



# Gesundes Stallklima – aber wie?

TPG – St. Kathrein/Off.

04.04.2013

E. Zentner



# Abteilung Stallklimatechnik und Nutztierschutz

---

- **Projekte und Untersuchungen (mit Universitäten)**
- **Reduktionspotenzial von Emissionen u. Immissionen aus der Tierhaltung**
- **Bevorzugte Reduktion und Verbesserung im Stall**
- **Stallklimauntersuchungen in der Praxis – Tierärzte – LK – Tiergesundheitliche Probleme**
- **Stellungnahmen und Beurteilungen bei Genehmigungsverfahren, im Speziellen bei Anrainerproblemen**
- **Teilnahme an Bauverhandlungen wenn Probleme zu erwarten sind**
- **Auch Rinderhaltung zunehmend betroffen!? Abstände zu Stall, Fahrsilo, Güllelager!**



# Auswirkungen bestehende Betriebe (OÖ)

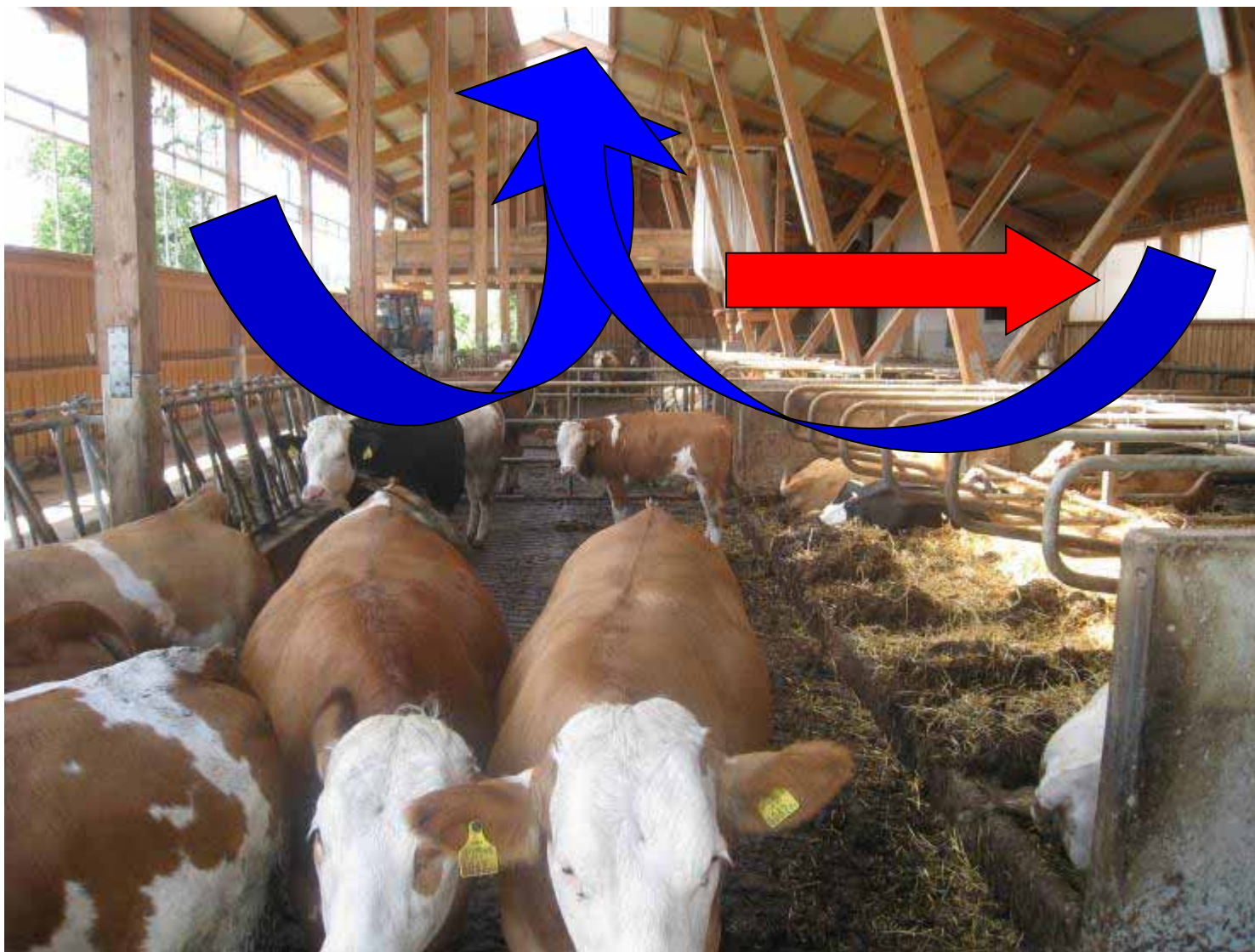
---





# Auswirkungen bestehende Betriebe (OÖ)

---



# Gesetzliche Grundlagen

---

- 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 Zugluferscheinungen** 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.

# Stallklimafaktoren - Rinder

- Lufttemperatur 4° bis 16°
- Luftfeuchtigkeit 50% bis < 80%
- Luftbewegung (-geschwindigkeit)
  - Wintersituation: im Warmstall nie > 0,2 m/sec
- Schad- oder Fremdgase = steigen mit Temperaturen!
  - Ammoniak < 20ppm
- Beleuchtung – mind. 40 Lux = Mindestanforderung!!!!
  - 200 bis 300 Lux für Optimierung
- Minimierung der Staubkonzentrationen
- Merke: In der Rinderhaltung sind 25% der Leistung durch äußere Bedingungen beeinflussbar!



# Faktor Licht - Beleuchtung

---

- **Allein durch zusätzliche und ausreichende Beleuchtung, bis 300 Lux und bis zu 16 Stunden, ist eine Erhöhung der Milchleistung zwischen 4% und 11% nachgewiesen!!**
  - **Verbesserte Aktivität**
  - **Gesteigerte Futteraufnahme**
  - **Frühere Geschlechtsreife bei Jungtieren**
  - **Geringere Verletzungsgefahr**
  - **Notlampen in der Dunkelphase**
  - **Stallklima = Arbeitsklima**
  - **Amortisation unmittelbar gegeben**





# Lichtprogramme auch im Rinderstall?

---

## Lichtprogramm Milchkühe:

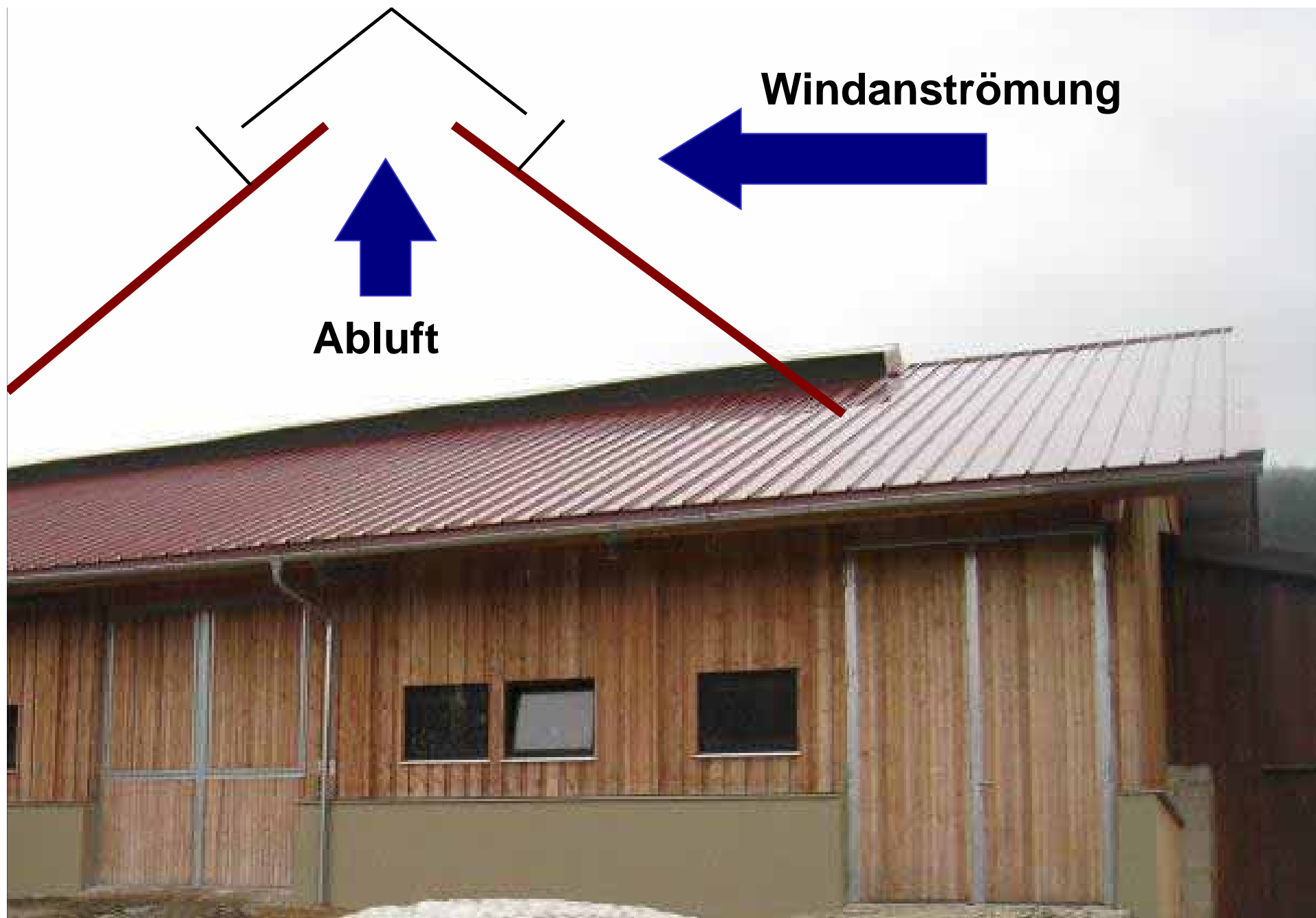
- Absolute Dunkelheit bei nächtlichen Aktivitäten (Krafftfutterautomat, Melkstand) vermeiden = Stress?
- 16 - 18 h Lichtphase (mind. 220 Lux)
- Trockensteher 8 h ausreichend
- 6 - 8 h Dunkelphase (schwachleuchtende Notlampen 10 Watt)
- Insbesondere zur Videobeobachtung!
- Steuerung über Zeitschaltuhr





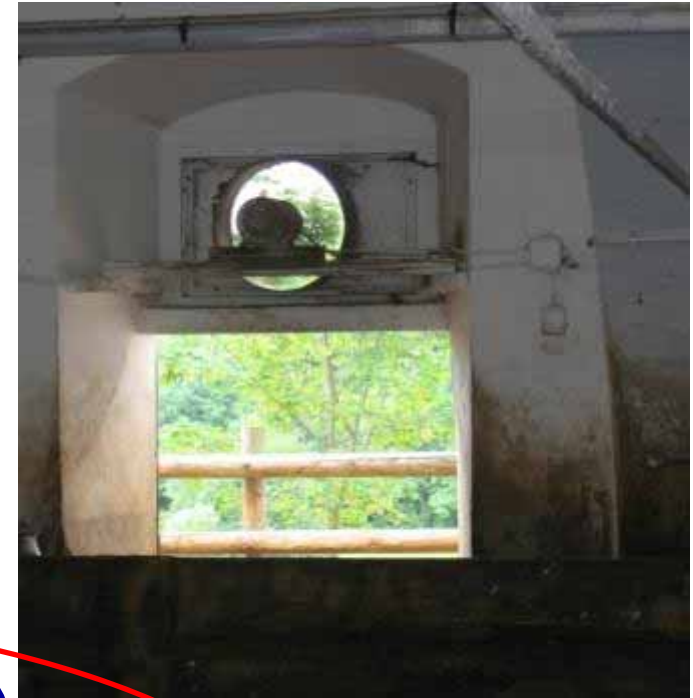
# Neue Stallungen - Mangel??





# 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



# (Frisch-)Luftraten für Rinderställe

---

Luftvolumenströme in  $\text{m}^3/\text{h}^{1)}$  im Sommer nach DIN 18910 -1 für Kälber, Jungvieh, Zuchtbullen und Masttiere in Abhängigkeit vom Tiergewicht und von der zulässigen Erhöhung der Stalllufttemperatur gegenüber der Außentemperatur von 3 K

LM in kg	50	100	150	200	300	400	500	600	1000
Kälber und Jungrinder	21	46	68	81	124	162	197		
Mastrinder	24	52	77	92	139	181	220	256	224

<sup>1)</sup> Für geschlossene, wärmegeämmte Rinderställe mit Zwangslüftung

Da die DIN 18910-1 nur Luftraten zu zwangsbelüfteten Ställen enthält, sind diese für die Praxis in der Milchviehhaltung nicht anwendbar. Für frei gelüfteten Ställen lassen sich im Sommer Luftraten aus den Angaben der CIGR ableiten.



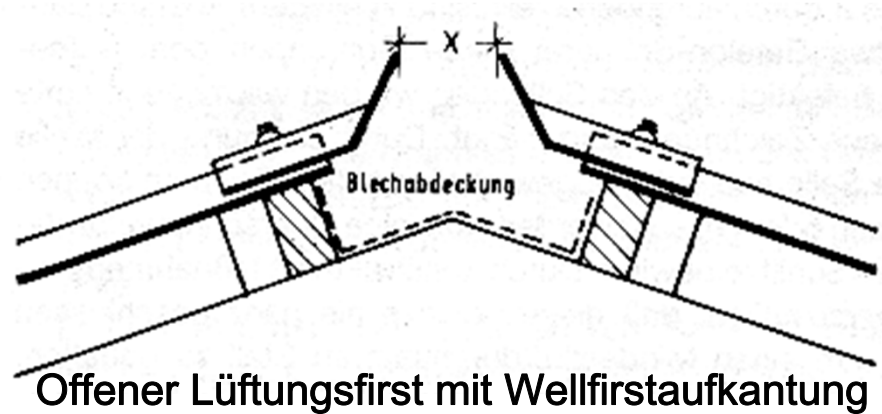
# (Frisch-)Luftraten für Rinderställe

---

Luftvolumenströme in m<sup>3</sup>/h im Sommer nach CIGR für Kühe in Abhängigkeit von der Milchleistung und der Lebendmasse bei einer zulässigen Erhöhung der Stalltemperatur gegenüber der Außentemperatur von 3 Kelvin. LM = Lebendmasse

	Milchleistung in kg					
LM in kg	5000	6000	7000	8000	9000	10000
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

# Abmessungen Zu- und Abluftsystem



Gebäudelänge 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

# 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 <sup>1)</sup> [m]	Gesamt-Abluftquerschnitt- fläche [m <sup>2</sup> /GVE] <sup>2)</sup>	Gesamtflächen an Toren, Türen, Fenstern oder sonsti- gen Wandöffnungen <sup>3)</sup> [m <sup>2</sup> /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.

# Abluftschachtbemessungen

---

Tabelle 2. Umrechnungsfaktoren für die Werte aus Tabelle 1 bei anderen Tierarten.

<b>Tierart/Produktionsrichtung</b>	<b>Multiplikationsfaktor<sup>4)</sup></b>
Mastkälber/Mastrinder	1,25
Ferkel bis 25 kg	2,5
Mastschweine bis 50 kg	2,0
Mastschweine über 50 kg	1,25
Jungsauen bis 130 kg und säugende Sauen	1,25
Trächtige Sauen und Eber	0,75
Masthühner	4,5
Legehennen/Junghennen	3,0
Schafe/Ziegen	1,00
Mastlämmer	1,25

<sup>4)</sup> bezogen auf 500 kg Lebendmasse (GVE)



# Auswirkungen von schlechter Stallluft

---

- Abnehmende Leistung
- Nachhaltige Gefährdung der Tiergesundheit
- Atemwegserkrankung bei hohen Schadgasgehalten
- Hohe Luftfeuchte bringt Verkühlungen in Herbst - Winter
  - Nasses Haarkleid
  - 9 (15) Liter Wasser/Kuh/Tag sind abzulüften
- Niedrige Feuchte bringt Entzündungen im Atmungstrakt
- Kombination Staub u. Feuchte bringt Keime u. Pilze
- Bausubstanz leidet nachhaltig – Nässe und Schimmelbildung
- Stallklima = Arbeitsklima

# Allgemeine Empfehlungen - Kälberaufzucht

- Lichtstärke 10 Stunden mit 200 Lux (40 Lux Min.)
- 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 Wachstum
- Erkrankungen die länger als 5 Tage dauern reduzieren die Zunahmen im ersten Monat um 50%! (Steinhöfel 2000)
- Innere Körpertemperatur fällt ab - Unterkühlung - Husten - Lungenentzündung, ....

# Keine Probleme mit Kälbern in Iglus!?



# Stallklimafaktor Luft-bewegung

---

- Für alle Nutzungsrichtungen gilt  $< 0,2\text{m/sec}$   
(Kerzenlicht flackert aber erlischt nicht)
- Hohe Windgeschwindigkeiten auf der Weide kein Problem
- **1. Punktuelle Geschwindigkeiten = Zugluft, können über Nacht zu schweren tiergesundheitlichen Problemen bei Kälbern führen!**
- Je größer der Temperaturunterschied von Zuluft zu Stallluft, desto höher die Fallgeschwindigkeit!
- **2. Permanenter Entzug der Körperwärme durch nachströmende Kaltluft (Nacht = 12 Stunden!!)**
- Im Laufstall besteht im Gegensatz zur Haltung in Boxen und Anbindehaltung die Möglichkeit der permanenten Platzwahl





# Permanente Probleme in der Kälberhaltung!



- **Kaltlufteintrag trotz Windschutznetz mit hohen Geschwindigkeiten in den Liegebereich der Kälber!**



# Kälber - Gruppenhaltung

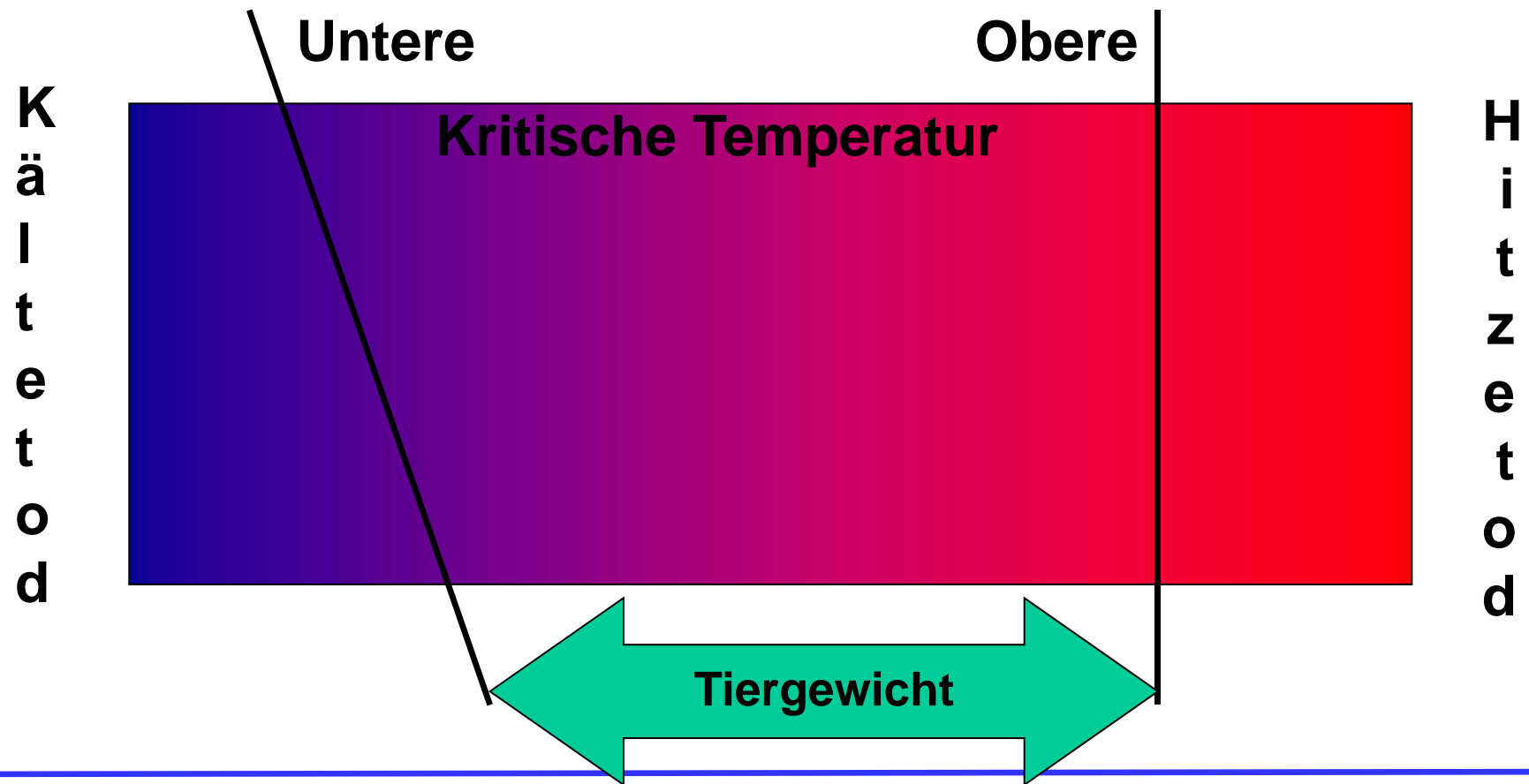
---

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



# Thermoregulation nicht überfordern!!

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







- **Zuluftöffnungen über den Boxen haben fatale Auswirkung auf die Tiergesundheit**
- **Keine Möglichkeit der Kälber, sich diesen Bedingungen zu entziehen!**
- **Bei neuen Stallungen den Kälberbereich extra regeln!**
- **Zuluftöffnungen in der Nachtsituation und Herbst – Winter schließen**



# Kälber auf Tieflauf, Zuluft über mech. regelbare Doppelstegplatten, Abluft Luft- Lichtfirst



# Thermoregulation nicht überfordern!!



## Fallbeispiel:

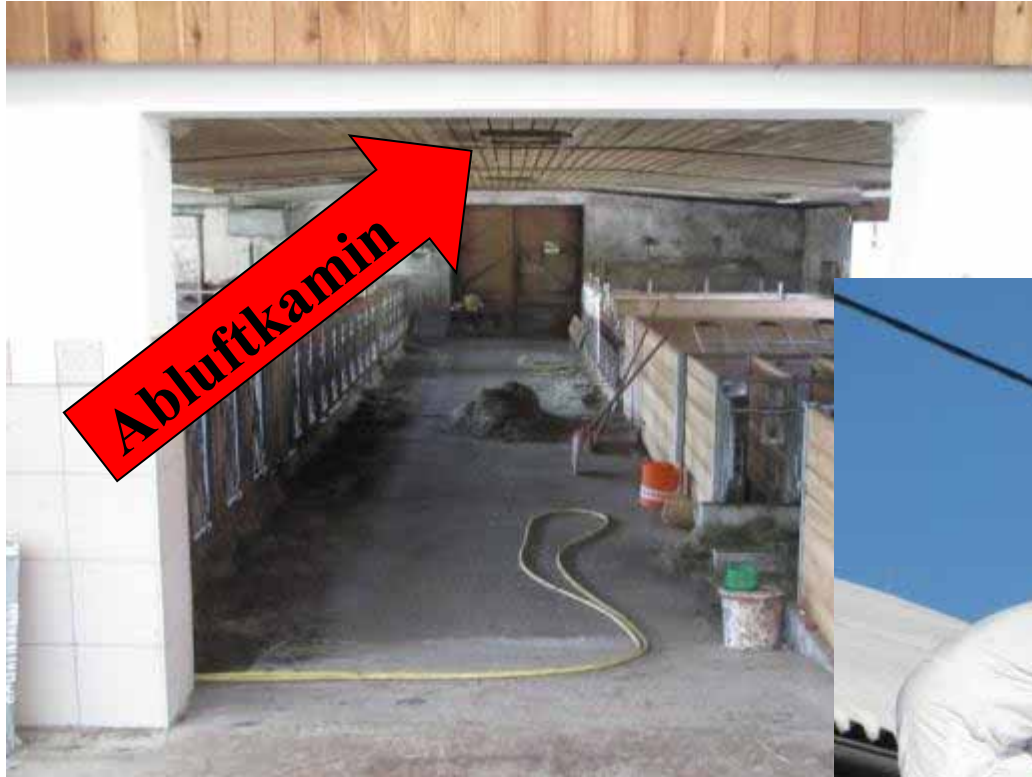
Neuer Rinder - Laufstall! Probleme mit der Nachzucht im angebauten Altstall – Husten – Lungenentzündung .....



● Faktor Licht: 600 Lux!!



## Fallbeispiel: Schubumkehr der Lüftung!



- Der Abluftkamin saugt Frischluft an???



## Fallbeispiel:

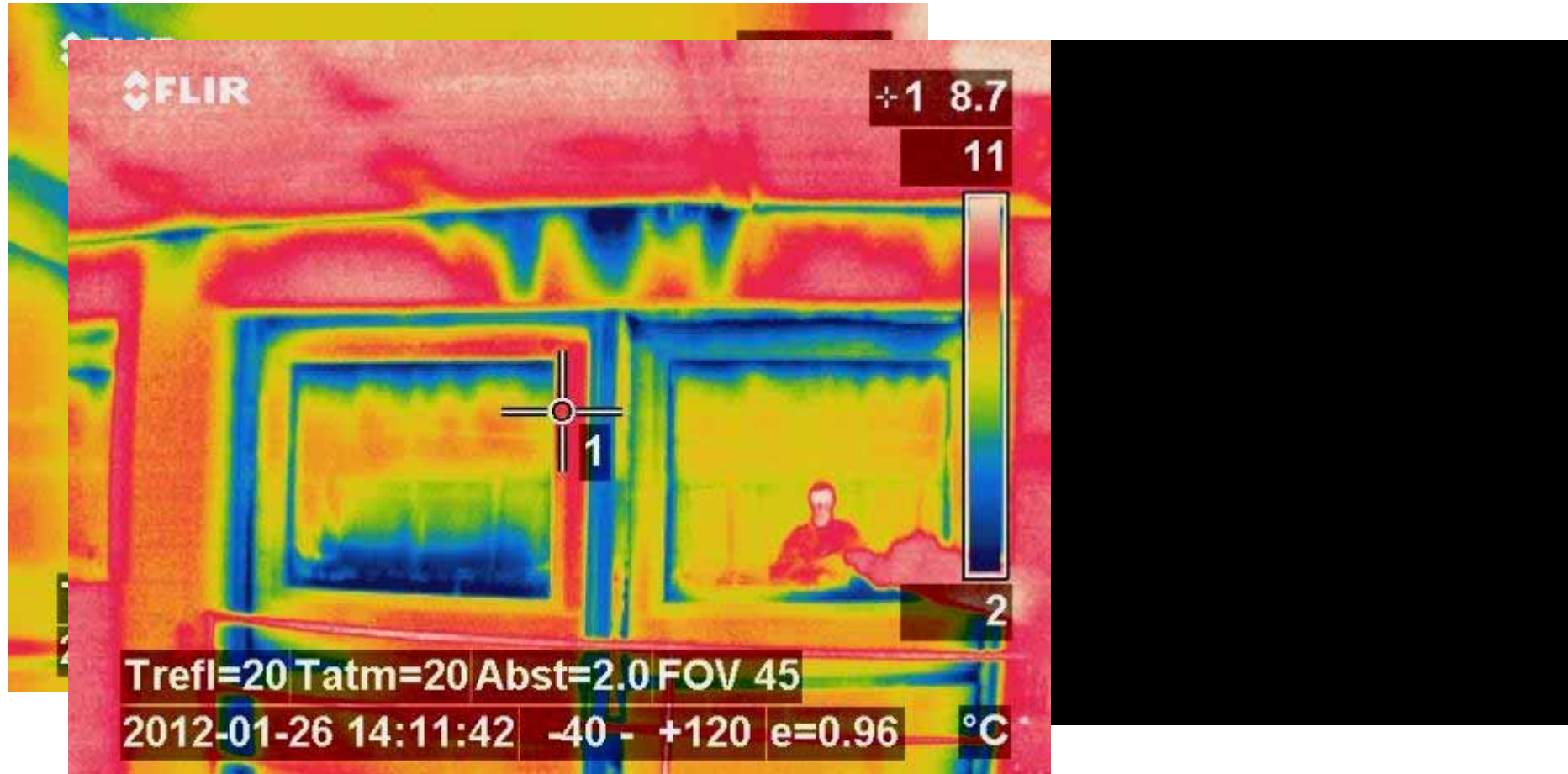
Seit dem Stall - Neubau sind die Kälber krank!





## Fallbeispiel:

Zugluft in die Liegeboxen 2,5 m/sec.



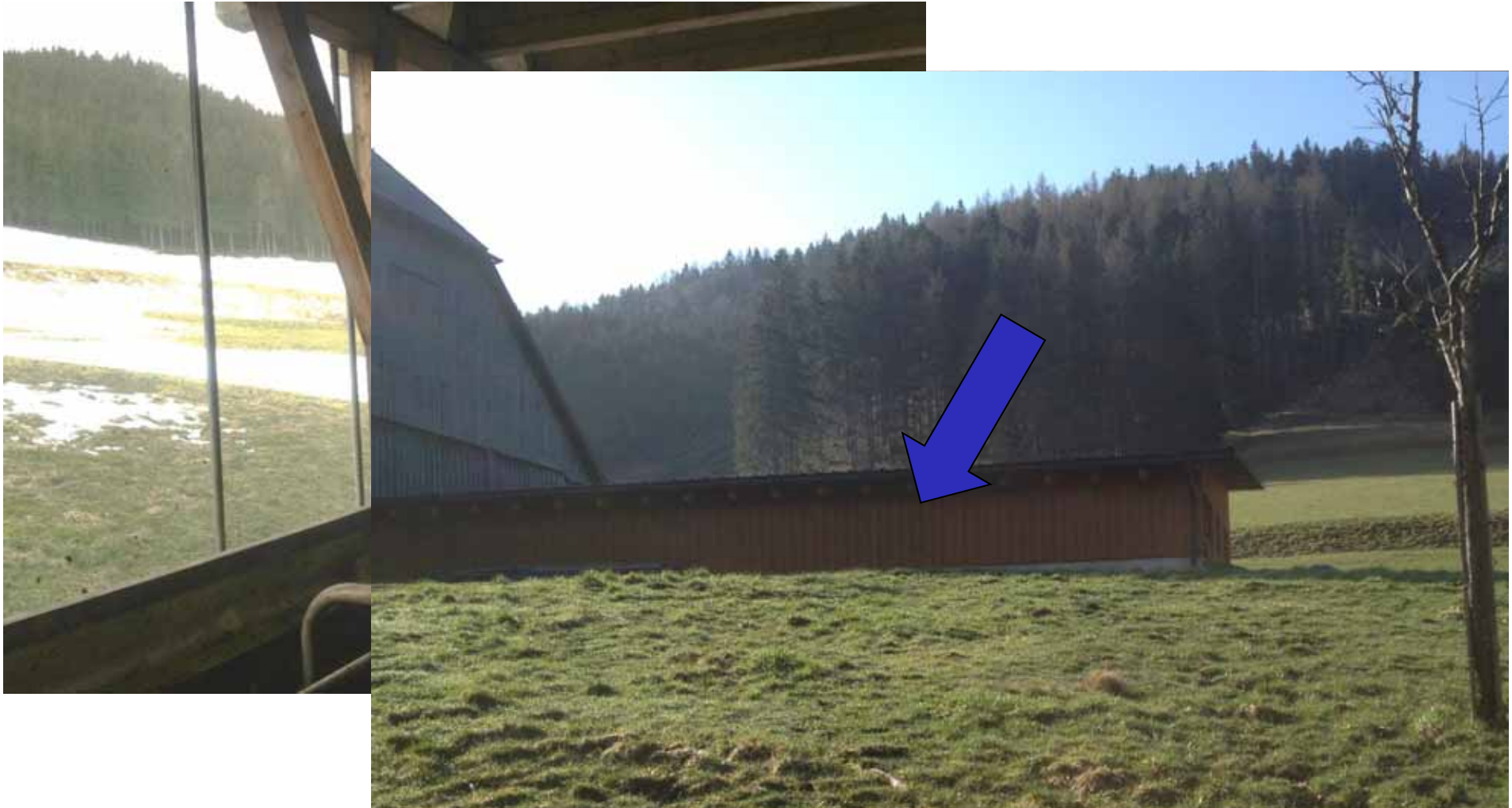
- Durchgang in den neuen Stall schließen oder Zuluft im neuen Stall erhöhen!

# Fallbeispiel: Neuer Liegeboxen – Laufstall an Altstall angebaut





## Fallbeispiel: Neuer Liegeboxen – Laufstall an Altstall angebaut



**Zugluft mit bis zu 3m/sec!**

## Fallbeispiel: Neuer Liegeboxen – Laufstall an Altstall angebaut



**Zugluft mit bis zu 3m/sec!**

# Kälberbereich zuluftseitig unabhängig regeln!!



Bei tiefen Temperaturen und in der Nacht schließen!



# Stallklimafaktor Schadgase

---

Schadgase nehmen mit sinkender Luftrate, mit steigender Stalltemperatur und Luftfeuchte zu

Sie führen in Kombination mit trockener Luft zur Reizung des Respirationstrakts (Atemwegsentszündung)

- Schwächung des Immunsystems, Wegbereiter für Sekundärinfektionen,

Fazit hoher Konzentrationen: Leistung sinkt, Gesundheitsgefährdung, Bausubstanz leidet nachhaltig, insbesondere durch die Kombination Feuchte und Ammoniak

# Diplomarbeit Rinderstallklima 2011; M. Liebminger

---

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



# Diplomarbeit Rinderstallklima 2011; M. Liebming

---



# Diplomarbeit Rinderstallklima 2011; M. Liebminger

---





# Diplomarbeit Rinderstallklima 2011; M. Liebming

---





# Diplomarbeit Rinderstallklima 2011; M. Liebminger

---

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



# Fallwirkung von kalter Zuluft

---

- NH<sub>3</sub> über Gülleoberfläche 56 ppm
- Emission im Tierbereich plus 100%
- Krankheitsfördernde Bedingungen, insbesondere für Jungtiere



# Schadgas Ammoniak - $\text{NH}_3$

---

- Experimentelle Untersuchungen haben gezeigt, dass die Infektabwehr durch Ammoniakkonzentrationen von  $>50\text{ppm}$  ( $0,005\text{ Vol.}\%$ ) signifikant vermindert wird, wobei eine gestörte Zilienfunktion (staubpartikelreinigende Funktion  $< 5\mu\text{m}$ ) vermehrt zu Atemwegserkrankungen durch Bakterien, Viren und Parasiten, führt.
- Bereits ab einem Ammoniakgehalt von  $20\text{ppm}$  ( $0,002\text{ Vol.}\%$ ) 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 NH<sub>3</sub> im Tierbereich
- Optimierte Luftverteilung





# Diplomarbeit Rinderstallklima 2011; M. Liebminger

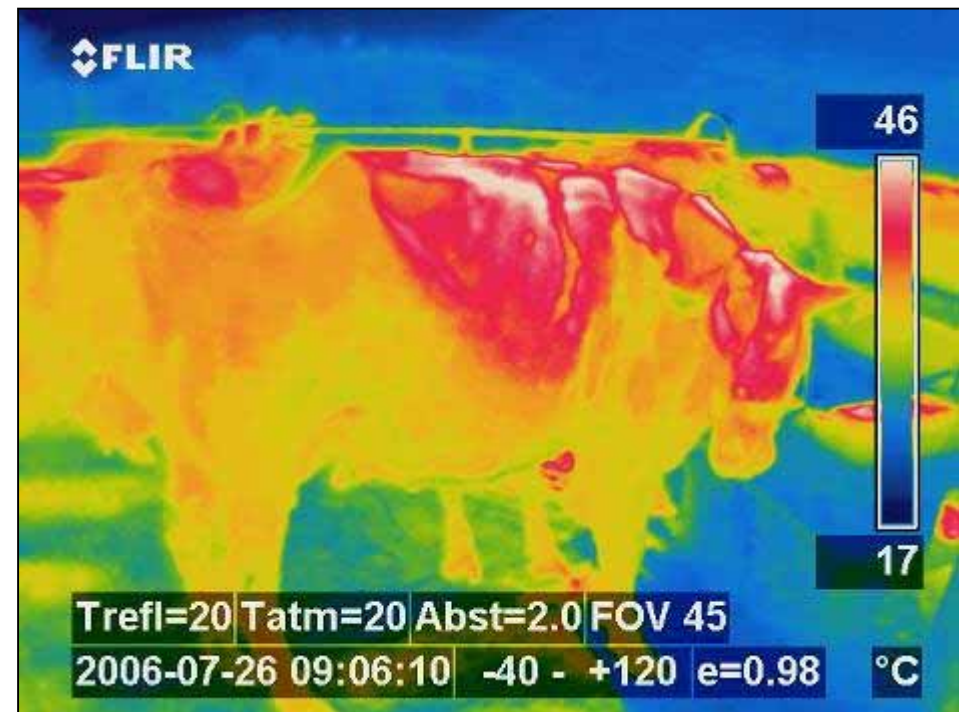
---

- **Alternativzuluft über Rolll Tore - Futtertisch**



# 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



# Fallbeispiel: Umbau Anbindestall - OÖ

---

Stiermastbetrieb

Nach Alter in 3 Stallungen – Endmast im neuen Stall

Stierkälber auf Stroh und Spalten

- Lüftung im Winter über Fenster

Jungvieh bis ca. 400kg im ehemal. Anbindestall

- Lüftung über Türen und Fenster

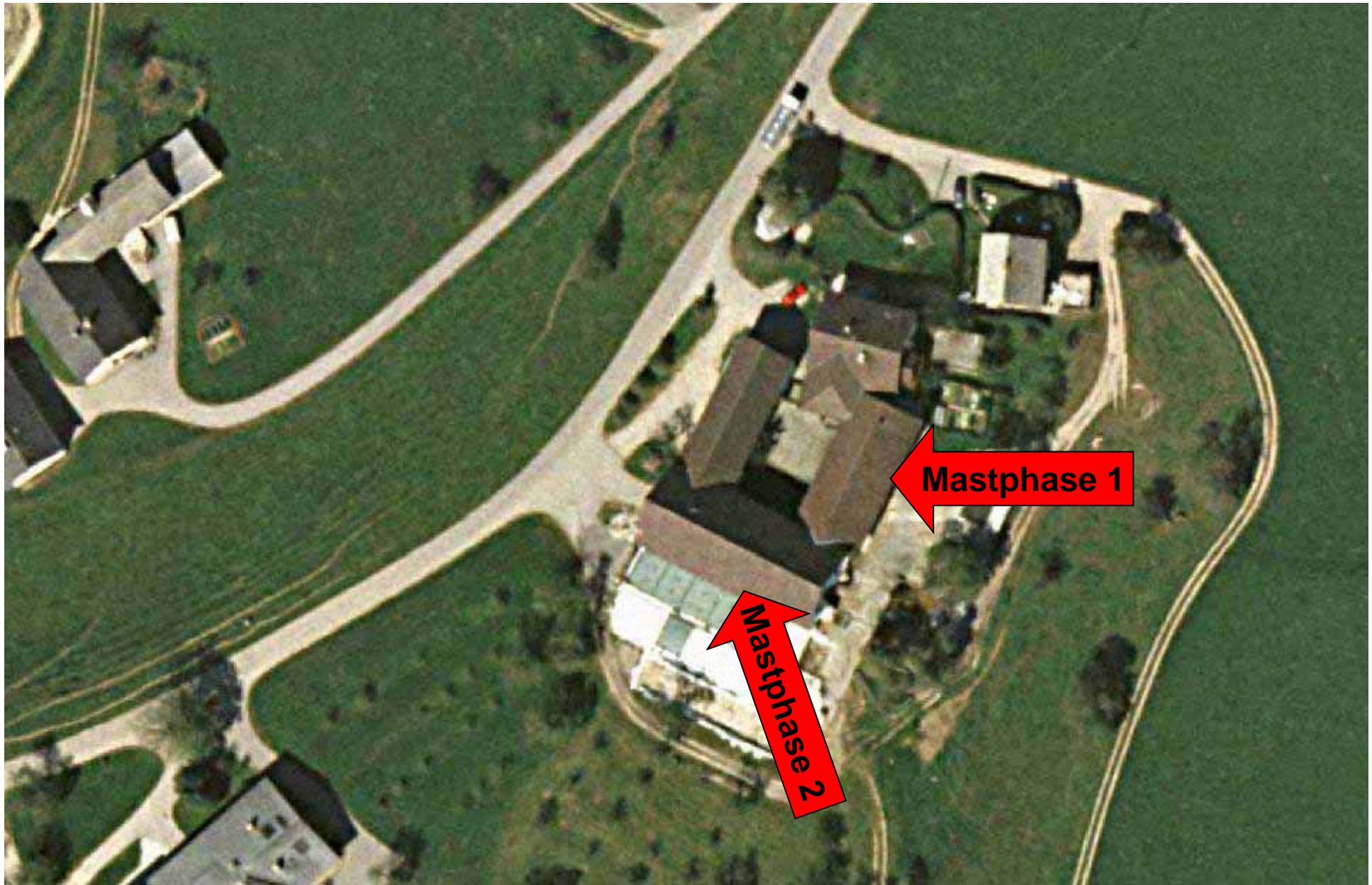
Problem lt. Veterinär:

- Schwere Erkrankungen bis zum Tod der Tiere

- Stallklima unzureichend – stickige Luft

- Liegeplätze teilweise unbesetzt!!!!







### 3. Mastphase – Laufstall, Tiere gesunden wieder!

---



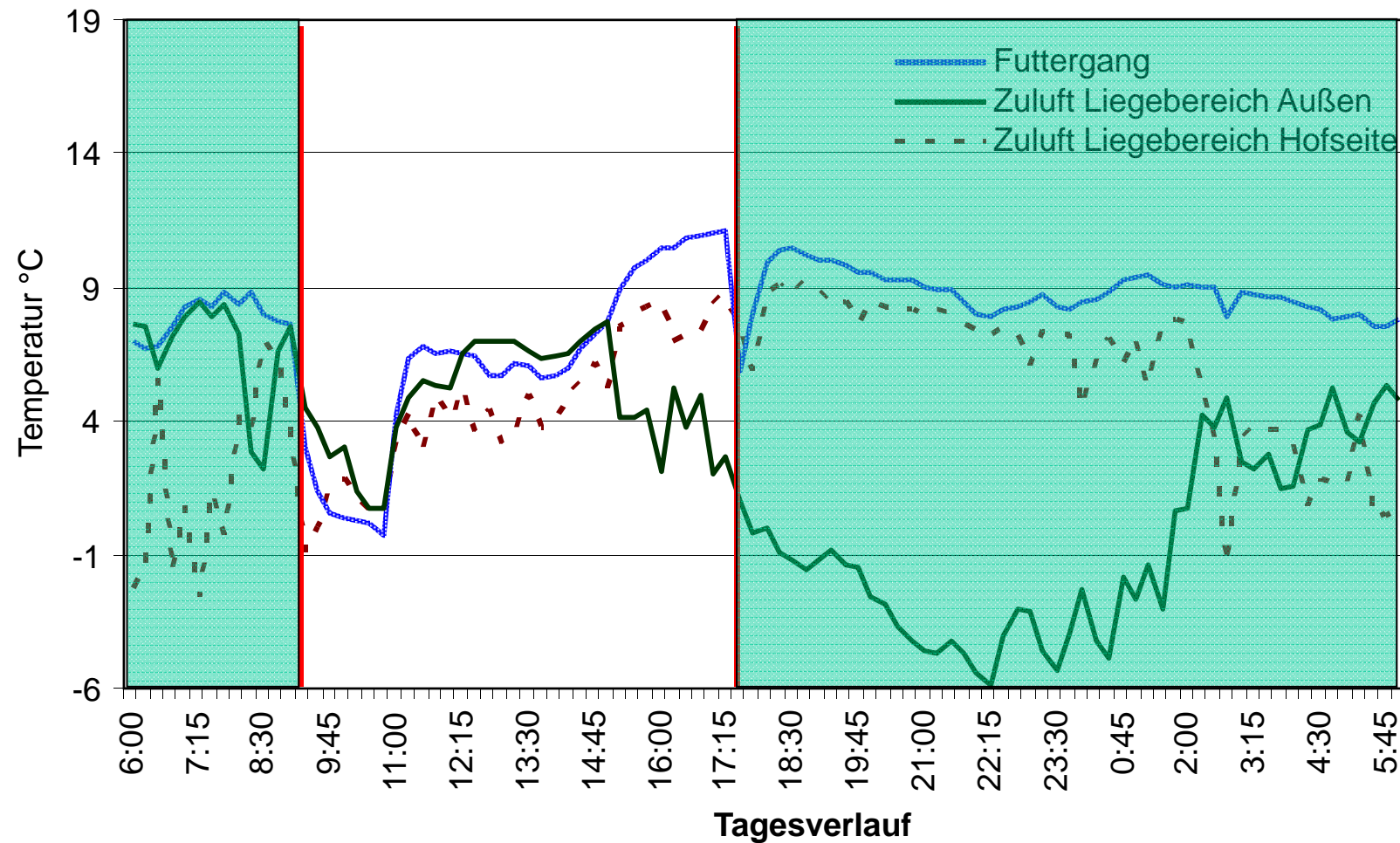
**Liegeverhalten beobachten!!**



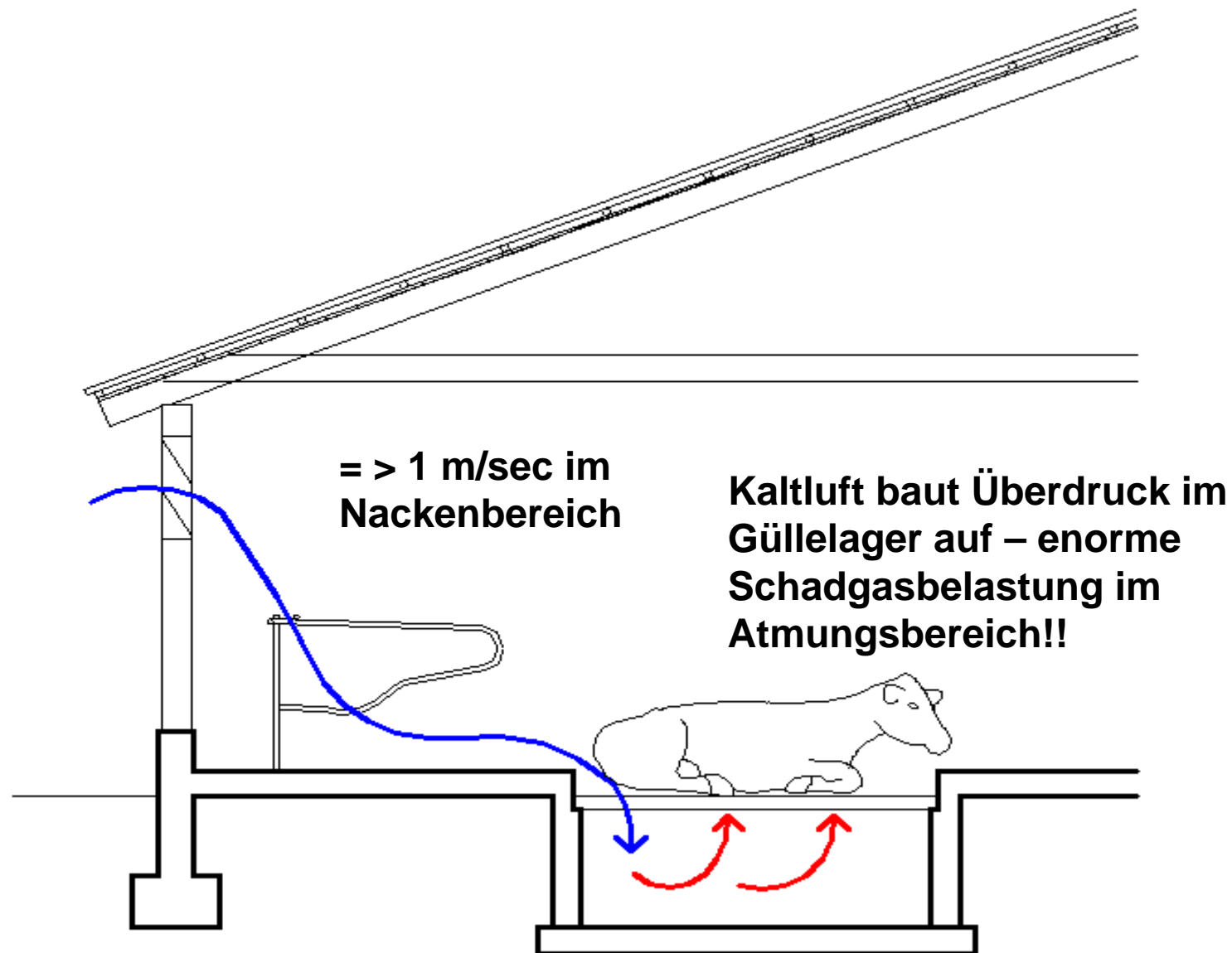


# Temperaturverlauf - Stiermast - kalter Tag

## Schwere Probleme in der Nachtsituation!



# Kaltlufteintrag in den Güllebereich!





# Futtertisch als Zuluftmöglichkeit nutzen!!



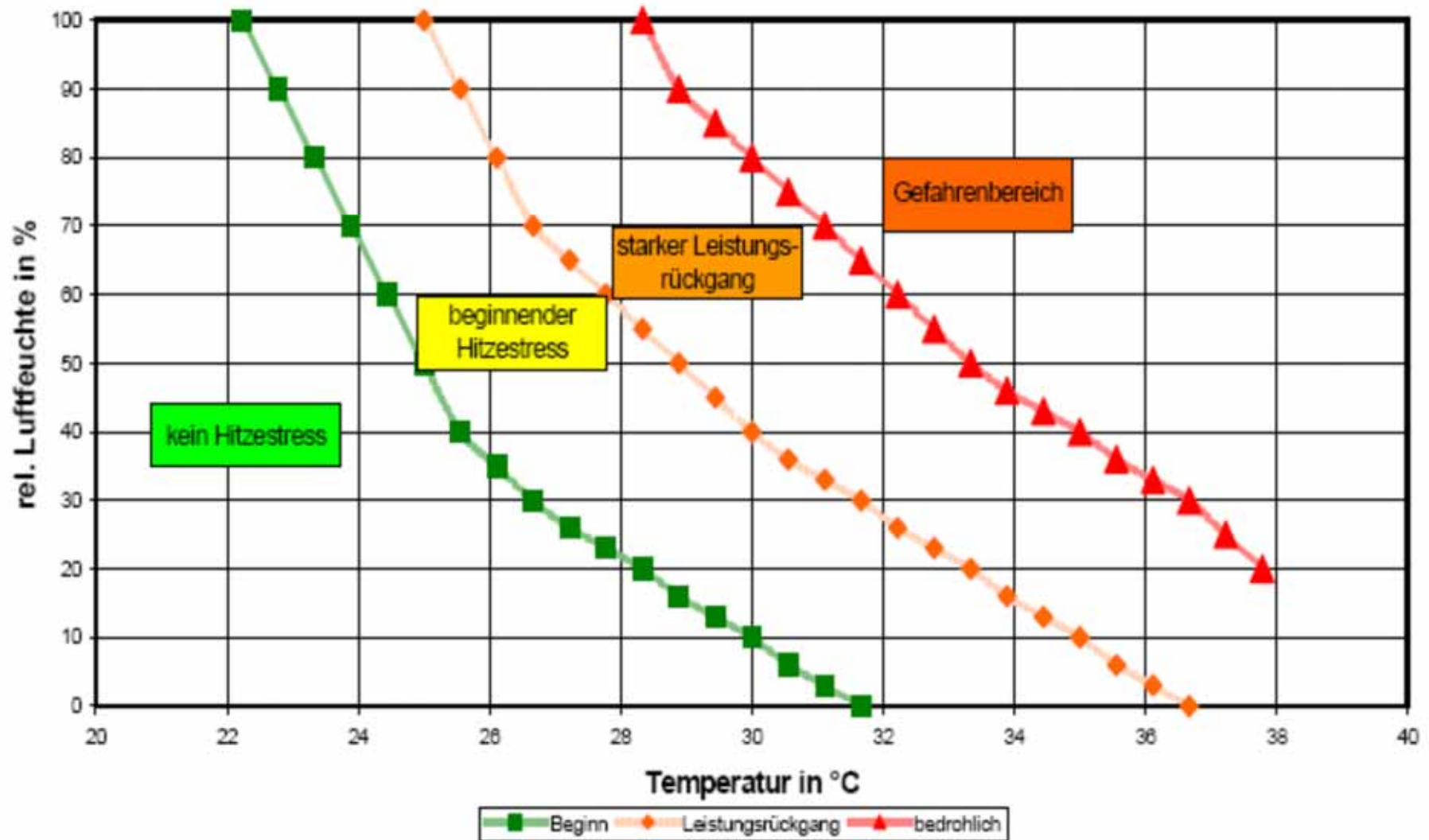
# Folgen von Hitzestress

---

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



## Hitzestress bei Kühen in Abhängigkeit von Temperatur und Luftfeuchte



Quelle: Heidenreich



# Diplomarbeit Hitzestress Sommer 2010

---





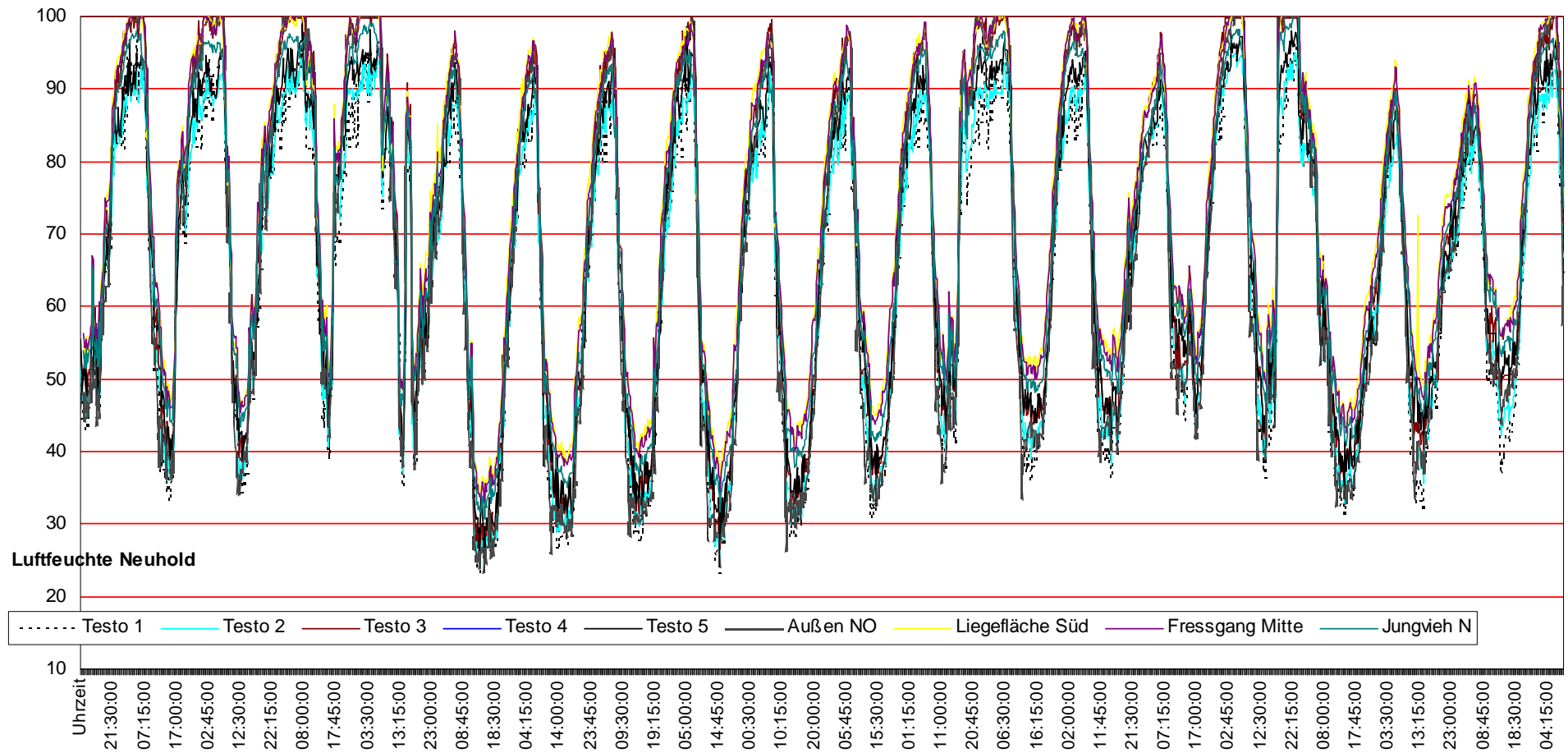


# Diplomarbeit Hitzestress 2011; R. Wilfinger

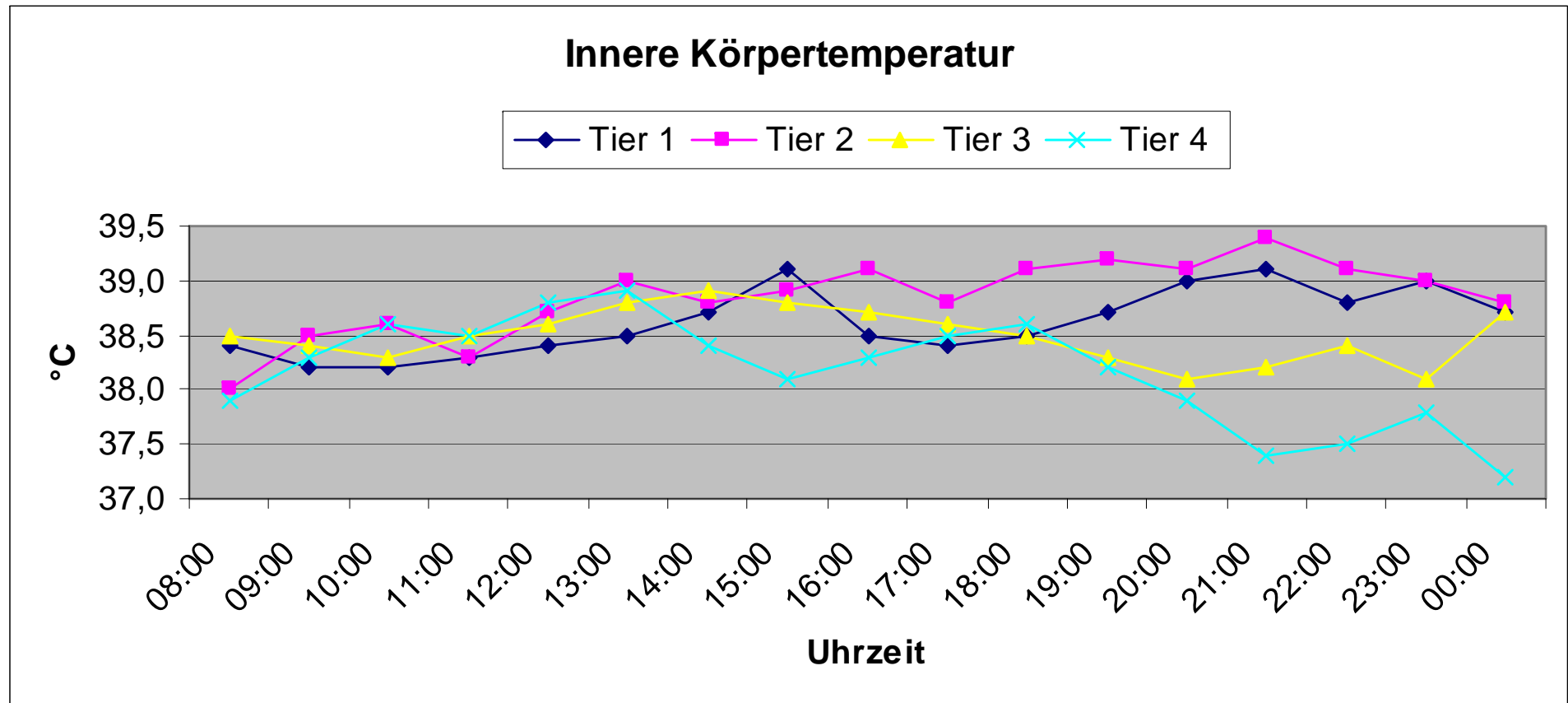
- Rinder - Milchvieh - Außenklimastall



# Diplomarbeit Hitzestress Sommer 2010



# Diplomarbeit Hitzestress 2011; R. Wilfinger





# Vorbeugen bereits bei Stallplanung!

---



# Stallklimafaktor Luftfeuchte

---

- Optimalbereich zwischen 50 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 m<sup>3</sup> Luft befindet

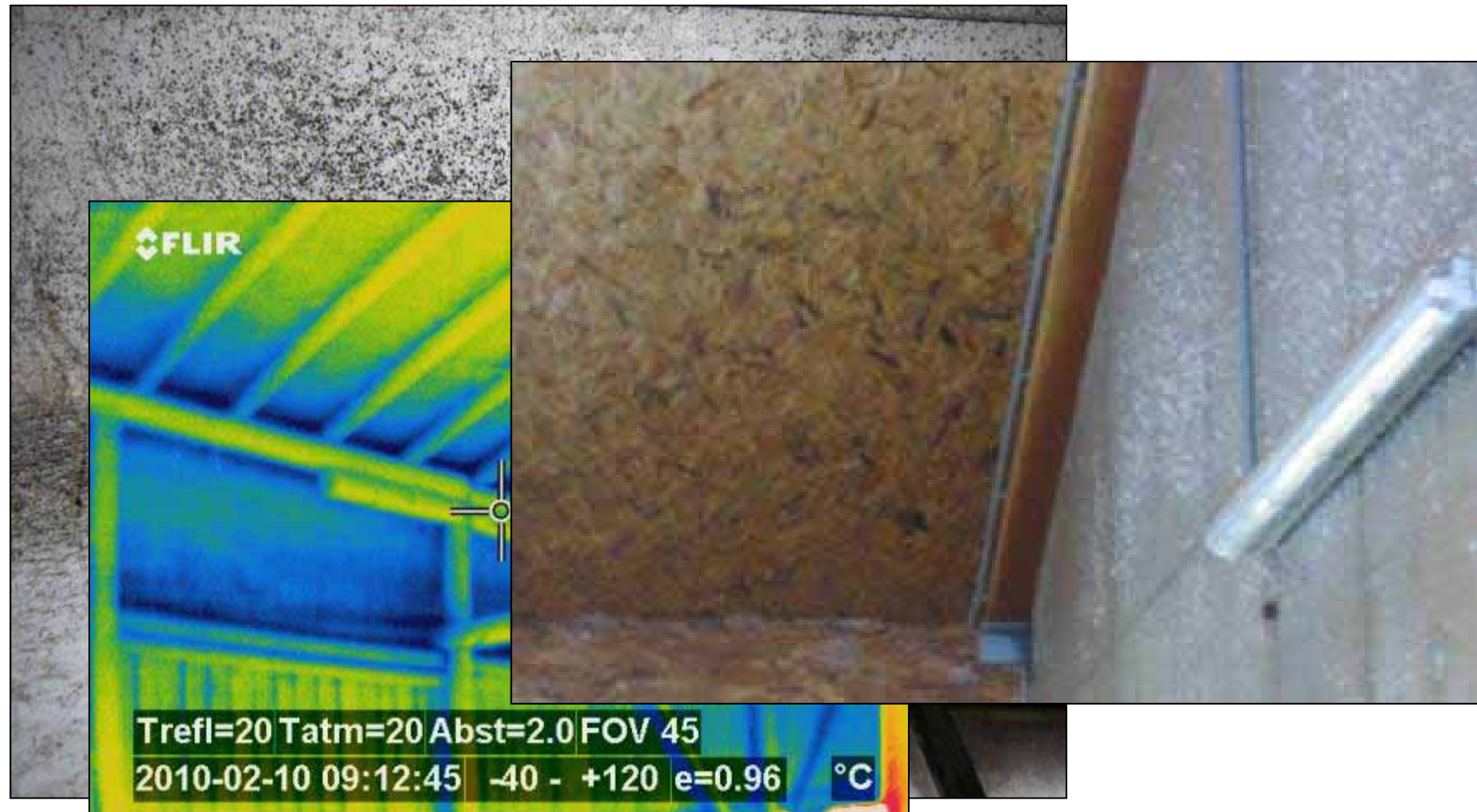
- Sättigungsfeuchte

- Wärmedampfmenge, die bei einer gegebenen Temperatur maximal aufgenommen werden kann. Erhöht sich bei steigender Temperatur

- 10°C	2,14 g/m <sup>3</sup>
0°C	4,84 g/m <sup>3</sup>
10°C	9,39 g/m <sup>3</sup>
20°C	17,28 g/m <sup>3</sup>
30°C	30,32 g/m <sup>3</sup>

# Luft: Hinweise für Probleme

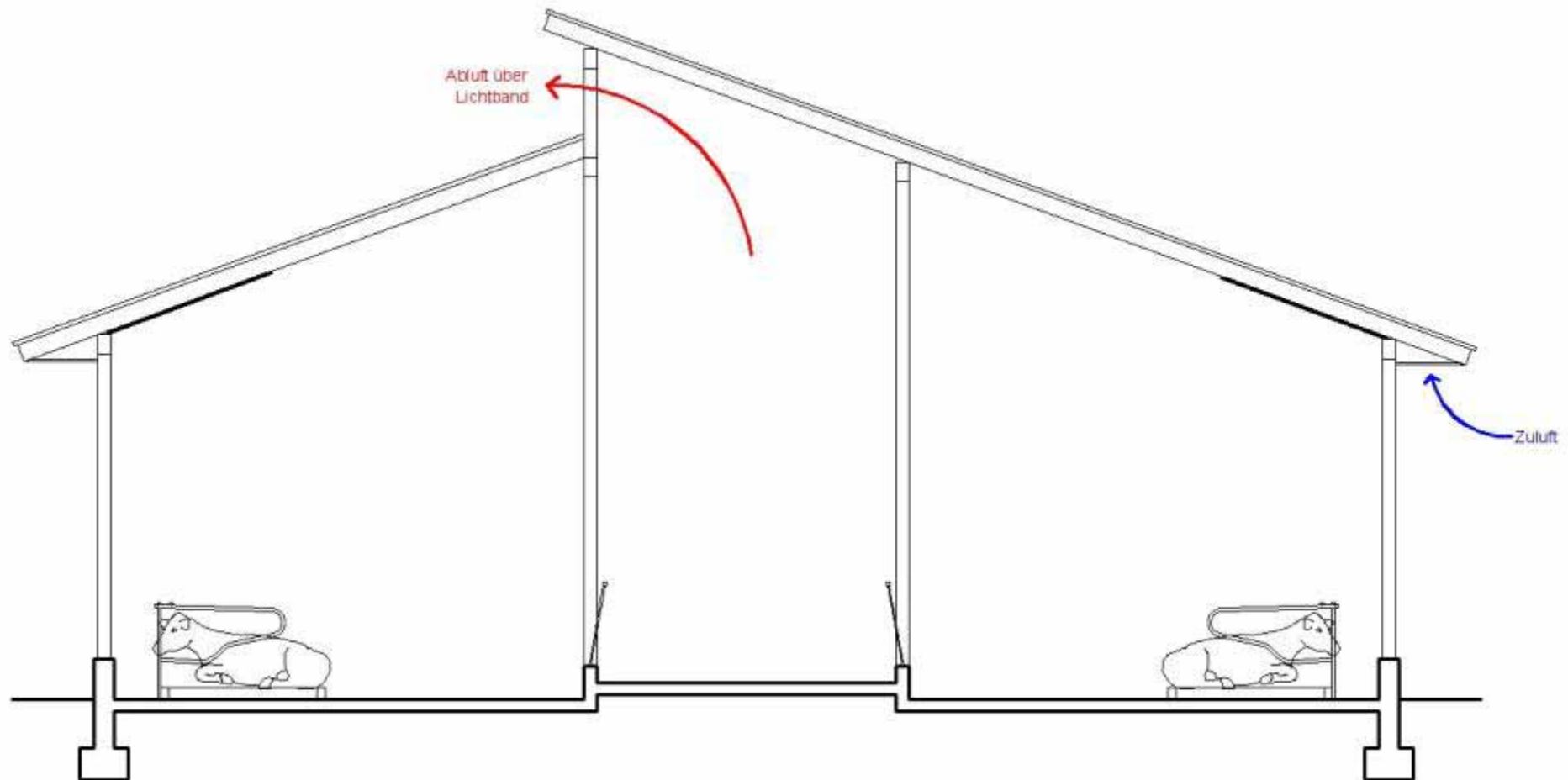
---





# Fallbeispiel: Rinderstall – Neubau Salzburg

---





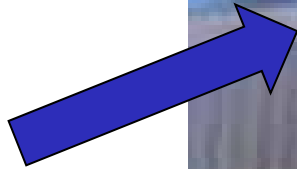


# Stallluft tritt über Traufe wieder aus - Systemumkehr

**Abluft**



**Zuluft**





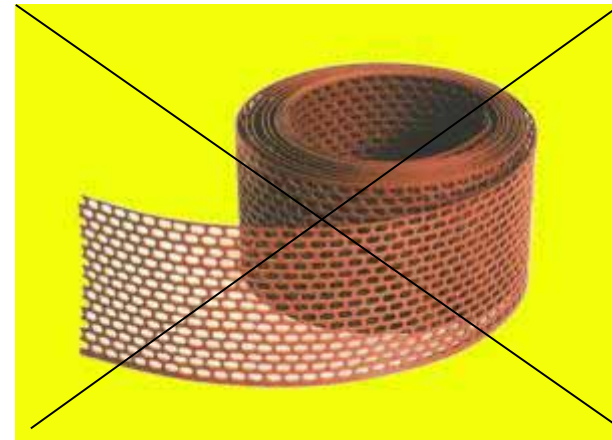
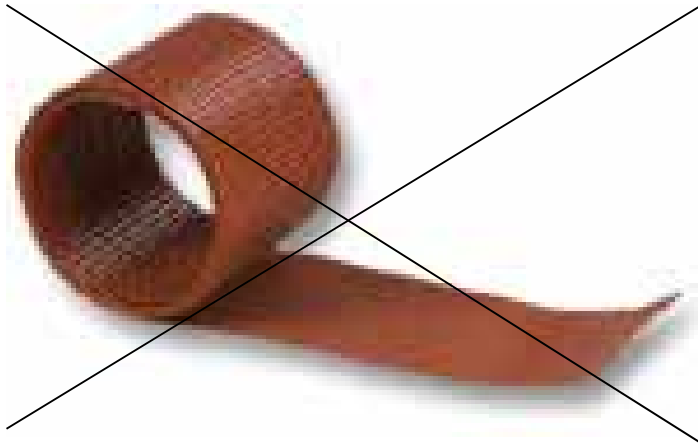
# Zuluft über Traufe, Tür zu, Entfernung von 2 m Vogelschutzgitter am First



# Problemlösung!?? Falsches Gitter!!

## Reduktion der Zu- und Abluftfläche um 2/3

---



# Problemlösung! Neues Gitter einbauen!

---



# 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 <sup>1)</sup> [m]	Gesamt-Abluftquerschnitt- fläche [m <sup>2</sup> /GVE] <sup>2)</sup>	Gesamtflächen an Toren, Türen, Fenstern oder sonsti- gen Wandöffnungen <sup>3)</sup> [m <sup>2</sup> /GVE]
< 2	unzulässig (da zu wenig leistungsfähig)	
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	

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!





# Stiermast – 7 Jahre Probleme – Dez. 2011

---



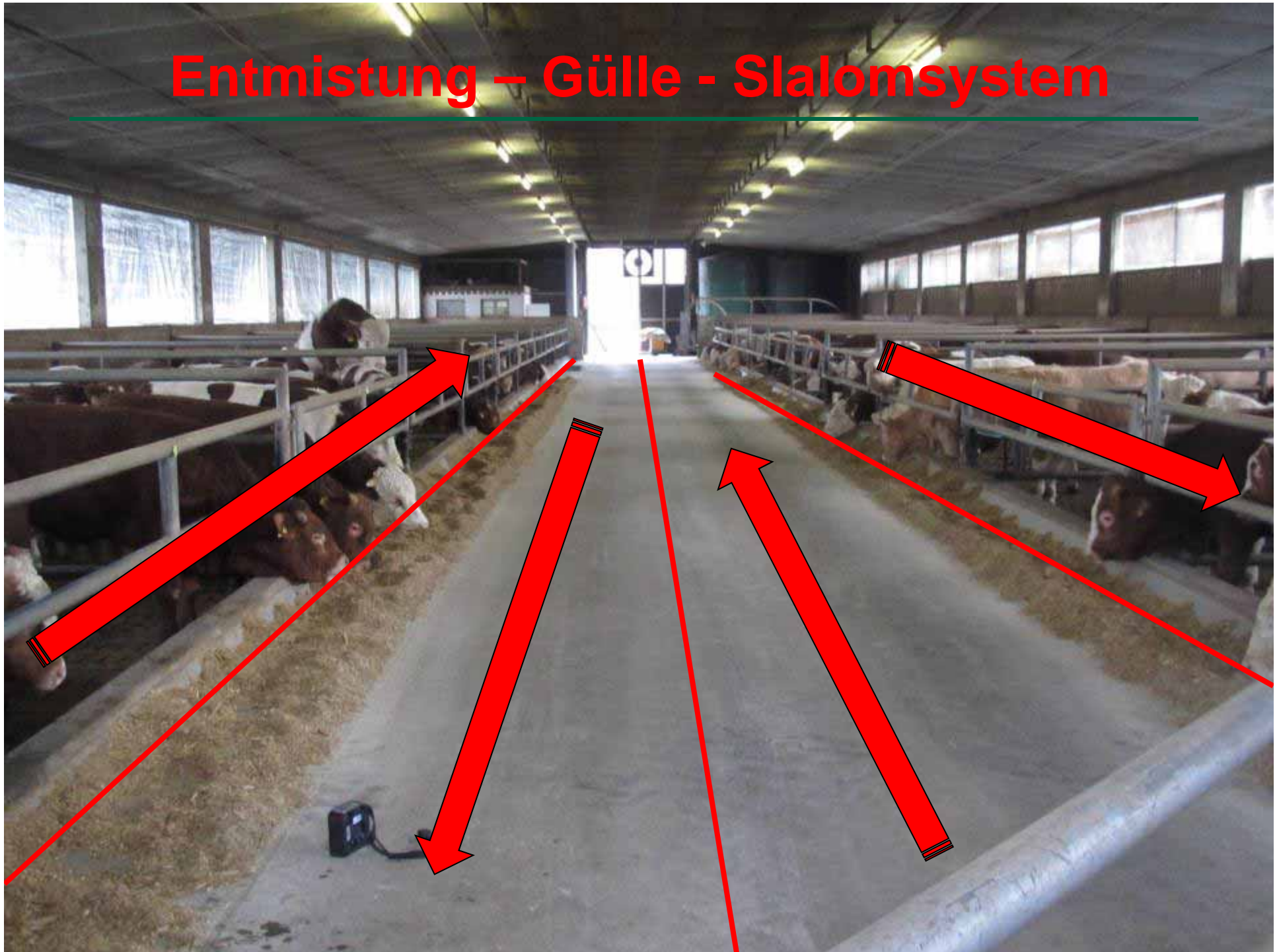
# Zuluft beid- längsseitig – Abluft Lichtfirst



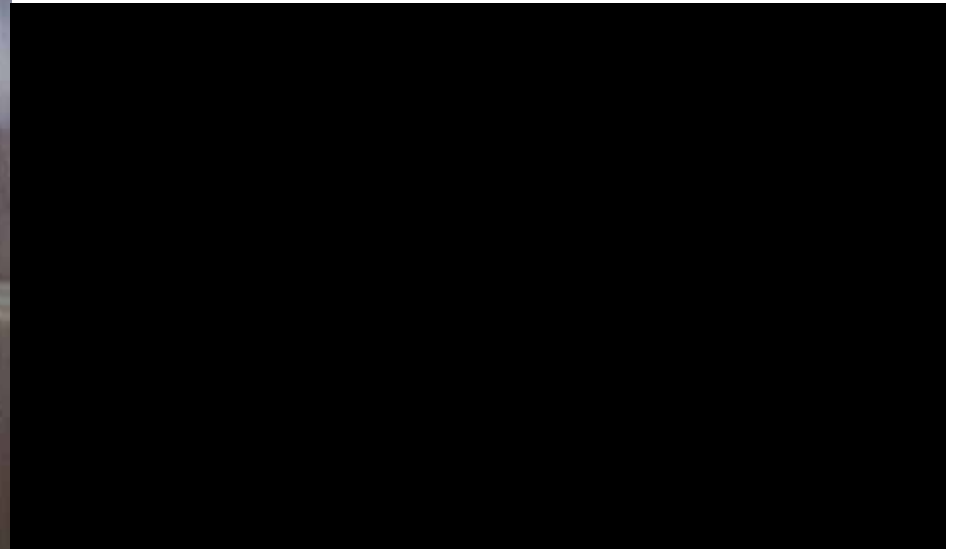


# Entmistung – Gülle - Slalomsystem

---



# Unterflurabsaugung mit altem Heugebläse



# Problem 1: Hitze?

---



**Ventilator im Süden??**







## Problem 2: Ammoniak – Harnsäure in Silage?

---





# Verbindung Güllelager zu Silage!!?

---





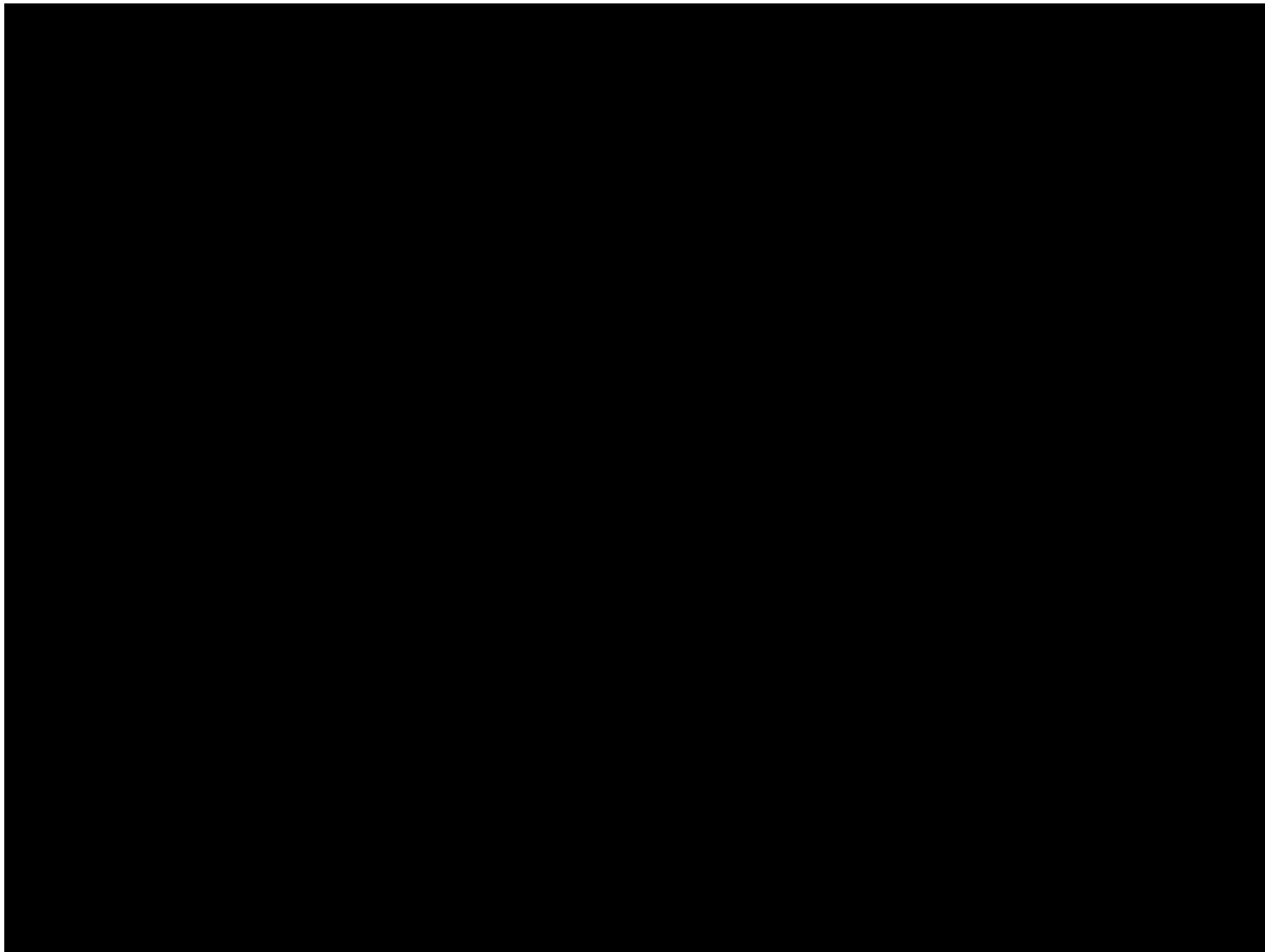
## Problem 3: Falschluff in der Endmast!?



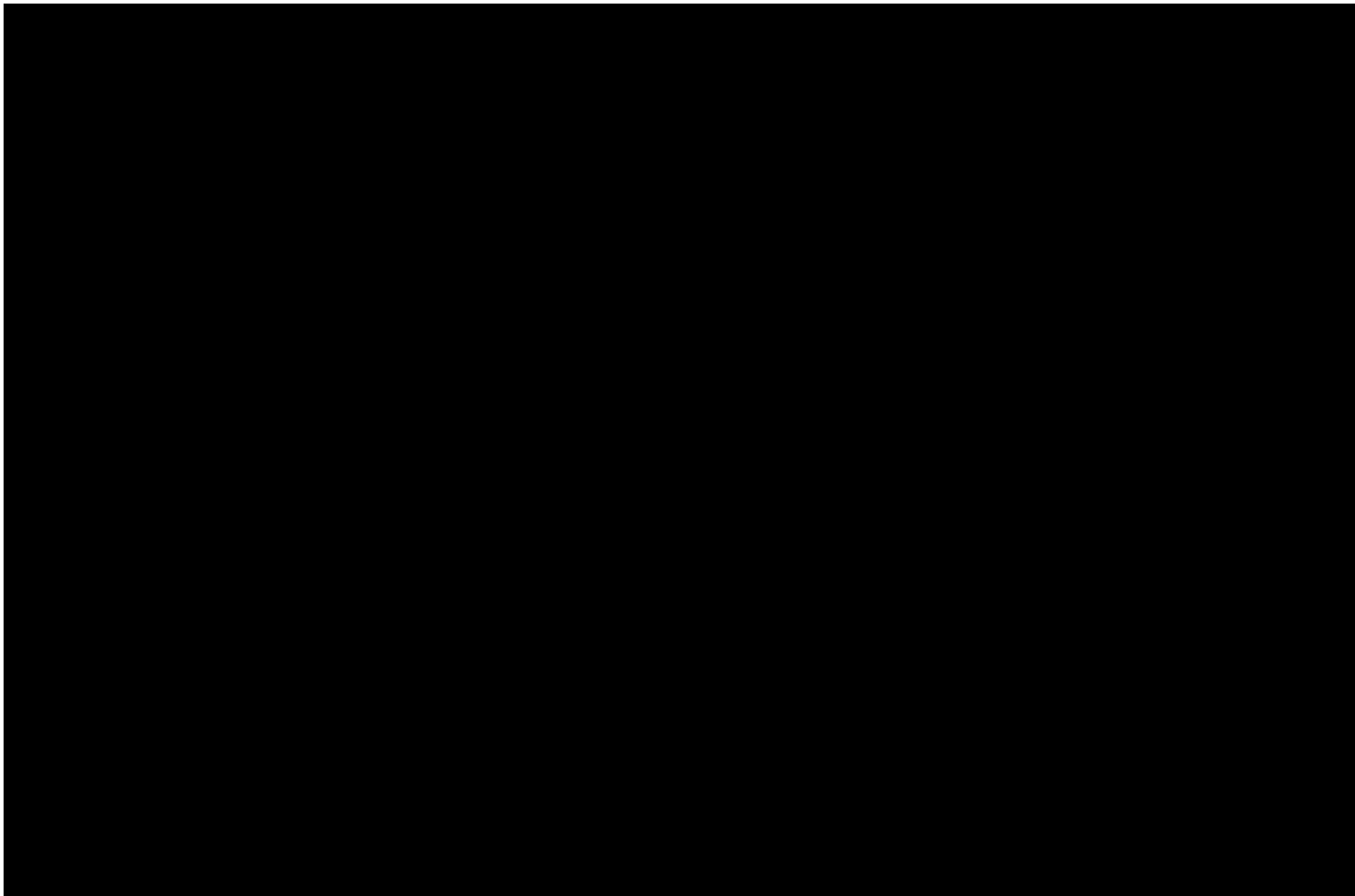




## Problem 3: Falschluff in der Endmast!?



## Problem 3: Zuluft über Gülle mit 50ppm NH<sub>3</sub>



**24 Std./Tag – gesamte Wintersituation**



# Fall aus Tirol - Nauters – letzte Woche

---





**Kein  
Zuluftsyttem!?**

# Rauchtest zeigt großen Luftbedarf!

---





# Notlösung - Futterganglüftung

---



# Zusammenfassung

---

- **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!**
- **Informieren sie sich bei Um- oder Neubauten!!!**

[www.raumberg-gumpenstein.at](http://www.raumberg-gumpenstein.at)

