



Stallklima im Rinderstall

Mängel und Potenziale

Schulungsveranstaltung Fa. Agrotel, 10.03.2015

E. Zentner



Abteilung Stallklimotechnik und Nutztierschutz

- Projekte: Reduzierung von Emissionen u. Immissionen aus der Nutztierhaltung – Schwein - Geflügel
- Stellungnahmen und Beurteilungen bei Genehmigungsverfahren, im Speziellen bei Anrainerproblemen
- Abnahme von Lüftungsanlagen, Gutachten bei Ausführungsmängeln
- Stallklimauntersuchungen in der Praxis – Tierärzte – LWK – Tiergesundheitliche Probleme – Rinder – Schweine



Fallbeispiel: Laufstall Neubau, Anbau an Altbestand - Kärnten

- Rinder - Laufstall
- Angeschleppte Dachkonstruktion
- Sehr flaches Dach
- Traufe – Lichtfirstlüftung
- Verstellbare Abluft in Lichtband integriert
- Alt- und Neubau = 1 Raum
- Problemstellung:
 - Tiergesundheit
 - Stallklima unzureichend – stickige Luft
 - Kondenswasser







Abluftschachtbemessungen

- ◆ Tabelle 1. Mindestgrößen von Abluftquerschnitten und anderen Raumöffnungen bei natürlicher Lüftung (bezogen auf Zuchtrinder – für andere Tierarten bzw. Produktionsrichtungen sind die Werte der Tabelle 1 mit den Faktoren aus Tabelle 2 zu multiplizieren).

Schacht- oder Systemhöhe ¹⁾ [m]	Gesamt-Abluftquerschnitt- fläche [m ² /GVE] ²⁾	Gesamtflächen an Toren, Türen, Fenstern oder sonsti- gen Wandöffnungen ³⁾ [m ² /GVE]
< 2	unzulässig (da zu wenig leistungsfähig)	
2	0,065	
3	0,055	
4	0,048	
5	0,042	0,35
6	0,039	
8	0,035	
10	0,031	
12 und mehr	0,024	

1) Systemhöhe = lotrechter Abstand zwischen Lufteinströmöffnung im Stall und Fortluftöffnung ins Freie

2) GVE = 500 kg Lebendmasse

3) Diese Flächen müssen je nach Bedarf zuluftführend gestellt werden können.



Kaminwirkung deutlich sichtbar!



Gliederung

- Abteilung Stallklimatechnik und Nutztierschutz
- Rechtliche Vorgaben – Bundestierschutzgesetz 2005
- Stallklima – Stallklimafaktoren
- Luft und entsprechende Qualitätsparameter (Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Schadgasgehalte, ...)
- Stallklima in der Kälberaufzucht
 - 630.000 geborene Kälber/Jahr in Österreich
 - 15% = 95.000 überleben das 1. Jahr nicht!
 - Kälbersterblichkeit einzelner Betriebe > 60%
- Mängel und Probleme in der Praxis
- Zusammenfassung

Gesetzliche Grundlagen - Stallklima

- Rechtsnorm Bundestierschutzgesetz 2005:
- 1.ThVO, Anlage 2, 2.3.: In geschlossenen Ställen muss für einen dauernden und ausreichenden Luftwechsel gesorgt werden, **ohne** dass es im Tierbereich zu **schädlichen Zuglufterscheinungen** kommt.
- TSchG. § 18, Abs. 5.: Die **Luftzirkulation, der Staubgehalt der Luft, die Temperatur, die relative Luftfeuchtigkeit und die Gaskonzentration** (...) müssen in einem Bereich gehalten werden, der für die Tiere unschädlich ist.

Natürliches Ausreizen des genetischen Potenzials

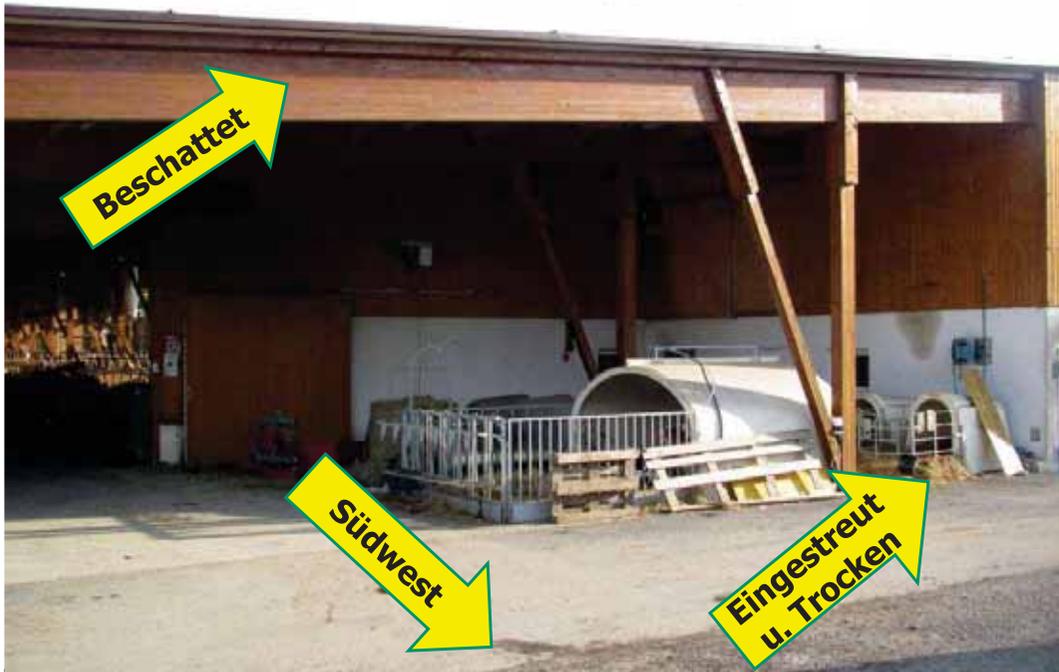
- Die Kälber bringen bei der Geburt ein gewisses Potenzial mit!
- Nur bei entsprechenden Haltungsbedingungen werden sie dieses Potenzial ausschöpfen können!



Kälberaufzucht

- Lichtstärke 10 Stunden mit 100 bis 200 Lux (40 Lux Min. lt. Tierschutz)
 - Weidehaltung > 25000 Lux
- Luftgeschwindigkeit im Liegebereich nicht über 0,2 m/sec
- Thermoregulation nach Geburt stark eingeschränkt!
- Unterschreiten der thermoneutralen Zone kann nicht durch Futteraufnahme (Energie) kompensiert werden!!
- Temperatur bis zum 10 Lebenstag nicht unter 10° Celsius
- Temperatur ab dem 10 Lebenstag nicht unter 5° Celsius
- Wärmeproduktion stark abhängig vom Gewicht und Wachstum
- Erkrankungen die länger als 5 Tage dauern reduzieren die Zunahmen im ersten Monat um 50%! (Steinhöfel 2000)
- Schwere negative wirtschaftliche Auswirkungen – Motivation leidet, Sofortmaßnahmen ergreifen – Veterinär und Beratung einbinden!

Einzel- und Gruppeniglus



Einzel- und Gruppeniglus



Probleme in der Zuluftführung – Zugluft!



Kälber - Gruppenhaltung

- Schlitz mit 80 x 2 cm am Fenster - Doppelstegplatte
- Zulufttemperatur -10° Celius = perm. Wärmeentzug



Zuluft in den Warmstall über die Kälberbox?



Vorsicht bei undichten Fensterbändern!

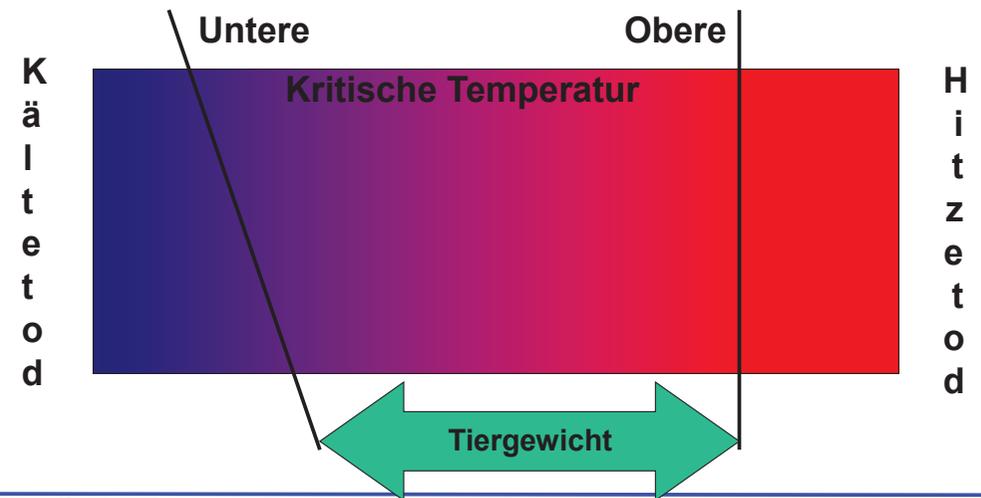


Rinder-Laufstall Betrieb Stier!



Thermoregulation nicht überfordern!!

- Permanente Wärmeabgabe führt zu Unterkühlung
- Optimalsituation, wenn Eigenwärme aus Stoffwechsel = Summe der Wärmeverluste an die Umgebung



Untersuchung Indoor – Outdoor Tomkins et al.

Haltung – 42 Tage	Indoor 20°	Outdoor – Iglus -18° +20°
Tiere	24	24
Zunahmen in g/Tag	340	509
Anzahl Behandlungen	6	2,6
Behandlungskosten in \$	10,98	1,49
Futtermittelnutzung in %	0,36	0,45



Klimazonen im Außenbereich schaffen!!



Stallklimafaktor Schadgase

- Schadgase nehmen mit sinkender Luftrate, mit steigender Stalltemperatur zu – alte Stallungen!!
- Sie führen in Kombination mit trockener Luft zur Reizung des Respirationstrakts (Atemwegsentzündung)
 - **Schwächung des Immunsystems, Wegbereiter für Sekundärinfektionen**
- Fazit hoher Konzentrationen: Leistung sinkt, Gesundheitsgefährdung, Bausubstanz leidet nachhaltig, insbesondere durch die Kombination Feuchte und Ammoniak
- Vorsicht bei allen Güllezusätzen: Ausgasung der Gülle im Stall kann zu enormen Problemen führen, Fließfähigkeit kontra Tiergesundheit
- Verlangen sie entsprechende Untersuchungsberichte von den Firmen!

Diplomarbeit Rinderstallklima 2011; M. Liebming

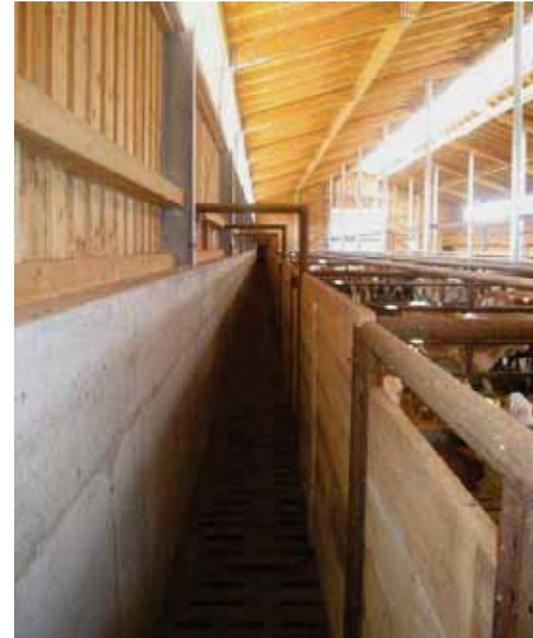
- **Rinder – Maststall – Gruppenhaltung**
 - **Regelbarer Lichtfirst – Zuluft über temperaturgesteuerte Doppelstegplatten**



Diplomarbeit Rinderstallklima 2011; M. Liebming



Diplomarbeit Rinderstallklima 2011; M. Liebming



Diplomarbeit Rinderstallklima 2011; M. Liebming



Diplomarbeit Rinderstallklima 2011; M. Liebming

- Außentemp.:
– 1°
- Stalltemp.:
+ 3°
- Zugluft 0,78 –
1,35 m/sec
im
Kälberbereich
- Falschluff in
den
Gülle Keller!



Fallwirkung von kalter Zuluft

- NH₃ über Gülleoberfläche 56 ppm
- Emission im Tierbereich plus 100%
- Krankheitsfördernde Bedingungen, insbesondere für Jungtiere



Wärmeproduktion von Nutztieren

Tier	Körpergewicht (kg)	Wärmeabgabe (Watt/h)
Kalb	100	261
Jungrind	300	621
Mastbulle	400	766
Kuh	600	986
Mastschwein	60	139
Sau, tragend	150	269
Sau + 10 Ferkel	200	341

Quelle: TU MÜNCHEN, Skriptum Tierhygiene

Schadgas Ammoniak - NH₃

- Experimentelle Untersuchungen haben gezeigt, dass die Infektabwehr durch Ammoniakkonzentrationen von >50ppm (0,005 Vol.%) signifikant vermindert wird, wobei eine gestörte Zilienfunktion (staubpartikelreinigende Funktion < 5µm) vermehrt zu Atemwegserkrankungen durch Bakterien, Viren und Parasiten, führt.
- Bereits ab einem Ammoniakgehalt von 20ppm (0,002 Vol.%) werden klinische Symptome wie Reizhusten und gerötete Schleimhäute (Lidbindehäute, Nase) festgestellt. Ammoniak stellt für den Organismus in entsprechend hohen Konzentrationen ein starkes Zell- bzw. Atemgift dar.

Quelle: Prof. M. Schuh 2010

Ändern der Zuluftführung in der Wintersituation

- Frischluft am Futtertisch
- Keine Zugluft
- Keinen Eintrag in den Güllebereich
- 6 ppm NH₃ im Tierbereich
- Optimierte Luftverteilung



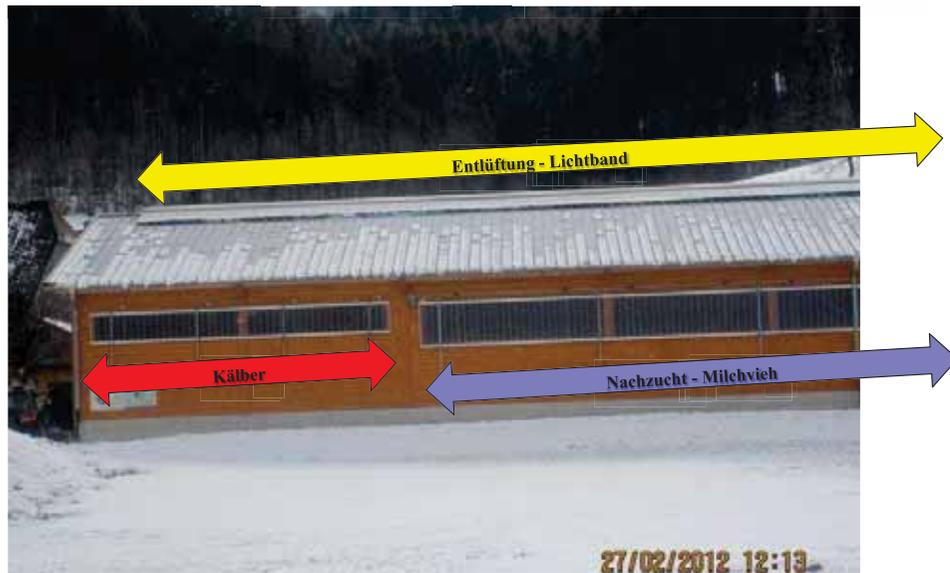
Neubau 2005 – kein Zuluftsystem!?



Ändern der Zuluftführung in der Wintersituation

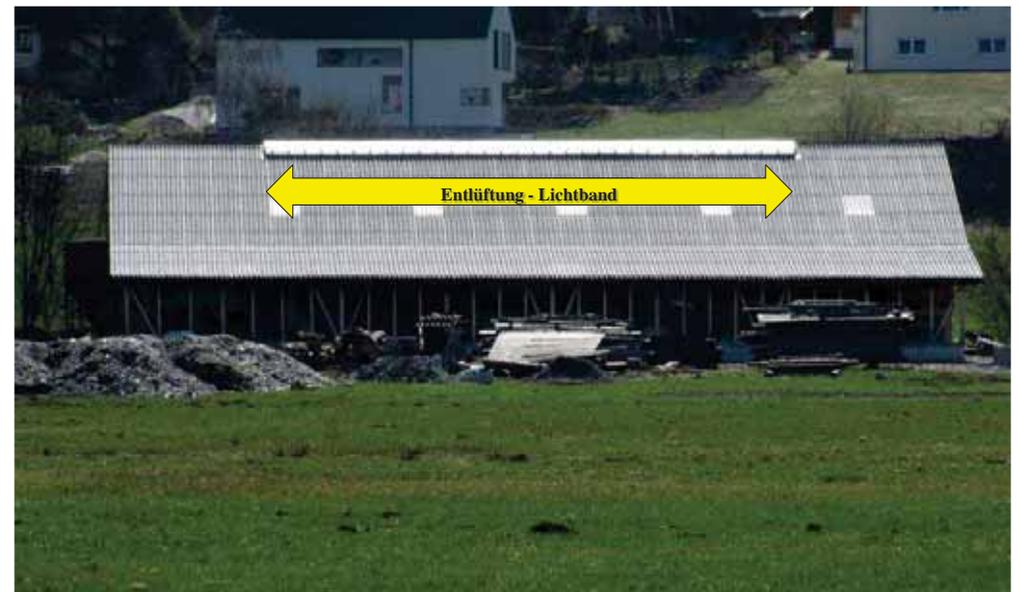


Kälberbereich zuluftseitig unabhängig regeln!!



Bei tiefen Temperaturen schließen!

Neubau: Luft- Lichtfirst nicht zu kurz!!



Aufgabe der Stalllüftung

- Frischluftversorgung der Tiere
- Abtransport von:
 - Feuchtigkeit
 - Schadgasen, insbesondere
 - Kohlendioxid (max. 2000ppm)
 - Ammoniak (max 20 ppm)
 - Schwefelwasserstoff (max 5 ppm)
- Abführung der Tier- und Strahlungswärme im Sommer
- Ausgleich von großen Temperaturunterschieden bzw. Turbulenzen im Stall



Keim- Pilzbildung (Schimmel) nach 3 Jahren



Keim- Pilzbildung (Schimmel) nach 13 Jahren?



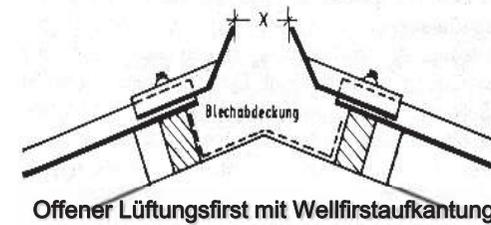
Luft- Lichtfirst zu kurz – die Folge!



Luft- Lichtfirst zu kurz – die Folge!



Abmessungen Zu- und Abluftsystem



Gebäuelänge m	Traufenschlitz cm	Firstschlitz cm
5,00	5	10
10,00	8	16
15,00	10	20
20,00	12	24
25,00	13	26
30,00	15	30

**Stallklimafaktor Licht: Die Planung ist entscheidend!
Neuer Rinder - Laufstall! Messung = 600 Lux**



Faktor Licht – Beleuchtung ÖKL - MB 72 - 2013

Sowohl beim Menschen als auch bei Rindern wird Licht nicht nur zum Sehen, sondern auch für lebensnotwendige biologische Vorgänge genutzt:

- Lichtaufnahme über die Körperoberfläche
 - (Vitamin A/Beta-Carotin, Vitamin D)
- Nervenreiz v.a. für den Melatoninhaushalt in der Zirbeldrüse (wichtig für Tag-Nacht-Rhythmus, Fruchtbarkeit, Wachstum, Immunsystem, Milchbildung)

Mindest-Lichtanforderungen im Stall

Einflussgröße	1. Tierhaltungsverordnung	Gehobener Tiergerechtheitsstandard
Ausmaß der Fenster und sonstiger transparenter Flächen (Architekturlichte)	3 % der Stallbodenfläche	5 % der Stallbodenfläche
Beleuchtungsstärke	40 Lux (über mindestens 8 Stunden pro Tag)	

Faktor Licht - Tierspezifisch

- Rinder verfügen mit 330° über ein ausgeprägtes Sehfeld!
- Umschalten von Nah- auf Fernsicht stark eingeschränkt!
- Sehschärfe beträgt nur 1/12 bis 1/22 des Menschen!
- Konturensehen im Schatten und im Dunkeln stark eingeschränkt!
- Farbsehen: blau, gelb, grün = gut, rot = wenig bis gar nicht!
- Die Lichtintensität wird über das Gehirn zur Steuerung der biologischen Rhythmen verwendet!
- So zeigen die Ergebnisse bei Kalbinnen, die unter sogenannten Langtagbedingungen mit einem 16 Stunden Lichttag gehalten wurden, eine erhöhte Wachstumsrate und eine frühere Geschlechtsreife

Faktor Licht - Beleuchtung

- Allein durch zusätzliche und ausreichende Beleuchtung, bis 100 bis 300 Lux und bis zu 16 Stunden, ist eine Erhöhung der Milchleistung zwischen 4% und 11% nachgewiesen!! Trockensteher 8 Stunden
 - Verbessert das Wohlbefinden im Stall
 - Verbesserte Aktivität und gesteigerte Futteraufnahme
 - Ausschöpfen des natürl. Leistungspotenzials
 - Frühere Geschlechtsreife bei Jungtieren
 - Notlampen in der Dunkelphase
 - Videobeobachtung Abkalbebuch
 - Stallklima = Ihr Arbeitsklima
 - Amortisation unmittelbar gegeben
 - Bei Weidehaltung > 22000 Lux



Licht – Stand der Technik

Derzeit Hauptaugenmerk auf LED Technik

Neser 2012

	Beleuchtungsstärke 80 Lux				Beleuchtungsstärke 150 - 180 Lux		
	Leuchtstofflampen	Natriumdampf lampen**	Halogenmetall- dampflampen	LED-Strahler	Natriumdampf lampen**	Halogenmetall- dampflampen	LED-Strahler
el. Anschlusswert [W]	60	250	250	100	400	400	100
Lichtausbeute [lm/W]	85	140	110	110	140	110	100
Install. Leistung [W/m²]*	3,2	1,9	2,2	1,2	4,0	4,4	1,6
Betriebsstunden [h]	20.000	30.000	30.000	60.000	30.000	30.000	60.000
Anzahl	96	14	16	22	18	20	28
Laufzeit [h/Jahr]	900	900	900	900	1800	1800	1800
Jahresstromverbrauch [kWh]	5.184	3.150	3.600	1.980	12.960	14.400	5.040
Stromkosten [€] bei 0,2 €/kWh	1.037	630	720	396	2.592	2.880	1.008
Invest.kosten/ Lampe [€]	200	320	360	720	400	420	720
jährl. Wartungskosten [€]	864	148	173	238	472	504	605
Gesamtkosten [€]	1.901	764	893	634	3.064	3.384	1.613



Stallklimafaktor Luftfeuchte

- Optimalbereich zwischen 35 und 70% r. LF
- Hohe Luftfeuchtigkeiten mindern die Isolationsfähigkeit des Haarkleids
- Kombination hohe Luftfeuchte und hohe Luftgeschwindigkeit wird tiefer als die tatsächliche Temperatur empfunden
- Bei zu hohen Ammoniakmengen Atemwegserkrankungen vorprogrammiert
- Bei Einsatz von Wasservernebelung tropische Bedingungen vermeiden > 80% Luftfeuchte
Feuchtigkeit = Zunahme der Emissionen
- Kondenswasser-, Schimmelpilz- und Keimbildung
Gefahr für Tier und Mensch

Stallklimafaktor Luftfeuchte

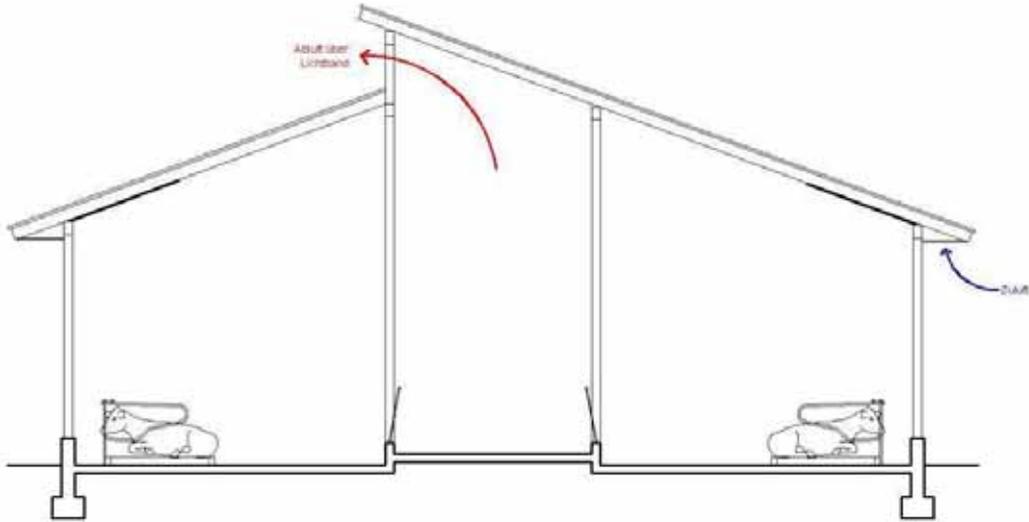
- Absolute Feuchte
 - = die Wärmedampfmenge, die sich in 1 m³ Luft befindet
- Sättigungsfeuchte
 - Wärmedampfmenge, die bei einer gegebenen Temperatur maximal aufgenommen werden kann. Erhöht sich bei steigender Temperatur

- 10°C	2,14 g/m³
0°C	4,84 g/m³
10°C	9,39 g/m³
20°C	17,28 g/m³
30°C	30,32 g/m³

Luft: Hinweise für Probleme



Fallbeispiel: Rinderstall – Neubau Salzburg





Stallluft tritt über Traufe wieder aus - Systemumkehr

Abluft →

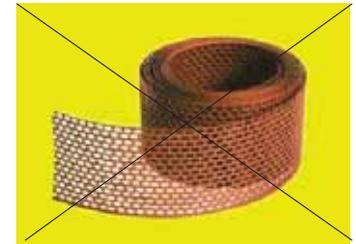
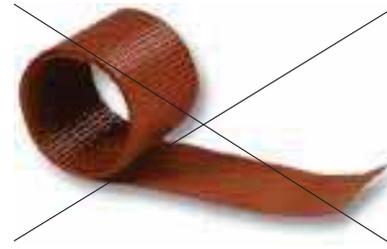
Zuluft →



**Zuluft über Traufe, Tür zu, Entfernung von 2 m
Vogelschutzgitter am First**



**Problemlösung!?? Falsches Gitter!!
Reduktion der Zu- und Abluftfläche um 2/3**



Problemlösung! Neues Gitter einbauen!



Betriebsbesuche der letzten 3 Wochen:



Betriebsbesuche der letzten 3 Wochen:



Betriebsbesuche der letzten 3 Wochen:



Betriebsbesuche der letzten 3 Wochen:



Betriebsbesuch Mutterkuhhaltung OÖ:



Betriebsbesuch Mutterkuhhaltung OÖ:

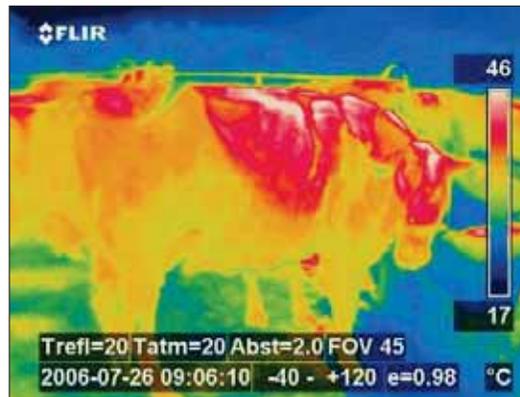


Hitzestress im Rinderstall

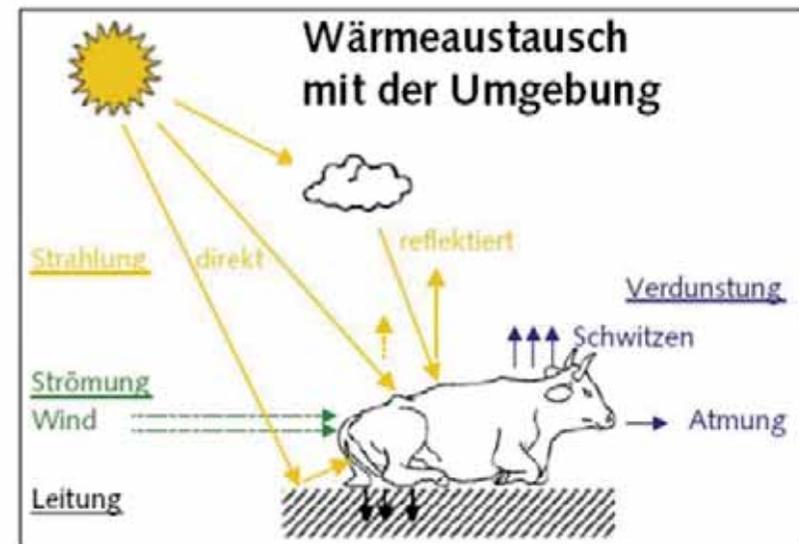


Temperaturen – Anforderungen von Milchkühen

- Kühe wenig hitzeresistent!
- am kältesten Tag des Jahres 4 kg Milch/Kuh mehr als am heißesten Tag des Jahres
- Hitzestress beginnt ab 22 °C mit hoher Luftfeuchte
- Futteraufnahme sinkt
 - 28 °C – 5 %
 - 32 °C – 10 %
 - > 35 °C – 20 %
- Mastitisraten steigen, Fruchtbarkeit sinkt,
- Klauenrehe steigt



Mechanismen der Wärmeabgabe



FAT-Berichte Nr. 620/2004

Folgen von Hitzestress

- Ansteigen der IKT
- Sinkender Milchfettgehalt
- Sinkender Milcheiweißgehalt
- Extremer Leistungsrückgang bei hoher Milchleistung
- Sinkende Fruchtbarkeitsraten
- Erhöhte embryonale Sterblichkeit und Abortrate, kleine-schwächere Kälber
- Stoffwechselerkrankungen - Mastitiden



Fallbeispiel Hitzestress: Neubau – Offenfront – Laufstall - Weststeiermark

- Milchleistung 10.000l
- Optimale Ausrichtung
- Großzügig ausgestattete Laufgänge und Aufstallung

Problem:

- Fruchtbarkeit im Sommer = annähernd Null

Diplomarbeit Hitzestress Sommer 2010



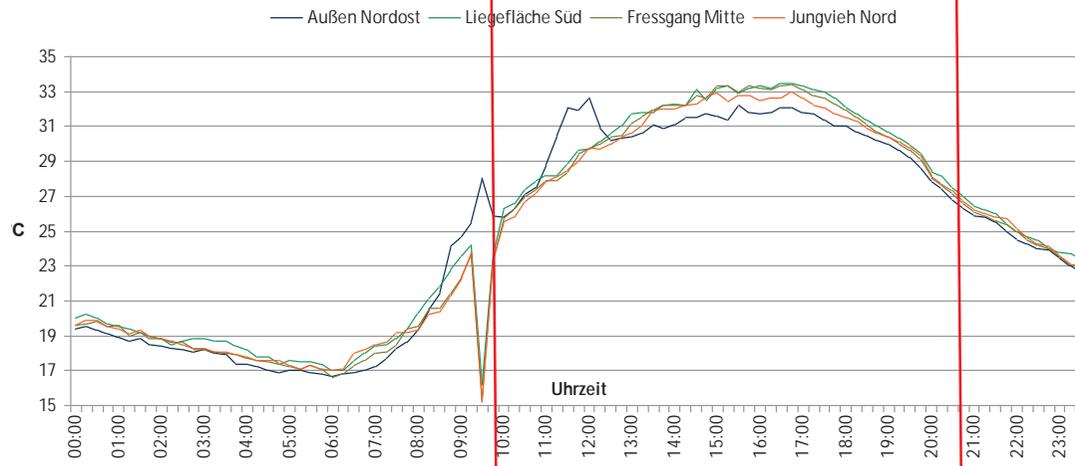
Diplomarbeit Hitzestress 2011; R. Wilfinger

Rinder - Milchvieh - Außenklimastall



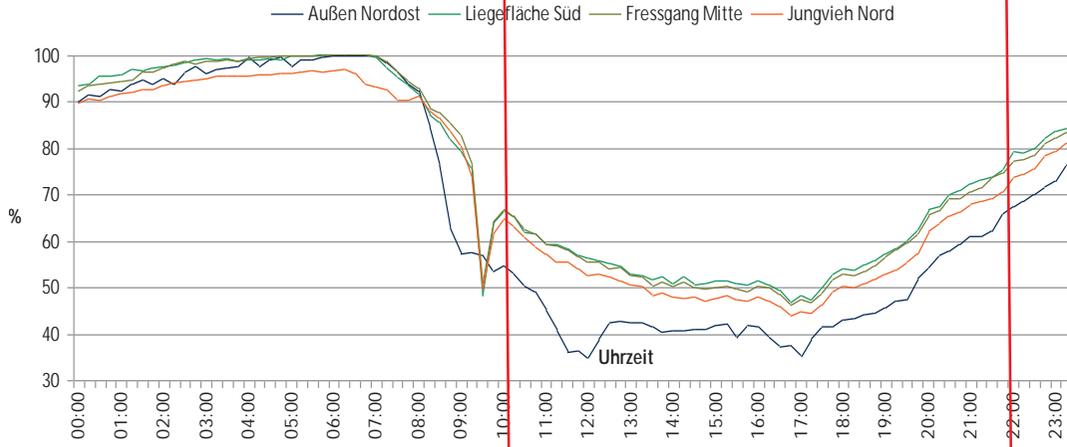
Diplomarbeit Hitzestress 2011; R. Wilfinger

Temperaturen heißer Tag - 21.07.2010

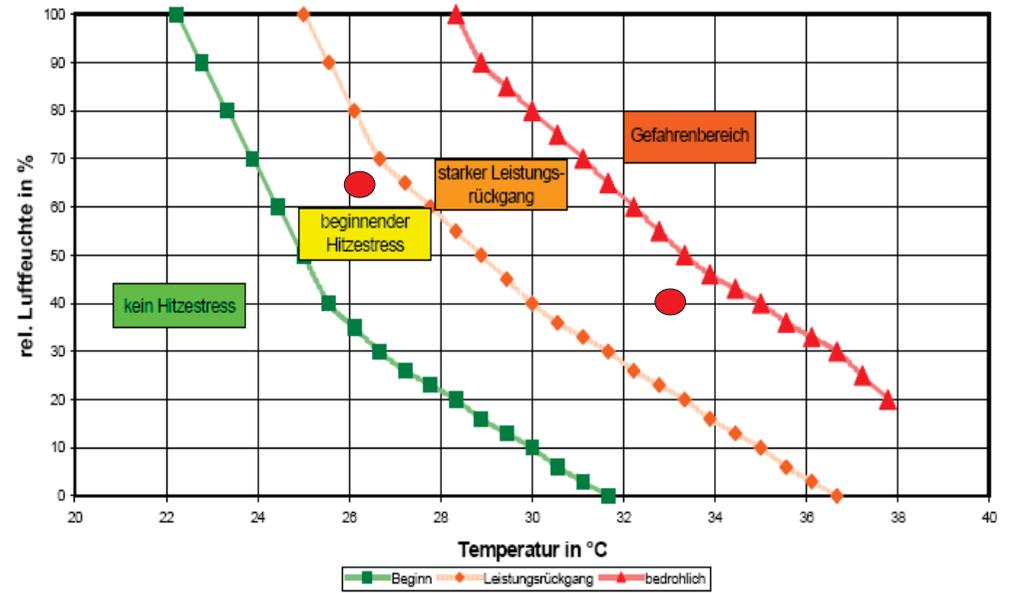


Diplomarbeit Hitzestress 2011; R. Wilfinger

Luftfeuchte heißer Tag - 21.07.2010

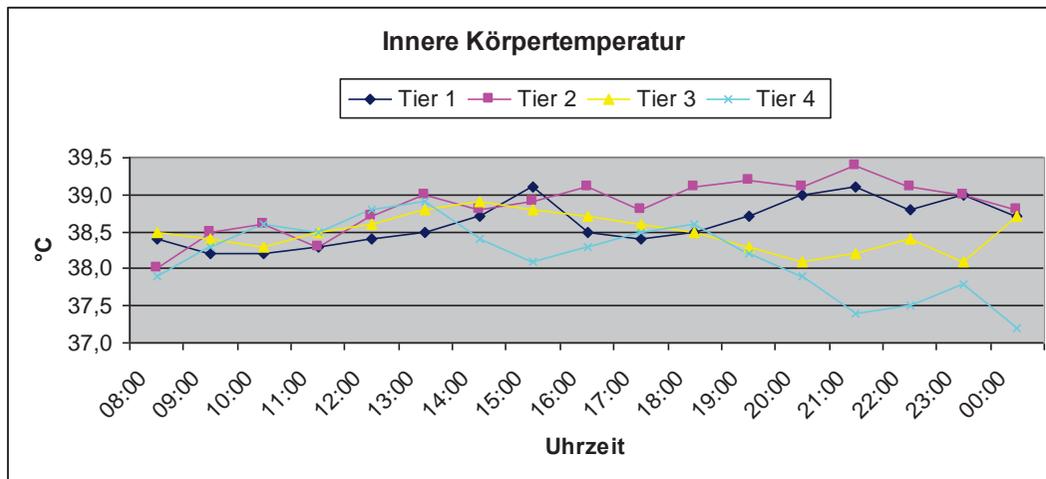


Hitzestress bei Kühen in Abhängigkeit von Temperatur und Luftfeuchte



Quelle: Heidenreich

Diplomarbeit Hitzestress 2011; R. Wilfinger



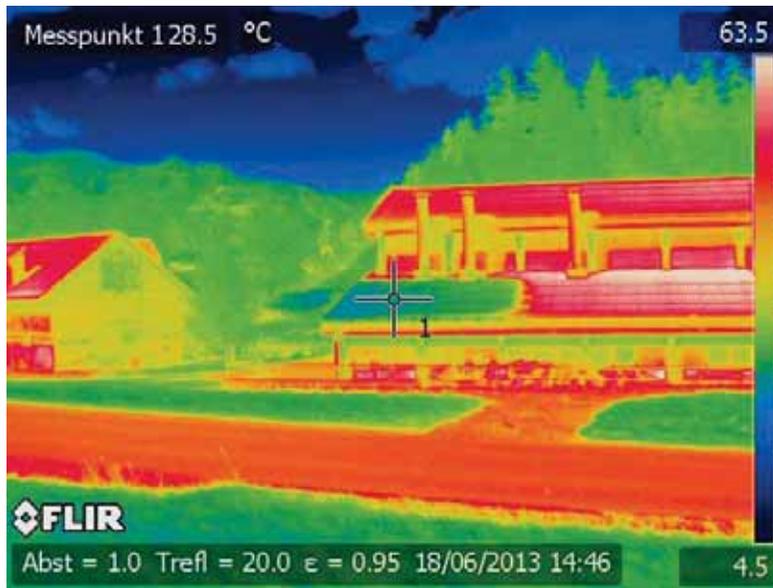
MZV - Mehrzweckversuchsstall

- Versuchsabteile mit Porendecke ausgeführt!!



MZV - Mehrzweckversuchsstall

- Dachkonstruktion zuluffführend – aber nicht isoliert!!



MZV - Mehrzweckversuchsstall

- Enormer Eintrag an Strahlungswärme - Dach!!



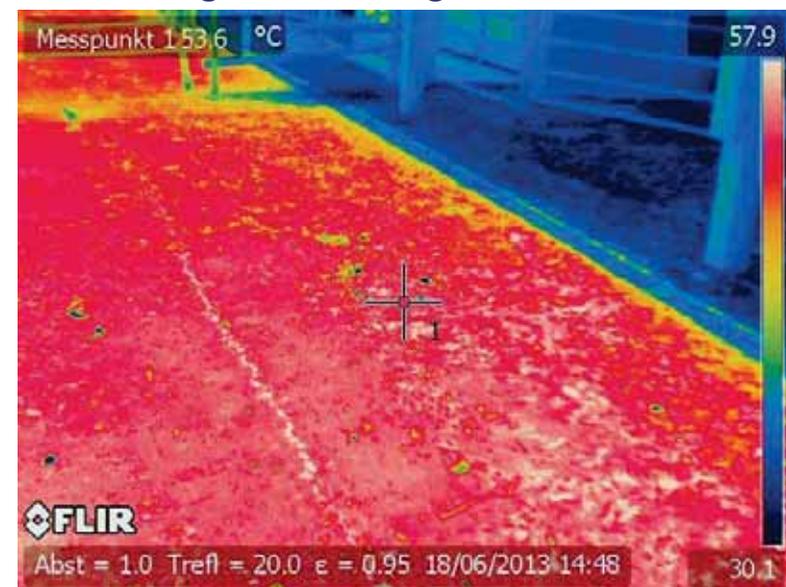
MZV - Mehrzweckversuchsstall

- Enormer Eintrag an Strahlungswärme - Dach!!



MZV - Mehrzweckversuchsstall

- Enormer Eintrag an Strahlungswärme - Boden!!



Nachträgliche Maßnahmen - Wasservernebelung



Nachträgliche Maßnahmen - Ventilatoren



Kühlwirkung der Luft in K durch Nutzung der Verdunstungskälte (Wind-Chill-Effekt)

Temperatur in °C	25		30		35	
rel. Feuchte in %	50	70	50	70	50	70
Luftgeschwindigkeit in m/s	Kühlwirkung					
0,00	0,00	-1,60	0,00	-2,20	0,00	-3,30
0,50	1,10	-0,50	2,80	-0,60	2,80	-0,50
1,00	2,80	0,60	5,00	2,20	8,40	4,50
1,50	3,90	1,70	6,60	3,90	10,60	6,20
2,00	6,20	3,90	8,30	5,00	11,70	8,90
2,50	7,30	5,10	9,40	6,10	12,80	10,60

Quelle: Heidenreich 2009

Zusammenfassung Stallklima

- Enorme tiergesundheitliche Probleme, vor allem in der Kälber- bzw. Jungviehhaltung!
- Kälbersterblichkeit teilweise bis zu 60%, enorme wirtschaftliche Belastung der Betriebe
- Ausführungs- und Planungsmängel insbesondere bei neuen Stallungen!?
- Intensive Tierbeobachtung – Liegeverhalten, welche Boxen, etc., gibt wertvolle Erkenntnisse!
- Grundlegende Kenntnisse werden auch von Stallbaufirmen nicht beachtet und an den Landwirt vermittelt!
- Messgeräte zur Stallklimabeurteilung sinnvoll, ein Auge und Gespür dafür zu entwickeln ist noch sinnvoller!

www.raumberg-gumpenstein.at



www.oekl.at