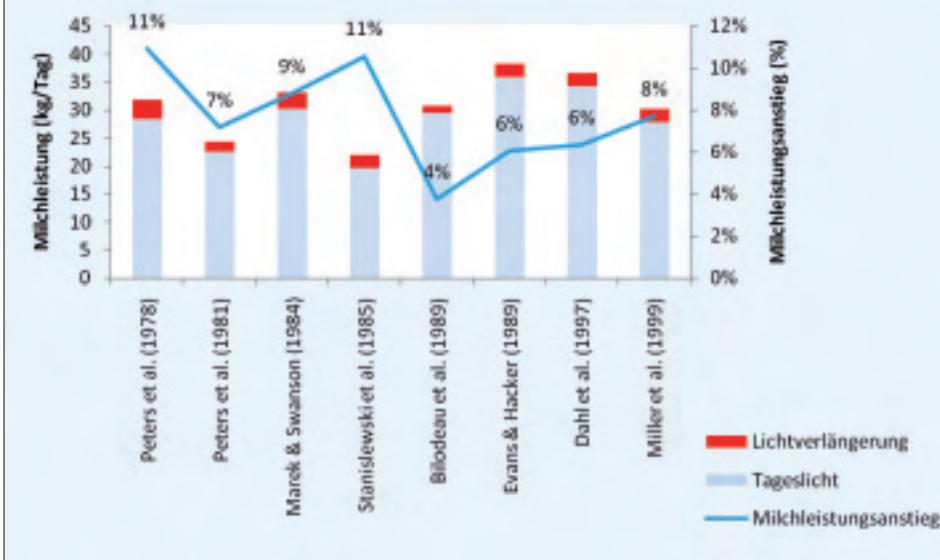
- Die Milchleistung steigt nach 2 bis 4 Wochen um 4 bis 11 %. Auch während der Früh- und Spätlaktation kann eine ebenso effiziente Wirkung nachgewiesen werden. Durch das Licht sind Veränderungen der Milch Inhaltsstoffe nicht zu erwarten, gegebenenfalls ist hier die Ursache in der Futteraufnahme zu suchen.
- Die Verlängerung des Tages erhöht die Aktivität der Kühe. Damit ist auch eine gesteigerte Futteraufnahme verbunden. Bei 16 Stunden konstanter Lichtstärke steigert sich diese um bis zu 6 %.
- Bei Jungtieren kann man eine frühere Geschlechtsreife beobachten, während bei laktierenden Kühen kein Einfluss festgestellt wird. Auch das übliche verzögerte Wiederanlaufen des Zyklus im Winter gegenüber



▲
Eigentlich sollten die Kühe zum Fressen in den Laufstall, ziehen aber trotzdem den Auslauf vor – warum? Kühe ziehen den Auslauf einem dunklen Stallgebäude vor.

►
Licht reduziert im Gehirn (Zirbeldrüse) die Melatoninbildung (Hormon), was die erhöhte Bildung von IGF-1 in der Leber bewirkt, wodurch im Euter die Milchleistung gesteigert wird.

Abb. 1: **Milchleistungsanstieg durch zusätzliche Beleuchtung**
(verändert PICHLER nach KALAYCI, 2002)



Tageslicht regt nicht nur den Stoffwechsel und Kreislauf an, sondern fördert auch die Fruchtbarkeit, die tages- und jahreszeitlichen Rhythmen und die Vitamin D3-Synthese. Ebenso wird das Bakterien- und Parasitenwachstum gehemmt. Neben höherer Milchleistung und Futteraufnahme setzt die erste Brunst nach der Kalbung früher ein. Bei Jungrindern bewirkt ein verlängerter Tag höhere tägliche Zunahmen, eine frühere Geschlechtsreife und einen positiven Einfluss auf die Entwicklung der Milchdrüse.

Auch bei ständigem Zugang ins Freie soll ausreichend Tageslicht im Stall vorhanden sein. Die Attraktivität des Stalles steigt dadurch, weshalb die Tiere wieder an den Futtertisch gelockt werden, mehr fressen und daher auch mehr Milch produzieren.

Bei künstlicher Beleuchtung sollte bei

dem Sommer bleibt durch mehr Licht unbeeinflusst.

- Bei längerer Beleuchtung ist das Haarkleid der Tiere – ähnlich dem Sommerfell – kürzer. In Außenklimaställen werden dadurch keine nachteiligen gesundheitlichen Folgen festgestellt.
- Kalkulationen belegen den wirtschaftlichen Erfolg, der bereits ab einer Milchleistungssteigerung von 4 % den gesamten Installations- und Betriebsaufwand abdeckt. Je heller ein Stall aufgrund der baulichen Ausführung ist, desto früher amortisiert sich die getätigte Investition.

beldrüse im Gehirn ins Blut abgegebene Melatonin, das als Nachthormon bezeichnet wird, übertragen. Die gebildete Menge hängt von der Lichtmenge ab. Dieses Hormon beeinflusst ebenso die Ausschüttung des insulinartigen Wachstumshormons IGF-1 aus der Leber, welches ein Signal für höhere Milchbildung gibt.

Licht wirkt auf den Hormonhaushalt

Alle Lichteffekte auf den Stoffwechsel werden durch das von der Zir-



Tabelle 1: **Kostenschätzung für Halogen-Metaldampflampen**
(PICHLER abgeleitet nach CIELEJEWSKI)

Investition	Stk.	á €	Summe/Jahr €
Standplätze	50		22,09
Stallfläche	500		
Bedarf bei Glühlampen (W/m²)	7		
Lampen (250 W, 20.500 lm)/Platz	0,28		
Lampe (ND 15 Jahre)	14	121,70	
Birne (ND 5 Jahre)	42	69,89	
Zinsansatz	4%		13,25
Strom (€/kWh)		0,16	100,00
Stunden	2.500		
Watt	250		
Kosten je Lampe			135,35
Kosten für 14 Lampen			1.894,85
Kosten je Kuh			37,90
Futteraufnahme + 1 kg TM		0,15	54,75
Gesamtkosten je Kuh und Jahr			92,65
Milchleistungsanstieg + 2 kg	730 kg		285,87
Milcherlös (exkl. 12 % MwSt.)		0,39	
Gewinn je Kuh und Jahr			193,22



Offenfrontstallungen bieten oft einen stärkeren Lichteinfall im Vergleich zu Lichtfirsten, die zumeist unterdimensioniert sind.

▶
Leuchtstoffröhren eignen sich nur für geringe Raumhöhen, sollten aber auch genutzt werden.
▼



zugeführten Energie: Lichtstrom/Watt), eine hohe Lebensdauer, gute Farbeigenschaften sowie eine Lichtstromkonstanz während der Lebensdauer aufweisen. Man kann Gasentladungslampen für diesen Zweck empfehlen. Grundsätzlich sollten die Lichtquellen zweimal jährlich gesäubert und fallweise die Lichtmenge überprüft werden.

• Glühlampen sind wenig effizient, da nur ca. 10 % der eingesetzten Energie in Licht umgewandelt werden. Der Rest entfällt auf Wärme. Aus wirtschaftlichen Gründen ist daher vor ihrem Einsatz abzuraten.

• Leuchtstofflampen sind Niederdruckentladungslampen und haben sowohl eine gute Lichtausbeute als auch eine lange Lebensdauer. Sie eignen sich sehr gut bis zu einer Montagehöhe von maximal 3 m über der zu beleuchtenden Fläche. Jedoch sollte hier auf die Qualität, das Lichtspektrum von weißem Licht bzw. Farbwiedergabestufe 9 1A (Ra

90–100), Farbtemperatur (Daylight 5000–5400 Kelvin) und die Verschmutzung geachtet werden. Für den Melkstand sind diese gut geeignet. Man soll darauf achten, dass sie vor Staub bzw. Spritzwasser geschützt sind, für eine Ausleuchtung von 800 Lux (10 W/m^2) reichen und maximal 2,5 m über dem Grubenboden eingebaut werden.

• Hochdruck-Metallampfen eignen sich sehr gut für Räume über 5 m. Natriumdampfampfen werden in Ställen zumeist in einem Leistungsreich von 250 bis 400 W eingesetzt. Sie weisen eine sehr gute Lichtausbeute (150 lm/W) und eine Lebensdauer von 8.000 Stunden auf. Jedoch lässt ihr Licht rot und braun nur schwer unterscheiden. Quecksilberdampfampfen haben eine geringere Lichtausbeute ($35\text{--}60 \text{ lm/W}$) aber eine Lebensdauer bis 10.000 Stunden und sehr gute Lichteigenschaften. Sie werden mit 250–400 W eingesetzt. Halogen-Metallampfen sind weiterentwickelte Quecksilberdampfampfen. Ihre Lichtausbeute liegt zwischen 65 bis 120 lm/W und sie haben eine Lebensdauer von etwa 6.000 Stunden.

Beleuchtung prüfen

Entscheidend ist nicht nur die direkte Beleuchtung sondern auch die Reflexion der verschiedenen Oberflächen. Ein Anstieg der Milchleistung konnte bereits ab 100 Lux beobachtet werden. Allgemeine Empfehlungen gehen aber zumeist auf 200 Lux für 16 bis 18 Stunden, die in einer Höhe von ca. 90 cm über dem Boden, aus dem Mittelwert von einer waagrecht und einer in Richtung Lichtquelle gemessenen Lichtstärke, gemessen werden. Höhere Beleuchtungsstärken haben keinen zusätzlichen Effekt gezeigt und sind zunehmend unwirtschaftlich.

Gemäß § 18 Abs. 4 TSchG dürfen Tiere weder in ständiger Dunkelheit noch in künstlicher Dauerbeleuchtung ohne Unterbrechung durch angemessene Dunkelphasen gehalten werden. Nach der 1. Tierhaltungsverordnung müssen Ställe offene oder transparente Flächen, durch die Tageslicht einfallen kann, im Ausmaß von mindestens 3 % der Stallbodenfläche aufweisen, wenn den Tieren kein ständiger Zugang ins Freie zur Verfügung steht. Im Tierbereich des Stalles ist über mindestens acht Stunden pro Tag eine Lichtstärke von mindestens 40 Lux zu gewährleisten. Die Empfehlungen für Kranken- und Abkalboxen liegen bei 200 Lux. Auf eine gleichmäßige Ausleuchtung ist besonders in Vorwarte- hof, Melkstand und Austrieb zu ach-

gleichmäßiger Aufteilung der Lampen mindestens $1,5 \text{ Watt/m}^2$ Bodenfläche bei Leuchtstofflampen und 4 W/m^2 bei Glühlampen kalkuliert werden. Höhere Lichtstraten wirken sich positiv aus (siehe Tabelle 1). Die Kosten je Lampe für die zusätzliche Beleuchtung kalkulieren sich mit einer jährlichen Abschreibung (AfA) von 22,09 Euro, einem Zinsansatz von 13,25 Euro und Stromkosten von etwa 100 Euro. Je Kuh stehen inklusive der höheren Futteraufnahme jährliche Kosten von 92,65 Euro einem zusätzlichen Erlös durch einen Milchleistungsanstieg von 285,87 Euro gegenüber. Somit ergibt sich ein zusätzlicher Nutzen von 193,22 Euro.

Welche Lampen sind geeignet?

Eingesetzte Lampen sollen eine hohe Lichtausbeute (effektive Umsetzung der

Kriterien für die Lampenwahl

- Hohe Lichtausbeute
- Lange Lebensdauer
- Möglichst konstanter Lichtstrom
- Zündverhalten
- Anlaufzeit
- Lichtfarbe und Farbwiedergabe
- Abmessungen

ten. Schattenbildung und dunkle bzw. lichtschluckende Flächen sind tunlichst zu vermeiden.

Wo und wann beleuchten?

Allgemein gilt zwar, dass der gesamte Stall gleichmäßig und ausreichend ausgeleuchtet werden soll. Die Konzentrierung des Lichtes an Stellen, an denen die Kühe die meiste Zeit verbringen sollen – am Futtertisch und über den Liegeplätzen – zeigt einen positiven Effekt. Bei offenen Außenklimaställen, die während der Mittagsstunden in der Regel reichlich natürliches Licht einlassen, kann eine Schaltuhr zur Einhaltung der verlängerten Beleuchtung für den frühen Morgen und den Nachmittag bzw. Abend eingesetzt werden. Das Licht könnte von etwa 4 bis 22 Uhr zur Verfügung gestellt werden, wenn man zusätzliches künstliches Licht 1–1,5 Stunden vor Sonnenaufgang bzw. 1–1,5 Stunden nach Sonnenuntergang anbietet.

Dunkelphase für Ruhezeiten nötig

Eine Steigerung über die empfohlene Länge von 16 bis 18 Stunden bringt keinen zusätzlichen Effekt. Vielmehr verlieren die Tiere ihren tageszyklischen Rhythmus. Daher wird eine Dunkelphase von mindestens 6 Stunden empfohlen, wobei eine Maximalbeleuchtung von 10 Lux möglich ist. Damit hat man durch Montage von roten 7,5 Watt-Lampen im Abstand von 5 bis 10 m die Möglichkeit zur nächtlichen Tierbeobachtung, da dieses Licht von Kühen nicht wahrgenommen werden kann. Für Großbetriebe, die dreimal melken, wird es jedoch nötig, die Herde auf zwei getrennte Stallungen aufzuteilen, damit weder der Melkablauf noch die Dunkelphase gestört wird.

Trockensteher benötigen Kurztag

Weiterführende Studien aus den USA, aus Kanada und Israel zeigen bei Trockensteher, die bei 8 Stunden Tageslicht und 16 Stunden Dunkelheit gehalten werden, in der Folgelaktation eine bis 650 kg höhere Milchleistung je Kuh/Jahr, als jene, die 16 Stunden Tageslicht und 8 Stunden Dunkelheit erhalten hatten.

Man kann auch beobachten, dass Kühe, die im Winter trockengestellt werden, mehr Milch als nach einer Sommerabkalbung produzieren. Somit bewirkt nicht nur der Hitzestress im Som-

mer, sondern auch das falsche Lichtprogramm durch eine Trockensteherzeit im Langtag eine geringere Futteraufnahme. Allgemeine Empfehlungen schlagen zumindest für die 3 letzten Wochen der Trockensteherzeit ein Kurztagprogramm bei Kühen vor, womit man mit einem Milchleistungsanstieg von ca. 2 kg Milch je Tag rechnen kann. Bei Kalbinnen wurde jedoch nur eine leichte Tendenz zum Leistungsanstieg beobachtet.

Praktische Erfahrungen

Im Allgemeinen werden 0,45 m² Fensterfläche je GVE oder 10 % der Raumgrundfläche als Lichtfirstfläche empfohlen. Lichtmessungen der Landwirtschaftskammer zeigen, dass saubere Lichtfirste in ausreichender Breite wesentlich mehr Lichteintrag ermöglichen

onsflächen an den Decken von Halenstallungen wirken sich aufgrund der großen Höhe oft nur unzureichend aus. Ein großzügig dimensionierter Lichtfirst oder offene Wände ohne Beschattung sind hier wesentlich effizienter.

Wie viel Fensterfläche schreibt das Gesetz vor?

Das Bundestierschutzgesetz schreibt in der 1. Tierhaltungsverordnung, Anlage 2, 2.4. vor: „Wenn den Tieren kein ständiger Zugang ins Freie zur Verfügung steht, müssen Ställe Fenster oder sonstige offene oder transparente Flächen, durch die Tageslicht einfallen kann, im Ausmaß von mindestens 3 % der Stallbodenfläche aufweisen.“ In §18 Abs. 4 wird festgehalten, dass Tiere weder in ständiger Dunkelheit noch in künstlicher Dauerbeleuchtung ohne Un-



Empfindliche Beleuchtungsmesser (Lux-Meter) decken Schwachstellen rasch auf.

als Fensterflächen an den Außenwänden, da sich das Licht von oben besser und intensiver im Raum verteilt. Gute Offenfrontstallungen können dies noch übertreffen (siehe Fotos Seite 3). Zusätzlich wirken Vordächer (Außenliegenboxen) über den Fensterflächen sehr stark beschattend. Helle Stallwände wirken sich sehr positiv aus. Stallungen mit weißen Wänden sind bei gleicher Ausleuchtung um vieles heller als jene mit Holzdecken und Holzwänden. Ein Altstall, der mit Kalkfarbe frisch ausgemalt wird, kann durchaus mehr Licht bereitstellen als neue Laufställe mit verschmutztem Lichtfirst (trotz ausreichender Fensterfläche). Weiße Reflexi-

terbrechung durch angemessene Dunkelphasen gehalten werden dürfen.

Man misst alle Fenster und sonstigen offenen oder transparenten Flächen, durch die Tageslicht einfällt. Als „Fensterfläche“ gilt die Architekturlichte. Diese entspricht der verputzten bzw. gedämmten Maueröffnung (einfach zu messen; in den Einreichplänen bemaßt). Bei Spaceboard (Lücken oder Schlitzschalung) gilt die gesamte Schlitzfläche.

Die gesamte Bodenfläche des Stalles wird entweder vermessen oder die Grundrissangaben des Stallplanes verwendet. Sollten Nebenräume (Lagerräume, usw.) ohne bauliche Abtrennung an den Stall angrenzen, wird deren Bo-

denfläche nicht mit einbezogen. Fensterflächen dieser Nebenräume werden nur in der Größe der Öffnung, durch die Licht ungehindert in den Tierbereich einfallen kann, berücksichtigt.

Die Gesamtfläche aller Fensterflächen und sonstigen offenen und transparenten Flächen, durch die Tageslicht einfällt (mit der Formel Länge x Breite) und ebenso die Größe der Bodenfläche des Stalles wird ausgerechnet. Dann wird die Größe der Fensterflächen (und sonstigen ...) durch die Stallgrundrissfläche dividiert und mit 100 multipliziert. Wenn der Wert über 3 % liegt, entspricht die Fensterfläche dem Gesetz.

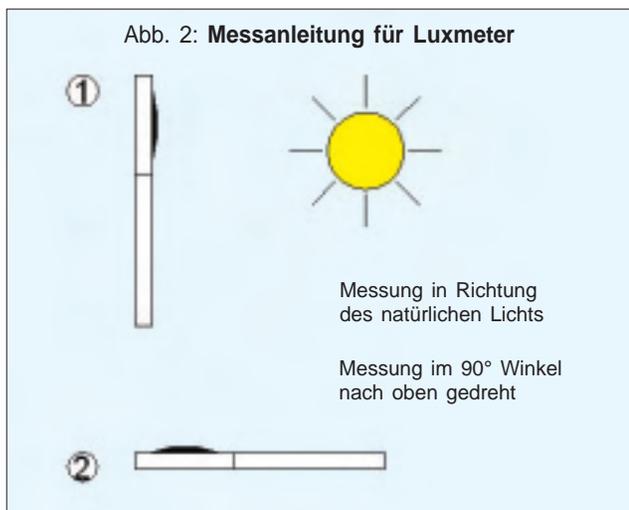
Beispiel: 8 m² Gesamtfensterfläche bei 150 m² Fußbodenfläche ergibt $8 : 150 \times 100 = 5,33 \%$ der Stallbodenfläche. Haben alle in einem Raum gehaltenen Tiere über den Lichttag jederzeit unbeschränkt Zugang zu einem Auslauf im Freien, gilt dies als ausreichende Erfüllung der Forderung nach Fensterflächen im Stall, auch wenn der Auslauf überdacht ist.

Das Gesetz gilt als erfüllt, wenn Fensterflächen oder andere Flächen, durch die Tageslicht einfällt, von mind. 3 % der Stallbodenfläche vorhanden sind oder, wenn die Tiere ständig Zugang ins Freie haben. Man empfiehlt auch bei ständigem Zugang ins Freie trotzdem Tageslicht im Stall zu ermöglichen.

Wie viel Licht verlangt das Gesetz

Die 1. ThVO, Anlage 2, 2.4. schreibt vor, dass im Tierbereich des Stalles über mindestens 8 Stunden pro Tag eine Lichtstärke von mindestens 40 Lux zu gewährleisten ist.

§ 18 Abs. 4 TSchG verbietet, dass Tiere weder in ständiger Dunkelheit noch in künstlicher Dauerbeleuchtung ohne Unterbrechung durch angemessene Dunkelphasen gehalten werden dürfen.



Reicht der natürliche Lichteinfall nicht aus, um die Bedürfnisse der Tiere zu decken, muss eine geeignete künstliche Beleuchtung vorgesehen werden. Dabei ist auf den natürlichen Ruhe- und Aktivitätsrhythmus der Tiere Rücksicht zu nehmen.

Zur subjektiven Abschätzung und zur Sicherstellung des geforderten Luxwertes kann folgender Anhaltspunkt herangezogen werden: Beträgt die Lichteinfallfläche mindestens 5 % der Stallbodenfläche und wird der Lichteinfall nicht durch verschmutzte Fensterflächen, Vordächer oder unmittelbar angrenzende Bauten erheblich gemindert, ist davon auszugehen, dass 40 Lux erreicht werden.

Die Messung der Lichtstärke mit einem Luxmeter wird durch zahlreiche Faktoren beeinflusst (Außenbedingungen, Messzeitpunkt, Farbe der Wände und Stalleinrichtungsgegenstände, Sauberkeit des Bodens und der Einstreu, Tierbewegung, usw.) und ein objektiver und wiederholbarer Befund ist kaum zu erwarten. Deshalb ist das Messergebnis vorsichtig zu interpretieren und die Einflussfaktoren sind zu berücksichtigen.

Die Messung der Lichtstärke erfolgt mit einem (farbkorrigierten, kosinusgerechten) Luxmeter im Aktivitätsbereich und in Augenhöhe der Tiere (im Anbindestall im Kopfbereich der Tiere). Es wird in 2 Ebenen (in Richtung des

natürlichen Lichts und im 90°-Winkel nach oben gedreht) an mindestens 3 repräsentativen Messpunkten im Stall gemessen und aus den Werten der Durchschnitt gebildet.

Lärm stresst nicht nur die Tiere

Gemäß der 1. Tierhaltungsverordnung ist der Lärmpegel so gering wie möglich zu halten. Dauernder oder plötzlicher Lärm ist zu vermeiden. Die Konstruktion, die Aufstellung, die Wartung und der Betrieb der Belüftungsgebläse, Fütterungsmaschinen oder anderer Maschinen sind so zu gestalten, dass sie so wenig Lärm wie möglich verursachen.

Rinder haben ein wesentlich empfindlicheres Gehör als der Mensch und werden daher auch früher vom Lärm gestresst, wodurch Leistungseinbußen früher einsetzen können. Auch der Gewöhnungseffekt kann den Lärmstress nicht verringern.

Lärmquellen können vielerlei Ursprungs sein. Man muss zwischen Dauerlärm und kurzzeitigem Lärm unterscheiden. Ebenso differenziert man zwischen Lärmquellen, die selbstverursacht (Arbeitslärm im Stall z.B. Fütterungsmaschinen und Hofgelände) und jenen, die fremdverursacht (Verkehr, Gewerbe u.ä.m.) sind. Bei starker Lärmentwicklung ist zu prüfen, ob die Anlagen durch mangelhafte Konstruktion und Wartung bzw. unsachgemäßen Betrieb mehr Lärm als üblich verursachen.



Diese Ursachen sind zu beseitigen (Schallschutz, Aufstellungsort, ...). Es sind nur solche Lärmquellen zu beurteilen, die seitens des Landwirts beeinflussbar sind, z.B. nicht Straßenlärm oder übliche Tiergeräusche.

Mechanische Lüftungen können als Folge der Ventilatorgeräusche sehr unterschiedlich laut sein. Der Schallpegel im Tierbereich hängt von der Lüfterbauart, der Lage der Ventilatoren und den Strömungswiderständen im Lüftungssystem ab. Ventilatoren sollen möglichst so abgestimmt sein, dass sie wenig Lärm verursachen. Ein größerer Durchmesser ermöglicht geringere



Viel Licht und wenig Lärm – so fühlen sich die Kühe wohl.

Drehzahlen, wodurch das Gebläse leiser wird. Ebenso sollte unbedingt die Übertragung von Vibrationen verhindert werden, indem z.B. nach Möglichkeit der Ventilator an Ketten oder Seilen aufgehängt wird. Ein zu starkes Aufschaukeln der Ventilatoren ist aber zu vermeiden. Bei natürlicher (Schwerkraft-) Lüftung treten keine Lüftungsgeräusche auf.

Speziell Dauerbelastungen führen zu Stress, der zu psychischen wie physischen Problemen führen kann: Behinderung der Kommunikation, Reduktion des Wohlbefindens (Nervosität, Aggression), Schlaf- und Konzentrationsstörung, erhöhter Blutdruck, Atemfrequenz und Stoffwechsel steigen, Kreislauf und Verdauung verlangsamen sich, Stresshormone werden freigesetzt (Adrenalin, Noradrenalin, Cortisol). Tiere reagieren ähnlich wie der Mensch, somit wird die Lärmvermeidung zum Wirtschaftsfaktor. Tiere, die unter Lärm-

Tabelle 2: Empfehlungen für Licht- und Lärmmessungen		
Messwert	Bemerkung	Optimum
≥ 40 Lux ≥ 8 h, Messung 1x senkrecht in Richtung Licht, 1x waagrecht in Augenhöhe der Tiere	Tierhaltungsverordnung erfüllt	100–200 Lux für 16–18 Stunden
< 40 Lux während der Tageszeit	Fruchtbarkeit ist im Stall schlecht; bei Weidebeginn beginnen die Kühe plötzlich zu stieren. Für zusätzliche Beleuchtung sorgen: <ul style="list-style-type: none"> • Fenster, Lichtfirst und Lampen putzen • Licht einschalten (Zeitschaltuhr) • Stall weiß ausmalen • Fenster vom Frühjahr bis Herbst aushängen • Türen, Tore und Curtains öffnen • Zusätzliche Lampen montieren • Anderen Lampentyp auswählen • Fensterfläche und Lichtfirst vergrößern 	100–200 Lux für 16–18 Stunden
≥ 45 dB in der Nacht	Lärmstress, Kühe können sich nicht optimal ausruhen <ul style="list-style-type: none"> • Ventilator wenn möglich auf geringere Leistung einstellen • Leiseren Ventilator montieren • Türen und Fenster zu Lärmquellen (z.B. Straße, Heugebläse) schließen • Vibrationsübertragung vermeiden • Heugebläse und Ventilatoren nur betätigen, wenn benötigt. • Bauliche Maßnahmen, Einstellung der Aufstallung (Fressgitter) 	< 45
≥ 65 dB am Tag außerhalb Fress- und Melkzeiten	Lärmstress, Kühe können sich nicht optimal ausruhen und entspannt wiederkauen <ul style="list-style-type: none"> • Ventilator wenn möglich auf geringere Leistung einstellen • Leiseren Ventilator montieren • Türen und Fenster zu Lärmquellen (z.B. Straße, Heugebläse) schließen • Vibrationsübertragung vermeiden • Heugebläse und Ventilatoren nur betätigen, wenn benötigt. • Bauliche Maßnahmen, Einstellung der Aufstallung (Fressgitter) 	< 55
≥ 85 dB beim Melken im Melkstand	Gehörschäden beim Bauern möglich <ul style="list-style-type: none"> • Gehörschutz tragen • Neue leistungsstärkere Vakuumpumpen sind leiser • Vakuumauspuff mit Schalldämpfer versehen oder aus dem Raum führen • Schalldämpfende Elemente an den Melkstandwänden (v.a. Decke) montieren • Pulsatoren umrüsten • Vakuumleitungen schallisolieren • Vakuumpumpe in einem schallgedämpften Raum montieren 	< 65

stress leiden, reduzieren in der Folge ihre Futteraufnahme und Milchleistung.

Der Lärm wird in Dezibel dB(A) gemessen. In aktiven Ställen (Fresszeit) werden in der Regel 55 dB(A) gemessen. Damit ist bereits die Konzentrationsfähigkeit beeinträchtigt: Die WHO empfiehlt für den Menschen einen Tageswert (z.B. normales Gespräch) unter 55 dB(A) und einen Nachtwert (z.B. leises Radio) unter 45 dB(A). Lärm über 85 dB(A) führt zu Gehörschäden. In vielen Melkständen werden 75 dB(A) er-

reicht, was eindeutig zu hoch ist, insbesondere dann, wenn sich Landwirte dort mehr als 2 Stunden täglich aufhalten.

Stallklima selbst checken

Im Elektrohandel können Multifunktionsmessgeräte bereits zum Preis von 100 Euro selbst erworben werden – eine Investition, welche sich sehr bald amortisiert (siehe Fotos Seite 5 und 6).

Rinder benötigen beste Luftqualität

Tiefere Lufttemperaturen werden bevorzugt

Rinder sind ihrem Wesen nach Tiere der kalten Klimaregionen: Kühe lieben das Winterhalbjahr. Zunehmender Sommerhitze beeinflusst die Milchleistung negativ und die Tiere leiden 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 benötigt wird und die Futterverwertung entsprechend abnimmt.



Über 25 °C leiden Kühe unter Hitzestress.

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 Stroh einstreuen, 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 Futtermittelaufnahme 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, Klauenreife, 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 Lüftstraten 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 Beratung 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 ein Sprühkegel abgegeben. Bei diesen Intervallen gibt es unterschiedliche Erfahrungen. Die Intervalle müssen vom Landwirt selbst ausgetestet und mittels Zeitschaltuhr individuell an-



Der Anspruch auf frische Luft ist schon in der Planung zu berücksichtigen.

gepasst 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 ihre Euter dabei trocken bleiben. Die Feuchte am Tier sollte durch die Luftbewegung wieder abtrocknen und den gewünschten Kühleffekt erzielen. Bei

sprechende Lüftung zu achten, damit die Raumfeuchte nicht über das empfohlene Maß von 60–80 % 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.

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 ver-

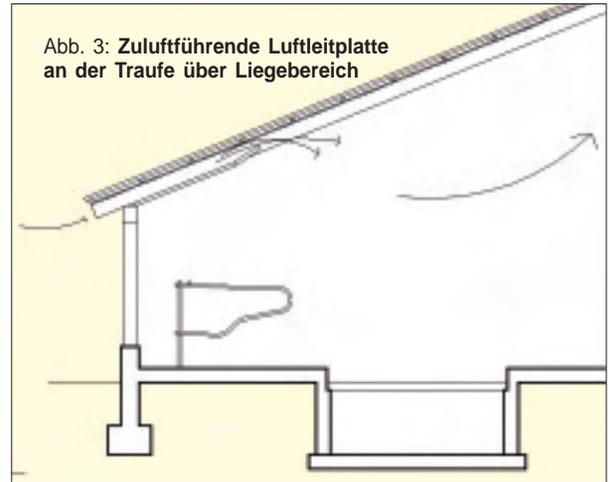


Abb. 3: Zuluftführende Luftleitplatte an der Traufe über Liegebereich

schließend mit der von den Tieren aufsteigenden Wärmeenergie vermengen 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 4 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 kostengünstig 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. Zusätzlich sind der-



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



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 Kühlung 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 oben).
- **Luftkühlung mittels Vernebelung**
Erfolg z.B. über einen Düsenkranz auf einem Ventilator. Hier soll die Verdunstungskälte die Raumtemperatur absenken. Doch ist auf eine ent-

stärktes Augenmerk auf die Zuluftführung zu legen. Kalte Zuluft sollte nie direkt an der Traufe in den Liegebereich abfallen können. Dazu ist eine Luftleitplatte (Abbildung 3) zu montieren. Diese leitet die kalte Zuluft zumindest zwei Meter in das Stallinnere. Die Frischluft kann sich an-

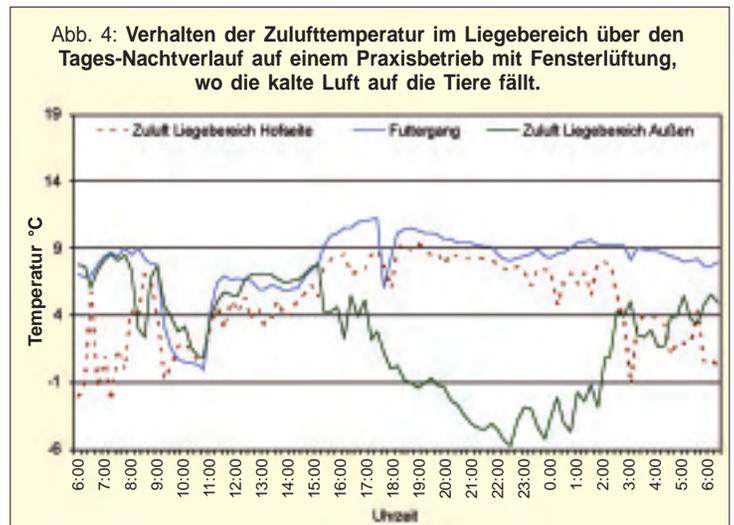


Abb. 4: Verhalten der Zulufttemperatur im Liegebereich über den Tages-Nachtverlauf auf einem Praxisbetrieb mit Fensterlüftung, wo die kalte Luft auf die Tiere fällt.

artige 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.



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

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

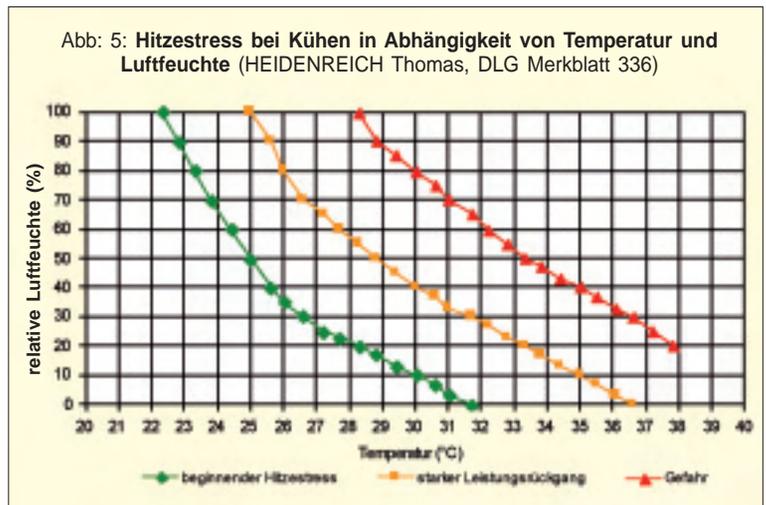
Tipp: Kühe empfinden es bei warmem Wetter angenehm, wenn sie an Plätzen mit hoher Luftbewegung stehen. Oft versammeln sie sich bei geöffneten Türen und Fenstern.

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 beur-

teilen. 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 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. 2.000 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 Auftreten der Rinderrippe sind deutliche Zeichen für diese Anfälligkeit. In vielen Ställen fehlen genügend Luftwechselraten, weshalb sich Schadgase und Mikroorganismen vor allem im 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 Füt-

terung, die Inanspruchnahme von Weidehaltung bzw. Ausläufe 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 Haarkleides 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.



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 mit der relativen Luftfeuchte beurteilt werden muss.

Tabelle 3: 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

Bei hohem Taupunkt schwitzen die Wände

Der Taupunkt beschreibt den Kondensationspunkt von Wasser und wird von Luftdruck (Meereshöhe) und Tem-

Schadgasgehalten) von Tier und Mensch stark an. Eine kostenaufwändige Bau-sanierung ist vorprogrammiert.

Tipp: Thermometer und Hygrometer im Stall montieren und regelmäßig Aufzeichnungen führen.

Luftströmung fördert den Gasaustausch

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

raten 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, offenem 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 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



Stehende Luft begünstigt die Fliegenplage.

peratur 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

lichen Zuglufterscheinungen kommt.

Das Bundestierschutzgesetz §18, Abs. 5. schreibt vor, dass die Luftzirkulation, der Staubgehalt der Luft, die Temperatur, die relative Luftfeuchtigkeit und die Gaskonzentration in einem Bereich gehalten werden müssen, der für die Tiere unschädlich ist.

Um den Bedürfnissen der Hochleistungskuh Rechnung zu tragen, sind hohe Luftwechsel-

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

Tabelle 4: 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 = Leistungsminderung, blau = Gefahr

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

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 Einstreunagement bedingt sein. Frische Luft führt ca. 150 Bakterien und Staubpartikel je m³, während ein schlecht belüfteter Stall bis zu 700.000 Bakterien je m³ beinhalten kann. Dies belastet sowohl das Tier als auch den 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 Futeraufnahme, sondern die Liegeflächen sowie Laufgänge werden auch trockener, wodurch die Gesundheit der Tiere gefördert wird. Der Luftaustausch muss unabhängig von der Außentemperatur oder den herrschenden Wetterbedingungen stattfinden!

Im Aufenthaltsbereich der Tiere und



Den richtigen Platz für die Ventilatoren austesten. ▶



peraturen, 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

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 Rauch nach maximal 15 Minuten abgezogen sein. Dies ist nur möglich, wenn die Lüftungsöffnungen nie ganz verschlossen werden. Schwieriger ist die



Die Luftströmung und Luftwechselraten prüfen.



durch Umsetzungsvorgänge in den Exkrementen wird die Stallluft mit Schadgasen, Staubteilchen und Mikroorganismen angereichert, die durch ständige Verdünnung mit Frischluft (Luftwechsel) auf einem 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 Körpertem-

(vor allem in Raumecken, im Bereich von Jungtieren)?

- Ist die Stallluft stickig und brennend in den Augen sowie den Schleimhäuten der Atemwege (stechender Ammoniakgeruch)?
- Riecht es im Stall nach faulen Eiern (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

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 nur durch wesentlich größere Zuluftöffnungen erreichen, um natürliche Luftbewegungen bzw. den Wind auszunutzen. Großflächige Luftbewegun-

gen 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 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 Bild auf Seite 12).

Neu errichtete Laufställe werden zumindest mit einer Trauf-First-Lüftung versehen. Außenklimaställe besitzen meist eine Curtain-Belüftung, um einen möglichst großen Lufteintritt zu ermöglichen. Die Erfahrung hat gezeigt,

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

dass viele moderne Laufställe keine oder zu wenige und falsch platzierte Ventilatoren aufweisen, welche auch noch zu

selten eingeschalten werden. Ventilatoren können mittels Seilen oder Ketten so aufgehängt werden, dass sie leicht schwanken, wodurch die Luft noch besser 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.

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, zu-

stande. 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?

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

Tabelle 5: Empfehlungen für den Luftvolumenstrom in m ³ /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):

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

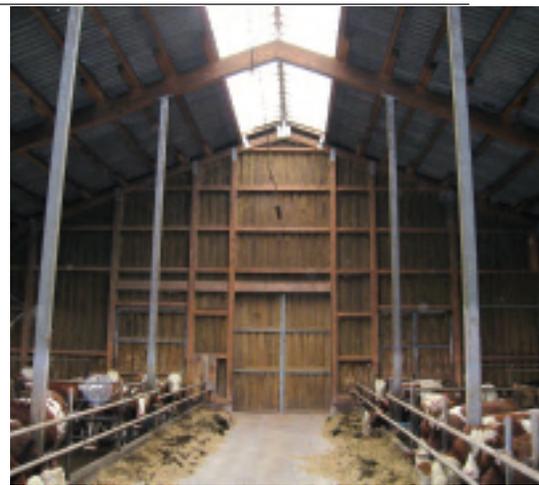
$$\text{Frischluftrate}_{\text{Mastrind}} = (-0,00000054 \cdot L^3 + 0,000386 \cdot L^2 + 0,368 \cdot L + 9,118) \cdot (1 + (T-26) \cdot 0,027)$$

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



◀ Mindestsystemhöhen sind einzuhalten.

▶ Ein ungehinderter Luftaustritt am Lichtfirst ist zu gewährleisten.



(Abbildung 3). Ein Kaltluftabfluss mit tiefen Temperaturen und hoher Geschwindigkeit in den Tierbereich, welcher insbesondere oft unbeobachtet in der Nacht passiert, hat nachgewiesene fatale tiergesundheitliche Konsequenzen. Die Zuluft sollte so ungehindert wie möglich und damit ohne Widerstand ins Stallinnere eindringen können. Auf 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 Gebäudebreite (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:

In Tabelle 7 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 Zuluftöffnung). Eine Systemhöhe unter 2 m ist unzulässig!

Rieselkanal

Insbesondere bei Umbauten alter Stallungen werden aus Platzmangel sogenannte luftführende Kanäle installiert. Diese sollten nur an jenen Stellen Frischluft abgeben, an denen sich die Tiere bevorzugt aufhalten sollen. Dies gilt insbesondere für den Liege- und Fress-



Direkter Kaltlufteintrag nur über dem Wartebereich.



Zuluftführende Fenster über den Liegeboxen sind im Winter zu schließen.

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.



Zuluft an der Traufe.

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

Schacht- oder Systemhöhe m	Gesamt-Abluft-Querschnittfläche m ² /Rind GVE	Gesamtflächen an Toren, Türen, Fenstern oder sonstigen Wandöffnungen m ² /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	

Tauf – 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

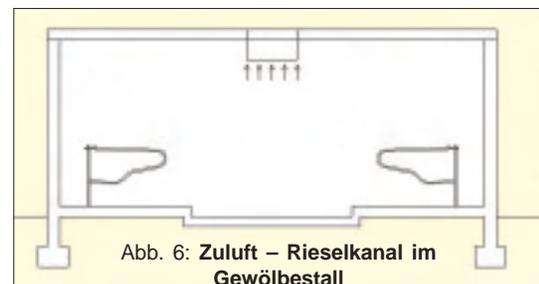


Abb. 6: Zuluft – Rieselkanal im Gewölbestall

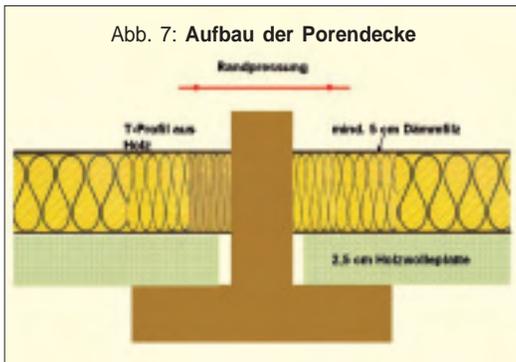


Abb. 7: Aufbau der Porendecke

Nur unverbaute und unbepflanzte Umgebung gewährleistet beste Bedingungen.

Klassische Porendecke –
Untersicht. ▼



bereich. Bei sehr warm gehaltenen Stallungen kann die kalte Frischluft im Kanal kondensieren. Das führt zu erhöhtem Keimdruck und hygienischen Problemen, die schwer beherrschbar sind.

Porenlüftung

Diese Form der Lüftung, die sehr oft im Kälberbereich eingesetzt wird, gilt als impulsarm mit geringer Auswirkung auf die Luftbewegung im Stall. Bei ordnungsgemäßer Ausführung ist ein Vorkommen von Zugluft im Tierbereich praktisch unmöglich. Als Tragschicht wird entweder eine magnesitgebundene Holzwoolplatte (Heraklith) oder auch

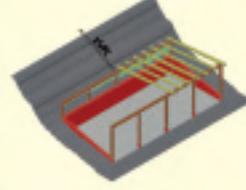


eine Brett-Streuschalung verwendet. Über dieser Tragschicht wird eine isolierende Mineralwolle aufgelegt. Dieser Mineralwolle kommt zusätzlich eine luftbremsende Wirkung zu. Aus diesem Grund ist eine lückenlose Verlegung, zur Vermeidung punktueller Lufteinträger, unerlässlich.

Lage der Stallungen im Gelände

Während für geschlossene und gedämmte Stallungen die Ausrichtung bezüglich der Sonneneinstrahlung eine untergeordnete Rolle spielt, kommt dieser Thematik bei Außen-

Abb. 10: Hangabwinde – dem Hang zugeneigte Seite ist zu schließen



klima- 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 11). 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 be-

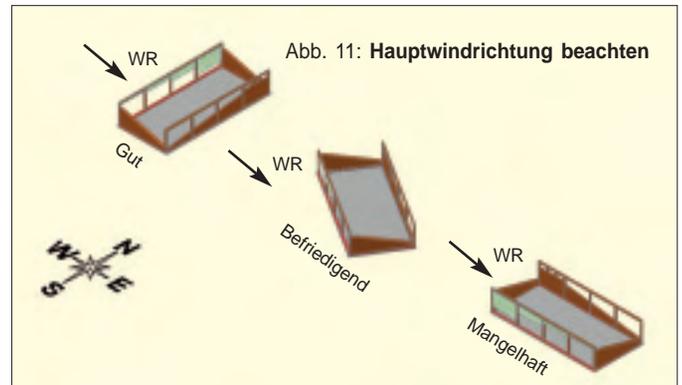


Abb. 11: Hauptwindrichtung beachten

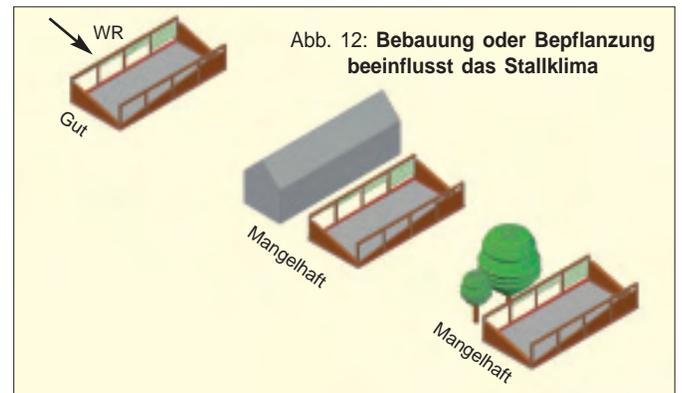


Abb. 12: Bebauung oder Bepflanzung beeinflusst das Stallklima

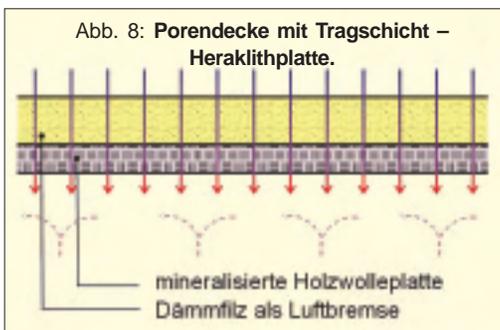


Abb. 8: Porendecke mit Tragschicht – Heraklithplatte.

mineralisierte Holzwoolplatte
Dämmfilz als Luftbremse

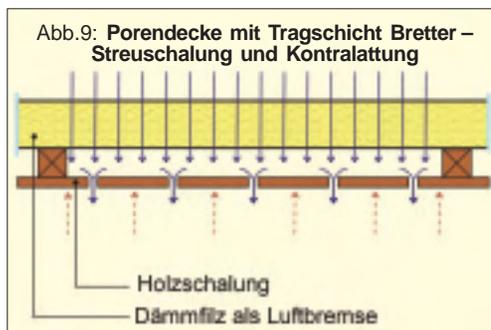


Abb. 9: Porendecke mit Tragschicht Brett-Streuschalung und Kontralattung

Holzschalung
Dämmfilz als Luftbremse

vorzugt nach Sonnenuntergang und bis in die Nachtstunden hinein auf. Aus diesem Grund bleiben sie in vielen Fällen, trotz ihrer möglicherweise dramatischen Auswirkungen, vom 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 Stall-

inneren oder dem 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 Zeiträume, ausge-

setzt. 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 Anbauten 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.

Tabelle 8: 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).

So lässt sich das Stallklima prüfen

Sowohl Mensch als auch Tier haben ein Recht auf entsprechende „Arbeitsbedingungen“. Das Stallklima in der Rinderhaltung wird heute vielfach nicht ausreichend berücksichtigt und verursacht dadurch vom Tierhalter unbemerkte gesundheitliche Probleme sowohl beim Tier als auch beim Menschen. Besonders Kälber und Jungtiere reagieren zum Teil sehr empfindlich. Lässt man dem Tier freie Wahlmöglichkeit, so verhält es sich oft anders, als erwartet. Instinktiv suchen die Tiere das Optimum für ihr Wohlbefinden.

Die Milchwirtschaft wird unter den gegebenen Rahmenbedingungen (Markt, Politik) zunehmend an die Grenzen ihrer Existenzfähigkeit geführt. Dadurch wird sowohl der Ruf nach betriebswirtschaftlichen als auch nach produktionstechnischen Optimierungsmöglichkeiten laut. In den Arbeitskreisen Milchproduktion werden solche seit mehr als 10 Jahren mit großem Erfolg aufgezeigt.

Wenn schlechtes Stallklima augenscheinlich ist

Auch ohne Messgeräte kann man sehr schnell erkennen, dass das Stallklima nicht in Ordnung ist:

- Ist über dem Fenstersturz die Außenmauer schwarz verfärbt, dann erfolgt eine Fensterlüftung mit konstant schlechter Luftqualität.
- Spinnweben im Stall deuten auf geringe Luftbewegung.
- Wenn Kühe stehen bleiben, kann die Ursache eine unzureichende Kühlung im Bereich der Liegeboxen sein.
- Wenn Kühe in Gängen und Türöffnungen stehen bleiben, sind der Luftwechsel (schlechte Luftqualität) und/oder auch die Kühlung zu gering.
- Wenn Fenster beschlagen sind, Metallteile verrostet, an Mauerecken schwarze Schimmelflecken sind und die Wände schwitzen, dann ist die Luftfeuchtigkeit zu hoch.
- Fliegenplagen kann man mit mehr Luftbewegung bekämpfen.
- Stinkt die Kleidung, wenn man nur kurz durch den Stall geht, ist die Luftfeuchtigkeit zu hoch und die Luftqualität schadstoffbelastet.
- Haben die Kühe einen Reizhusten, so ist die Luft zu trocken (Gefahr für Atemwegserkrankungen)
- Muss man zur Unterhaltung laut reden, so ist der Geräuschpegel zu hoch.

Stallklima selbst checken

Im Elektrohandel können Multifunktionsmessgeräte bereits zum Preis von 100 Euro selbst erworben werden – eine Investition, die sich sehr bald amortisiert (siehe Abb. unten).

In der Beratung werden immer nur Momentaufnahmen festgestellt. Es ist daher sinnvoll, selbst Messungen über einen längeren Beobachtungszeitraum durchzuführen und entsprechend zu dokumentieren.

In einem ersten Schritt werden alle Parameter auch außerhalb des Stalles überprüft. Bei Sonnenschein sollten Licht und Lufttemperatur nicht unbedingt in der prallen Sonne gemessen werden. Dafür sollte man sich nicht unbedingt in den Schatten des Stalles oder anderer Gebäude begeben. Denn dort

belgeräte müssen dafür nicht angeschafft werden. Beim Einsatz von Rauchmitteln ist darauf zu achten, dass sie nicht gesundheitsschädigend sind. Ebenso ist sicherzustellen, dass der nach außen tretende Rauch nicht zu Missverständnissen bei der Bevölkerung und der Feuerwehr führt. Im Winter sollte der Rauch nach mindestens 15 Minuten und im Sommer nach 1 Minute nach Beendigung der Rauchentwicklung durch die Rauchpatrone abgezogen sein.

Nach Abzug des Rauches haben sich in der Zwischenzeit die Multifunktionsmessgeräte an die Stallbedingungen gewöhnt und man kann mit diesen in einem dritten Schritt Licht (einmal nach oben und einmal zur Seite gemessen), Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Taupunkt und Luftgeschwindigkeit messen.



▲ Multifunktionsmessgeräte (Licht, Feuchte, Temperatur, Lärm, Luftgeschwindigkeit, Taupunkt) ▶



wird der Lichteintrag und die Temperaturmessung etwas verzerrt, besonders wenn das Gebäude groß ist und den ganzen Tag Schatten vorherrscht. Zur Messung der Außenbedingungen hat sich bewährt, sich von der Sonne abzuwenden, damit der Schatten des eigenen Körpers auf das Messgerät fällt.

In einem zweiten Schritt wird der Luftaustausch mit einer Rauchpatrone gestoppt (Rauchfangkehrerzubehör: zwischen 2,5 bis 3 Euro je Patrone). Ne-

In einem vierten Schritt wird der Lärmpegel gemessen. Dabei sollte zwischen hoher Aktivität im Stall (Fütterung), Ruhe und Melkarbeit unterschieden werden. Es sollte keinesfalls die Messung in der Milchammer und im Melkstand übersehen werden, was jedoch mehr dem „Arbeitnehmerschutz“ dient.



Tabelle 9: Empfehlungen für das Stallklima

	Messwert	Bemerkung	Optimum
Licht	≥40 Lux ≥8 h Messung 1x senkrecht i.R. Licht, 1x waagrecht in Augenhöhe der Tiere	Tierhaltungsverordnung erfüllt	100–200 Lux für 16–18 Stunden
	<40 Lux während der Tageszeit	Fruchtbarkeit ist im Stall schlecht; bei Weidebeginn beginnen die Kühe plötzlich zu stieren. Für zusätzliche Beleuchtung sorgen: <ul style="list-style-type: none"> • Fenster, Lichtfirst und Lampen putzen • Licht einschalten (Zeitschaltuhr) • Stall weiß ausmalen • Fenster von Frühjahr bis Herbst aushängen • Türen, Tore und Curtains öffnen • Zusätzliche Lampen montieren • Anderen Lampentyp auswählen • Fensterfläche und Lichtfirst vergrößern 	100–200 Lux für 16–18 Stunden
Temperatur	4 bis 20 °C	Thermoneutrale Zone von Rindern → grundsätzlich kein Handlungsbedarf: <ul style="list-style-type: none"> • ausreichend Futter anbieten • Tränken müssen frostsicher sein • Windgeschützte und gut isolierte Liegefläche 	7–17 °C für Milchkuh 12–20 °C für Kalbin und Mastrind 16–20°C für Kälber
	Winter: <10 °C bei der Milchkuh <16 °C bei Kalbin und Mastrind	Bei guter Luftqualität und ausreichendem Luftwechsel: <ul style="list-style-type: none"> • 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 	
	Winter <18 °C bei Kälbern	Bei guter Luftqualität und ausreichendem Luftwechsel: <ul style="list-style-type: none"> • Lüftungssystem vorhanden → Fenster und Türen schließen • warmen und windgeschützten Rückzugsraum durch mehr Stroh und/oder Vorhang schaffen 	
	Sommer >20 °C	Kühe bleiben stehen und/oder versammeln sich um geöffnete Türen bzw. Fenster. Für guten Luftwechsel sorgen: <ul style="list-style-type: none"> • Fenster und Türen öffnen • Lüftungskappen öffnen • Ventilatoren einschalten • Kühlende Sprüh-Dusche über dem Fressplatz (alle 5 Minuten 15 Sekunden lang) 	
Luftfeuchte	>90 % im Winter	Unterkühlung durch verstärkte Wärmeabgabe: <ul style="list-style-type: none"> • Lüften, um die Raumluft abzutrocknen • Trockene Einstreu • Trockene Liegeplätze 	60–80 %
	>90 % im Sommer	Gefahr des Hitzschlags bei gleichzeitig hohen Temperaturen durch fehlende Wärmeabgabe an der Körperoberfläche: <ul style="list-style-type: none"> • Lüften, um die Raumluft abzutrocknen • Kühlung durch Ventilator über Liege- und/oder Fressplatz • Eventuell kühlende Sprüh-Dusche über dem Fressplatz (alle 5 Minuten 15 Sekunden lang) 	
	<50 % im Winter	Austrocknung und Reizhusten → die Schleimhäute werden gereizt → Anfälligkeit für Rinderrippe u.Ä. steigt: <ul style="list-style-type: none"> • Tränken überprüfen • Zugluft reduzieren • Luftwechsel reduzieren (Achtung auf Schadgaskonzentration) 	
	<50 % im Sommer	Austrocknung und Reizhusten → die Schleimhäute werden gereizt: <ul style="list-style-type: none"> • 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: <ul style="list-style-type: none"> • 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: <ul style="list-style-type: none"> • Fenster, Türen und Curtains öffnen • Ventilator ganztags einschalten • Ventilatoren effizienter montieren • Größere und/oder zusätzliche Ventilatoren montieren 	≥60 Lw/h bzw. <1 min

Tabelle 9: Empfehlungen für das Stallklima

	Messwert	Bemerkung	Optimum
Lufströmung	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 m/s
	Lärm	≥45 dB in der Nacht	Lärmstress, Kühe können sich nicht optimal ausruhen • Ventilator wenn möglich auf geringere Leistung einstellen • Leiseren Ventilator montieren • Türen und Fenster zu Lärmquellen (z.B. Straße, Heugebläse) schließen • Vibrationsübertragung vermeiden • Heugebläse und Ventilatoren nur betätigen, wenn benötigt • Bauliche Maßnahmen, Einstellung der Aufstallung (Fressgitter)
≥65 dB am Tag außerhalb der Fress- und Melkzeiten		Lärmstress, Kühe können sich nicht optimal ausruhen und entspannt wiederkauen • Ventilator wenn möglich auf geringere Leistung einstellen • Leiseren Ventilator montieren • Türen und Fenster zu Lärmquellen (z.B. Straße, Heugebläse) schließen • Vibrationsübertragung vermeiden • Heugebläse und Ventilatoren nur betätigen, wenn benötigt • Bauliche Maßnahmen, Einstellung der Aufstallung (Fressgitter)	<55 dB
≥85 dB beim Melken im Melkstand		Gehörschäden beim Bauern möglich • Gehörschutz tragen • Neue, leistungsstärkere Vakuumpumpen sind leiser • Vakuumauspuff mit Schalldämpfer versehen oder aus dem Raum führen • Schalldämpfende Elemente an den Melkstandwänden (v. a. Decke) montieren • Pulsatoren umrüsten • Vakuumeleitungen schallisolieren • Vakuumpumpe in einem schallgedämpften Raum montieren	<65 dB

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

Messungen in der Praxis zeigen, dass selbst bei günstigen Witterungsbedingungen zum Teil noch Schwachstellen festzustellen sind. Selbst bei neuester Technik, wenn falsch angewandt, zeigt sich, dass die Betriebe noch Nachholbedarf haben. Es reicht nicht, nur während der Fütterungs- und Melkzeiten oder vielleicht sogar den ganzen Tag über ein optimales Stallklima zu gewährleisten. Meist wird vergessen, dass die Tiere in der Nacht ebenso optimale Bedingungen benötigen. Besonders in der kalten Jahreszeit wird auf einen Luftwechsel verzichtet, damit die Wasserleitungen nicht einfrieren. Eine Alternative könnte ein regelmäßiges Stoßlüften sein.

Die größten Schwachstellen ergeben sich im Winter beim Lichtangebot, gefolgt von der Luftfeuchtigkeit und dem Lärm. Spezialisierte Milchviehbetriebe weisen zwar noch Optimierungspotenzial auf, doch erfüllen sie in der Regel

alle gesetzlichen Mindestanforderungen für das Stallklima.

Messungen auswerten

Messungen sollten niemals isoliert von einander betrachtet werden. Beim Stallklima müssen immer alle Faktoren gemeinsam betrachtet werden. Messungen sollten immer unter den ungünstigsten und den günstigsten Verhältnissen durchgeführt werden, damit man besser abschätzen kann, ob ein Stall im Durchschnitt den Ansprüchen der Kühe entspricht. Dabei ist jedoch anzumerken, dass die ungünstigsten Bedingungen die Mindestanforderungen der Kühe erfüllen sollten, um die Produktionsleistung auch entsprechend zu optimieren.

Mit Hilfe der EDV ist es leicht möglich, ein Bewertungssystem zu erarbeiten. Die Kammer für Land- und Forstwirtschaft in Salzburg bietet bei jeder Messung eine Bewertung nach dem

Schulnotensystem an, in der die aktuellen internationalen Erkenntnisse auf einen Blick zusammengefasst werden.

Das Beispiel in Abbildung 13 zeigt Werte an einem sonnigen und warmen Tag. Daher ist die Lichtmenge im Stall auch ausreichend, wird jedoch bei Bewölkung sicher wieder weit unter 100 Lux sinken. Bei den Kühen werden eine erhöhte Temperatur und gleichzeitig eine hohe Luftfeuchtigkeit gemessen, wodurch der Hitzestress stärker steigt. Da die Luftströmung zu gering ist, können sich die Tiere nicht abkühlen. Insgesamt sind Leistungseinbußen zu erwarten, wenn Temperatur, Feuchtigkeit bzw. auch Luftströmung nicht optimal sind.

In einem Projekt wurden 42 Salzburger Arbeitskreisbetriebe für eine Stallklimamessung im Februar 2008 herangezogen (siehe Abbildung 14). Im Juni wurden diese Messungen wiederholt. Dabei konnte festgestellt werden, dass Betriebe, die ihr Stallklima im Win-

Name: Musterhof		Zeit: 13.09.2009 11:30						
Faktor	Einheit	Gemessung	Winter Sommer	von bis	Maximalwert	Temp.	Fläche	
Licht	Lux	38 h (Tageslicht)		40	127	Lux	2	
		Empfehlung	15-18 h	100	200			
Temperatur	°C	Thermoneutral		-30 -20				
		Kühe	10	<20	7	17	25,8 °C	86
		Kalber	16	<20	12	20	30,8 °C	20
		Kalber	18	<20	18	20	30,8 °C	8
Luftfeuchte		>90%	Umrückung jenseits vorne					
		<50%	Ausdröckung Reghusen					
Taupunkt		>2°C unter Temperatur				17,8 °C	1	
Luftströmung	Lu/h	Kalte Luft im draußen		32	48	4 h	100	
		Luftströmung						
		Luftströmung						
		Luftströmung						
Lärm	dB (A)	0 Hörschwelle						
		10 Atmen						
		20 Flüstern						
		30 Weckerlöcher						
		40 Reden leise						
		>40 Störung Schlaf						
		>45 WHO-Empfehlung Nacht						
		>50 Büro denken						
		50 Reden normal						
		>55 WHO-Empfehlung Tag						
		>60 Störung denken						
		60 Reden laut						
		>65 Verkehr im Stall						
		>65 Verkehr im Melkstand						
		>65 Büro leicht						
		>65 Störung reden						
		70 Verkehr normal 1 Auto						
		80 Verkehr viel 10 Autos						
		>85 Gendertreiben						
		90 Moped						
		100 Presslufthammer						
		110 Disco						
		120 Düsenflieger Flug						
		130 Kanone 1m						
		140 Düsenflieger Start						
Gesamtnote							2,7	
Außenklima:		Temperatur: 20,0 °C	Luftfeuchte: 60,0 %	Wetter: sonnig				
		Luft: 12,000 Lux	Taupunkt: 12,0 °C	Wind: 1,8 m/s				
Anmerkung:								
Im Kälberstall ist das Klima besser, doch gibt es keine gerechte Luftströmung								
Mehrfach sollte vor Stallklima geschützt werden (Ventilator im Wartezimmer in Richtung Kühe, Tür zu den Kälbern oder für eine Störungsänderung sorgen)								

Abbildung 13: Stallklima auf einen Blick zeigt rasch den Handlungsbedarf

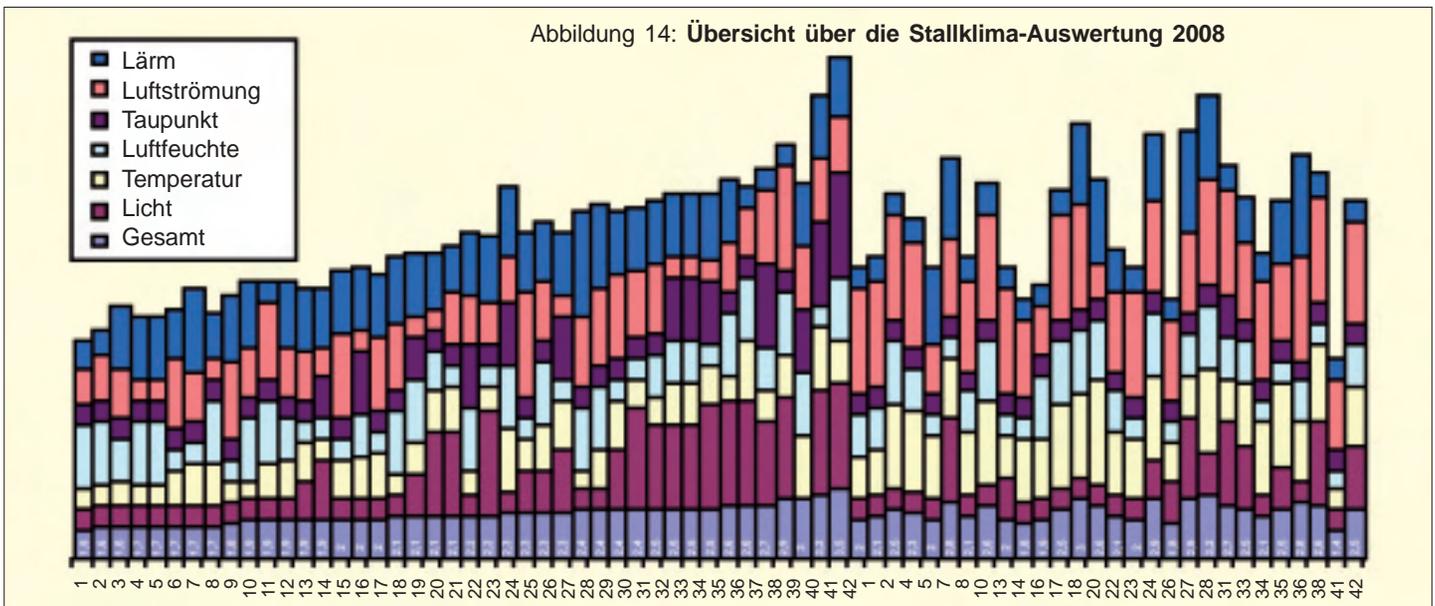
ter im Griff hatten und die Hinweise aufgrund der Beratung beachten, auch im Sommer kaum Probleme hatten. Es fällt jedoch besonders auf, dass einige Betriebe, denen im Winter ein gutes Stallklima bescheinigt wurde und die sich darauf verlassen haben, dass dies auch im Sommer so wäre, ein deutlich schlechteres Stallklima aufwiesen. In der Untersuchung waren alle Haltungsformen (Anbindehaltung, Laufstallneue- und -umbau) gleichermaßen vertreten. Es wird klar, dass das Stallklima hauptsächlich ein Ergebnis des Lüftungsmanagements durch den Landwirt ist

und durch bauliche und topografische Gegebenheiten entsprechend unterstützt oder erschwert wird. Man kann somit keine generelle Beurteilung von Haltungssystemen bzw. Stallbauweisen treffen. Jeder Stallumbau und -neubau ist daher separat zu betrachten. Es lässt sich aber doch häufig feststellen, dass die Lüftungseinrichtungen bei Neubauten oft zu klein dimensioniert werden.

Das Außenklima hat naturgemäß einen starken Einfluss auf das Stallklima. Für Neubauten ist es oft nicht möglich, bereits in der Planungsphase ein optimales Stallklima durch Bauausführung und Einrichtung zu berücksichtigen, da jeder Stall andere Umweltbedingungen aufgrund seiner Lage zum Gelände, Wind, Wetter und Sonneneinstrahlung hat. Häufig stellt man fest, dass Stallungen, die im Winter ein schlechtes Stallklima aufweisen, auch im Sommer Probleme in diesem Bereich haben.

Den Ansprüchen der Kühe sollte bei allen Planungs- und Baumaßnahmen soweit als möglich Rechnung getragen werden. Die Optimierung des Stallklimas kann aber oft erst im Nachhinein vorgenommen werden. Beratungsempfehlungen können oft mit großem Erfolg und zumeist geringen Investitionen umgesetzt werden.

Abbildung 14: Übersicht über die Stallklima-Auswertung 2008



Fachgruppe:
Artgerechte Tierhaltung und Tiergesundheit

Vorsitzender:
Dr. Johann Gasteiner, LFZ Raumberg-Gumpenstein

Geschäftsführer:
Univ. Doz. Dr. Karl Buchgraber, LFZ Raumberg-Gumpenstein, 8952 Irdning,
Tel.: 03682/22451-310, www.oaeg-gruenland.at
E-Mail: karl.buchgraber@raumberg-gumpenstein.at

INFO
11/2009