



**LfL**

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

## Möglichkeiten zur Reduzierung von Hitzestress im Milchviehstall



**LfL-Information**

## **Impressum**

Herausgeber: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)  
Vöttinger Straße 38, 85354 Freising-Weihenstephan  
Internet: [www.LfL.bayern.de](http://www.LfL.bayern.de)

Redaktion: Institut für Landtechnik und Tierhaltung  
Prof.-Dürrwaechter-Platz 2, 85586 Poing  
E-Mail: [TierundTechnik@LfL.bayern.de](mailto:TierundTechnik@LfL.bayern.de)  
Telefon: 089 99141-300

1. Auflage: April 2016

Druck: ES-Druck, 85356 Freising-Tüntenhausen

Schutzgebühr: 10,00 Euro

© LfL



# **Möglichkeiten zur Reduzierung von Hitzestress im Milchviehstall**

Stephanie Geischeder

Peter Stoetzel

Johannes Zahner

**Institut für Landtechnik und Tierhaltung**

Grub, 13. April 2016



## **Inhaltsverzeichnis**

<b>Grundlagen Hitzestress – Auswirkungen auf die Milchkuh .....</b>	<b>7</b>
Stephanie Geischer	
<b>Bauliche Einflussfaktoren auf das Temperaturverhalten eines Milchviehstalls .....</b>	<b>28</b>
Peter Stoetzel	
<b>Technische Möglichkeiten zur Lüftung und Kühlung .....</b>	<b>51</b>
Johannes Zahner	



## Grundlagen Hitzestress – Auswirkungen auf die Milchkuh

Stephanie Geischer

Institut für Landtechnik und Tierhaltung der LfL

Milchkühe haben aufgrund ihrer hohen Stoffwechsellistung, bedingt durch die Oxidation der Nährstoffe aus dem Futter und der Aktivität der Mikroorganismen im Pansen, eine hohe körpereigene Wärmeproduktion. So werden etwa 31 % der mit dem Futter aufgenommenen Energie in Wärme umgesetzt. Diese Wärmeproduktion erhöht sich mit steigender Leistung, z.B. bei erhöhter Milchproduktion oder während der Trächtigkeit. Daher liegt die thermoneutrale Zone, also der thermische Bereich, in dem sich die Milchkuh am wohlsten fühlt und keine bzw. kaum Energie für die Regulierung der Körpertemperatur benötigt, bei +4 bis +16 °C. Außerhalb dieser thermoneutralen Zone muss die Kuh vermehrt Energie aufwenden, um ihre Körperwärme aufrecht zu erhalten.

Eine Kuh kann auf zwei Wegen die von ihr produzierte Körperwärme abgeben, um die Körpertemperatur konstant zu halten. Die trockene oder sensible Wärmeabgabe erfolgt dabei durch Konvektion (Abtransport des Wärmepolsters um den Körper durch Luftströmung), Konduktion (direkte Wärmeübertragung von wärmerer an kältere Schicht) und Strahlung (Abgabe von langwelliger Wärmestrahlung). Die trockene Wärmeabgabe nimmt mit steigender Lufttemperatur ab, wobei sie ab 20 °C allein nicht mehr ausreicht. Die zweite Möglichkeit, Körperwärme abzugeben, bietet die feuchte oder latente Wärmeabgabe. Hierzu zählen das Schwitzen oder die Wärmeabgabe über eine forcierte Atmung bis hin zum Hecheln. Begrenzt wird die latente Wärmeabgabe durch die relative Luftfeuchte, da bei einer hohen relativen Luftfeuchte die umgebende Luft den freiwerdenden Wasserdampf nicht mehr aufnehmen kann.

Kann eine Kuh ihre Körperwärme nicht mehr in ausreichendem Maße an die Umgebung abgeben, kommt es zu einer Belastungssituation für das Tier, den Hitzestress. Dabei ist der Zeitpunkt, ab dem es zu einer Hitzestressbelastung kommt, abhängig von verschiedenen Klima- und Tierparametern. Um einschätzen zu können, wann eine Hitzestresssituation vorliegt und wie hoch das Gefährdungspotential für die Tiere ist, wurde der Temperature-Humidity-Index (THI) entwickelt. Dieser berechnet aus Lufttemperatur und relativer Luftfeuchte eine Kennzahl, anhand derer die Hitzestressbelastung bewertet werden kann. Dabei ist bei Werten unter 60 kein Hitzestress zu erwarten, ab einem Wert von 80 liegt hingegen eine starke Hitzestressbelastung vor.

Als Folge einer Hitzestressbelastung erhöht die Kuh ihre Wärmeabgabe. Die Atemfrequenz steigt, um die Verdunstungskühlung über die Atemluft zu steigern. Die Tiere verlie-

ren in der Folge des Schwitzens Mineralstoffe, vor allem Kalium und ihre Wasseraufnahme kann auf bis zu 180 Liter pro Tag ansteigen. Ist es dem Tier nicht mehr möglich, die Körperwärme in ausreichendem Maße abzugeben, kommt es zu einer Hyperthermie, einem Anstieg der Körpertemperatur, die im Gegensatz zum Fieber jedoch nicht mit einer Sollwertverstellung im Hypothalamus einhergeht. Auch ändern die Kühe ihr Verhalten. Sie suchen aktiv nach „angenehmeren“ Plätzen, wie Schatten oder Stallöffnungen. Die Liegezeiten reduzieren sich, da im Liegen weniger Körperoberfläche zur Wärmeabgabe zur Verfügung steht. Des Weiteren besteht die Gefahr einer negativen Energiebilanz, da die Tiere zur Verringerung der körpereigenen Wärmeproduktion weniger Futter aufnehmen, gleichzeitig aber der Erhaltungsbedarf steigt, da vermehrt Energie nötig ist, um die Wärme abzugeben. Dieser Energiemangel bedingt, zusammen mit einer vorliegenden Hyperthermie, mit einer Verzögerungszeit von etwa zwei Tagen einen Rückgang der Milchleistung und der Milchinhaltsstoffe. Auch Jungtiere reagieren bei einer Hitzestressbelastung mit reduziertem Körperwachstum. Da die Tiere während einer Hitzestressphase vermehrt leichtverdauliche Kohlenhydrate aufnehmen, bei deren Verdauung weniger Wärme produziert wird und sich somit auch die Wiederkauaktivität reduziert, besteht die Gefahr einer subklinischen Pansenazidose. Diese wiederum führt, zusammen mit einer Stress bedingten erhöhten Cortisolkonzentration im Blut, zu einer erhöhten Krankheitsanfälligkeit mit einem vermehrten Auftreten von erhöhten somatischen Zellzahlen, Mastitiden und Stoffwechselstörungen wie Ketosen und Hypokalzämien. Zudem ist die Reproduktionsleistung der Tiere vermindert, da die Brunstdauer bei Hitzestress verkürzt ist, die Fruchtbarkeit abnimmt und gleichzeitig die embryonale Sterblichkeit und Abortrate steigt. Bei Trockenstehern kann das Auftreten von Hitzestress zu vermehrten Frühgeburten, kleineren und leichteren Kälbern und einer schlechteren Kolostrumqualität aufgrund eines reduzierten Immunglobulingehaltes führen. Der ökonomische Schaden, der durch Hitzestress entsteht, kann bis zu 400 € pro Kuh und Jahr betragen (Dussert und Piron, 2012).

Ob nun eine Hitzestresssituation im Stall vorliegt, kann zum einen durch das Erfassen von Klimaparametern (Lufttemperatur und relativer Luftfeuchte) im Stall und der Zuordnung zur THI-Tabelle abgeschätzt werden und zum anderen durch das Beobachten der Tiere. Eine erhöhte Atemfrequenz von über 80 Atemzügen pro Minute bei mindestens einem Drittel der Herde, eine erhöhte Unruhe im Stall mit vermehrt stehenden Tieren, die sich gehäuft um Stallöffnungen oder den Wassertrog aufhalten, können wichtige Hinweise auf das Vorliegen einer Hitzestresssituation liefern und, wenn möglich, ein sofortiges Einleiten von Gegenmaßnahmen erfordern.

Um das Auftreten von Hitzestress bei Milchkuhen unter bayerischen Klimabedingungen und die Wirkung technischer Kühlmöglichkeiten zu untersuchen, wurden in der AMS Herde an der Landesanstalt für Landwirtschaft in Grub in den Jahren 2014 und 2015 während je drei unterschiedlicher Versuchsphasen verschiedene physiologische, Leistungs- und Verhaltensparameter erfasst. Die Versuchsphasen enthielten dabei eine thermoneutrale Phase zur Kontrolle, eine Hitzestressphase ohne den Einsatz von Ventilatoren und eine Hitzestressphase mit Ventilatoreinsatz. Erste Ergebnisse zeigen, dass der THI im Stall



---

während aller Versuchsphasen in der Regel über dem THI im Außenbereich lag und hier somit mit einem früheren Eintreten einer Hitzestresssituation zu rechnen ist. Die Atemfrequenz der Kühe lag während der Hitzestressphasen, im Gegensatz zur thermoneutralen Phase oberhalb des physiologischen Bereiches der Atemfrequenz, wobei während der Versuchsphasen mit Ventilatoreinsatz die Atemfrequenz niedriger war als ohne den Einsatz eines Ventilators im Stall. Auch die Körpertemperatur lag während der Hitzestressphasen höher als während der thermoneutralen Phasen, wobei die physiologische Obergrenze von 39 °C in diesem Versuch nur von Einzeltieren überschritten wurde. Hier ließ sich wiederum eine positive Wirkung des Einsatzes der Ventilatoren beobachten, da der Anstieg der Körpertemperatur während der Hitzestressphasen mit Ventilatoreinsatz geringer ausfiel. Nach Auswertung der ersten Ergebnisse lässt sich schlussfolgern, dass auch unter bayerischen Klimabedingungen Hitzestressbelastungen für die Milchkuhe auftreten, wobei gerade die Erhöhung der Atemfrequenz in der Praxis einen gut erkennbaren Hinweis auf das Auftreten von Hitzestresssituationen bietet. Ferner wurde deutlich, dass der Einsatz von Ventilatoren die Hitzestressbelastung der Kühe reduzieren kann.



# Grundlagen Hitzestress - Auswirkungen auf die Milchkuh

Institut für Landtechnik und Tierhaltung  
**S. Geischer**

LfL-Infotag Hitzestress  
Grub, 13.04.2016

## Gliederung

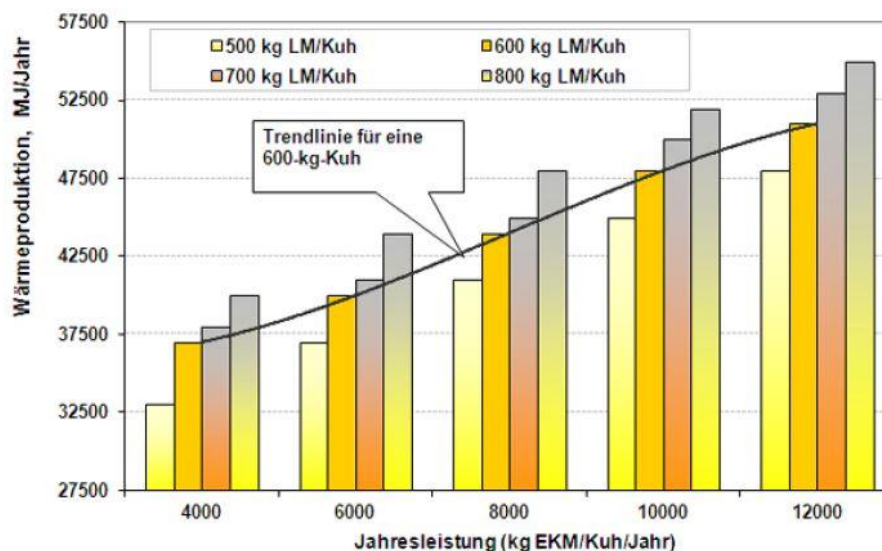
1. Physiologische Wärmeregulation der Kuh
2. Wie entsteht Hitzestress?
3. Folgen von Hitzestress
4. Wie erkenne ich Hitzestress im Stall?
5. Hitzestress – Versuch im Milchviehstall Grub

## Physiologische Wärmeregulation der Kuh

- Milchkühe haben hohe Stoffwechsellistung (Oxidation von Futter und Aktivität von MO im Pansen)  
→ **hohe körpereigene Wärmeproduktion**  
(ca. 31% der aufgenommenen Energie in Wärme umgesetzt)
- Mit steigender Leistung (Milchproduktion, Trächtigkeit, etc.) erhöht sich Produktion von Körperwärme

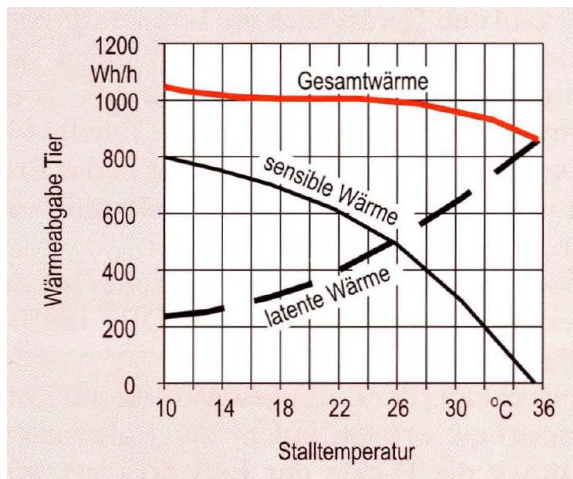
## Physiologische Wärmeregulation der Kuh

Wärmeproduktion [MJ] einer Kuh pro Jahr in Abhängigkeit von Milchleistung und Lebendmasse [LM]



## Physiologische Wärmeregulation der Kuh

- Kuh reguliert ihre Körpertemperatur durch Wärmeabgabe an die Umgebung



Wärmeabgabe landwirtschaftlicher Nutztiere von ca. 1000 W bei 20 °C (entspricht etwa einem ausgewachsenen Rind; nach STRØM und FEENSTRA)

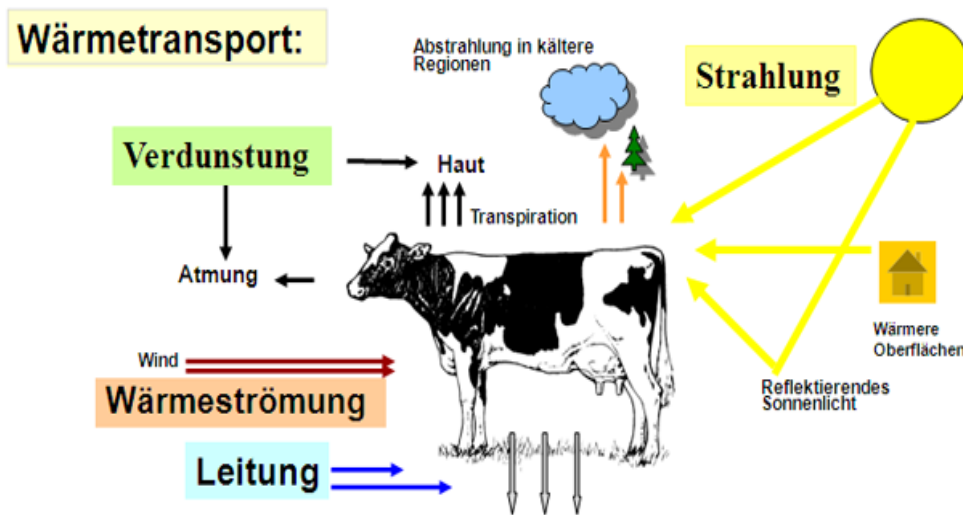
## Physiologische Wärmeregulation der Kuh

- Kuh reguliert ihre Körpertemperatur durch Wärmeabgabe an die Umgebung
- Trockene (sensible) Wärmeabgabe
  - **Konvektion** (Strömung) = Wärmepolster um Körper durch Luftströmung abtransportiert
  - **Konduktion** (Leitung) = direkte Energieübertragung von wärmere an kältere Schicht (z.B. bei Liegen)
  - **Strahlung** = Abgabe von langwelliger Wärmestrahlung
  - Der Wärmeabgabe über Strahlung steht in geschlossenen Räumen eine langwellige Wärmeeinstrahlung gegenüber (durch z.B. Dach, andere Tiere), im Freien eine kurzwellige Sonneneinstrahlung

## Physiologische Wärmeregulation der Kuh

- Trockene Wärmeabgabe nimmt mit steigender Lufttemperatur immer mehr ab (Grenze bei ca. 20 °C)
- Feuchte (latente) Wärmeabgabe
  - **Schwitzen**
  - **Hecheln** = Erhöhung Atemminutenvolumen
  - Max. Wasserverdunstung liegt bei ca. 1,5 kg Wasser / Std.
  - Feuchte Wärmeabgabe wird begrenzt durch relative Luftfeuchtigkeit der Umgebung
    - Umgebende Luft kann Wasserdampf nicht mehr aufnehmen

## Physiologische Wärmeregulation der Kuh



Brade, 2013

## Entstehung von Hitzestress

- **Thermoneutrale Zone** = thermischer Bereich in dem sich die Milchkuh am wohlsten fühlt; keine bzw. kaum Energie zur Regulierung der Körpertemperatur nötig

→ +4 bis +16 °C

- Kann eine Kuh ihre Wärme nicht mehr in ausreichendem Maße an die Umgebung abgeben → **Hitzestress**

## Entstehung von Hitzestress

- Ab welchem Zeitpunkt Hitzestress entsteht, ist abhängig von:
  - **Klimaparametern** (z.B. Lufttemperatur, rel. Luftfeuchtigkeit, Wärmeeinstrahlung, Windgeschwindigkeit)
  - **Tierparametern** (Milchleistung, Trächtigkeit, Rasse, etc.)
- Zur Einschätzung ob eine Hitzestresssituation vorliegt bzw. wie hoch das Gefährdungspotential ist, wurde der Temperature–Humidity – Index (**THI**) entwickelt
- Er lässt sich aus Lufttemperatur und rel. Luftfeuchtigkeit berechnen

## THI – Temperature-Humidity-Index

### THI- Diagramm

Temperatur [°C]	Luftfeuchtigkeit [rel %]	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
16	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
17	61	61	61	61	61	61	61	61	61	62	62	62	62	62	62	62	62	63
18	62	62	62	62	62	62	62	63	63	63	63	63	64	64	64	64	64	64
19	63	63	63	63	63	63	64	64	64	64	65	65	65	65	66	66	66	66
20	64	64	64	64	65	65	65	65	65	66	66	66	67	67	67	68	68	68
21	65	65	65	66	66	66	67	67	67	67	68	68	68	69	69	69	70	70
22	66	66	66	67	67	67	68	68	69	69	69	70	70	70	70	71	71	72
23	67	67	67	68	68	69	69	70	70	70	71	71	71	72	72	73	73	73
24	68	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	74	75	75
25	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	74	75	75	76	76	77
26	70	70	71	71	72	72	73	74	74	75	75	76	76	76	77	78	78	79
27	71	71	72	72	73	74	74	75	76	76	77	77	78	78	79	80	80	81
28	72	72	73	74	74	75	76	76	77	78	78	79	80	80	81	82	82	82
29	73	73	74	75	75	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	83	84	84
30	74	74	75	76	77	77	78	79	80	81	81	82	83	84	84	85	86	86
31	75	75	76	77	78	79	80	80	81	82	83	84	84	85	86	87	87	88
32	76	76	77	78	79	80	81	82	83	83	84	85	86	87	88	89	89	90
33	77	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	90	91	91
34	78	79	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	92	93
35	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	94	95
36	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	94	95	96	97	97
37	81	82	83	84	85	86	87	88	90	91	92	93	94	95	96	97	99	99
38	82	83	84	85	86	87	89	90	91	92	93	95	96	97	98	99	100	102
39	83	84	85	86	87	89	90	91	92	94	95	96	97	99	100	101	101	102
40	84	85	86	87	89	90	91	92	94	95	96	98	99	100	101	101	103	104
41	85	86	87	89	90	91	93	94	95	96	98	99	100	102	103	104	104	106

$$THI = (0,8 * Temperatur) + [(rel. Luftfeuchte / 100) * (Temperatur-14,4)] + 46,4$$

60 kein Hitzestress    68 milder Stress    72 mäßiger Hitzestress    80 starker Hitzestress    90 Gefahr



THI – Temperatur-Feuchtigkeits-Index berechnet nach Thom (1959), modifiziert nach Zimbelmann und Collier (2009)

Stephanie Geischer 13

Institut für Landtechnik und Tierhaltung

## Folgen von Hitzestress

### ▪ Physiologische Reaktionen der Kuh

- Erhöhung der Hautdurchblutung → **Temperatur der Körperoberfläche steigt**
- Verdunstungskühlung über Atemluft → **Atemfrequenz steigt**, z.T. weit über physiologischen Bereich
- Schwitzen → **Verlust von K<sup>+</sup>**
- **Wasseraufnahme steigt** (auf bis zu 180 l / Tag)
- Kann Körperwärme nicht mehr in ausreichendem Maße abgegeben werden → **Anstieg der Körperkerntemperatur (Hyperthermie)**



Stephanie Geischer 15

Institut für Landtechnik und Tierhaltung

## Folgen von Hitzestress

### ▪ Änderung des Verhaltens

- aktives Suchen „angenehmer“ Plätze
- Liegezeiten verkürzt, da weniger Körperoberfläche zur Wärmeabgabe zur Verfügung



## Folgen von Hitzestress

### ▪ Energiemangel

- Verringerung der Körperwärmeproduktion → **Futtermittelaufnahme** sinkt
- Erhöhter Energieaufwand für Wärmeabgabe über Atmung / Schwitzen → **erhöhter Erhaltungsbedarf** (um bis zu 25 %)
- **Gefahr einer negativen Energiebilanz**
- Keine Kompensation des Energiemangels durch erhöhten Abbau von Fettgewebe



## Folgen von Hitzestress

---

### ▪ Leistungsabfall

- Hyperthermie und Energiemangel → **Milchleistung und Milchinhaltstoffe sinken**
  
- **Verzögerungszeit** zwischen Hitzestress und Produktionsabfall ca. 2 Tage
  
- Körperwachstum reduziert (Färsen)

## Folgen von Hitzestress

---

### ▪ Stresssituation

- Hitzestressbelastung ist Stresssituation
  - **Cortisolkonzentration im Blut steigt, vermehrt freie Radikale gebildet**
  
- Hyperthermie und erhöhte Cortisolkonzentration
  - **Herzfrequenz steigt**

## Folgen von Hitzestress

### ▪ Störung des Säure – Basen Gleichgewichtes

- Erhöhte AF → **respiratorische Alkalose** (Bicarbonat erhöht)  
vermehrt Bicarbonat-Ausscheidung  
→ **Kompensationsazidose**
  
- Vermehrte Aufnahme von leichtverdaulichen Futter (reduzierte Wärmebildung) und reduzierte Wiederkauaktivität (weniger Pufferung durch Speichel) → **subklinische Pansenazidose**

## Folgen von Hitzestress

### ▪ Reduzierung des Immunsystems

- Erhöhte Kortisolkonzentration und metabolische Azidose  
→ **Krankheitsanfälligkeit steigt**
- Erhöhung der somatischen Zellzahl
- Vermehrtes Auftreten von Mastitiden
- Vermehrt Stoffwechselstörungen (Ketose, Festliegen)

## Folgen von Hitzestress

### ▪ Reduzierte Reproduktionsleistung

- Brunstanzeichen vermindert und Brunstdauer verkürzt
- Fruchtbarkeit sinkt
- embryonale Sterblichkeit / Abortrate steigt
  
- bis zur Normalisierung der Herdenfruchtbarkeit nach Hitzestressphase dauert es mehrere Wochen

## Folgen von Hitzestress

### ▪ Trockensteher (3 Wochen vor Abkalbung)

- vermehrt Frühgeburten
- kleinere, leichtere Kälber
- weniger Immunglobuline im Kolostrum
- vermehrt Stoffwechselprobleme (Milchfieber, Ketose)
- vermehrt Nachgeburtverhalten
- verringerte Milchleistung in Folgelaktation

## Folgen von Hitzestress

- Kompensation über ausreichende Nachtabkühlung möglich
- Bei längerer Hitzestressphase (mind. 9 Wochen)  
→ **Akklimatisierung** (Körpertemperatur sinkt, Milchleistung steigt)
- **Ökonomischer Schaden** → bis zu 400 € / Kuh / Jahr (Dussert L. & Piron A., 2012)

## Erkennen von Hitzestress im Stall

- Erfassung von Klimaparametern im Stall (Lufttemperatur und rel. Luftfeuchtigkeit) und Zuordnung THI

Temperatur [°C]	Luftfeuchtigkeit [rel %]																
	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
16	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	61	61	61	61
17	61	61	61	61	61	61	61	61	62	62	62	62	62	62	62	62	63
18	62	62	62	62	62	62	63	63	63	63	64	64	64	64	64	64	64
19	63	63	63	63	63	64	64	64	64	65	65	65	65	66	66	66	66
20	64	64	64	64	65	65	65	65	66	66	66	67	67	67	67	68	68
21	65	65	65	66	66	66	67	67	67	68	68	68	69	69	69	69	70
22	66	66	66	67	67	67	68	68	69	69	70	70	70	70	71	71	72
23	67	67	67	68	68	69	69	70	70	70	71	71	72	72	73	73	73
24	68	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75
25	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75	76	76	77
26	70	70	71	71	72	72	73	74	74	75	75	76	76	77	77	78	79
27	71	71	72	72	73	74	74	75	76	76	77	77	78	79	79	80	81
28	72	72	73	74	74	75	76	76	77	78	78	79	80	80	81	82	82
29	73	73	74	75	75	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	83	84
30	74	74	75	76	77	77	78	79	80	81	81	82	83	84	84	85	86
31	75	75	76	77	78	79	80	80	81	82	83	84	84	85	86	87	88
32	76	76	77	78	79	80	81	82	83	83	84	85	86	87	88	89	90
33	77	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	90	91
34	78	79	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93
35	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
36	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	94	95	96	97
37	81	82	83	84	85	86	87	88	90	91	92	93	94	95	96	97	98
38	82	83	84	85	86	87	89	90	91	92	93	95	96	97	98	99	100
39	83	84	85	86	87	89	90	91	92	94	95	96	97	99	100	101	102
40	84	85	86	87	89	90	91	92	94	95	96	98	99	100	101	103	104
41	85	86	87	89	90	91	93	94	95	96	98	99	100	102	103	104	106

60 kein Hitzestress    68 milder Stress    72 mäßiger Hitzestress    80 starker Hitzestress    90 Gefahr

THI – Temperatur-Feuchtigkeits-Index berechnet nach Thom (1959), modifiziert nach Zimbelmann und Collier (2009)

## Erkennen von Hitzestress im Stall

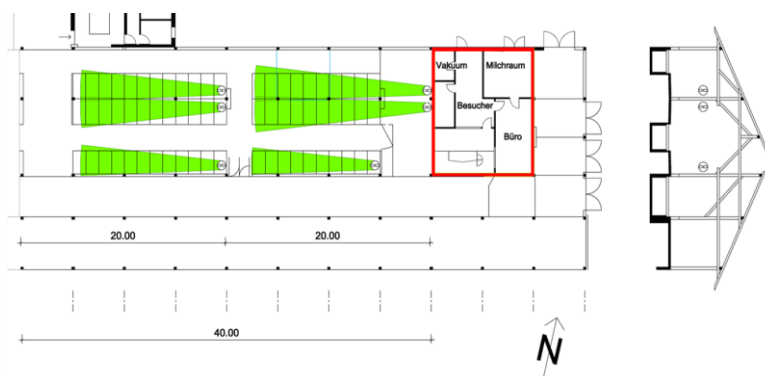
- **Beobachten der Tiere**
  - Ist Atemfrequenz erhöht (mind. 1/3 der Herde, Grenze ca. 80 Atemzüge / min)
  - Stehen vermehrt Tiere in Liegeboxen bzw. herrscht Unruhe im Stall
  - Stehen vermehrt Tiere um Wassertrog
  - Sammeln sich Tiere vermehrt um Öffnungen in Stallhülle oder in der Nähe von Ventilatoren
- **Beachte**
  - ein Merkmal allein hat wenig Aussagekraft, mehrere zusammen ergeben aber guten Hinweis
  - bis sich Auswirkungen auf Milchleistung zeigen dauert es meist 2 Tage, bis sich Leistung wieder erholt hat oft mehrere Wochen

## Versuchsaufbau Milchviehstall Grub

- **3 Versuchsphasen**
  - Thermoneutrale Phase (12. – 14.05.14; 19. – 23.05.15)
  - Hitzestress ohne Ventilatoreinsatz (03. – 07.07.14; 10. – 14.06.15)
  - Hitzestress mit Ventilatoreinsatz (01. – 05.08.14; 10. – 14.07.15)
- **AMS – Herde Milchviehstall Grub, LfL**
  - **Tierzahlen während der drei Phasen**
- Je Versuchsphase Erfassung physiologischer, Leistungs- und Verhaltens-Parameter

## Versuchsaufbau Milchviehstall Grub

- Einbau von Ventilatoren (Ziel-Abegg, FF091)
  - Ost – West Ausrichtung
  - Über Liegebuchten, je 2 Ventilatoren in Reihe (Abstand: 15 – 20 m)
  - THI – Steuerung (Fa. Schönhammer)



## Erfassung Hitzestress-Parameter

Parameter	Was	Wann	Wie
Physiologische	Herzfrequenz	3 Versuchsphasen	Brustgurte (Polar, Finnland)
	Atemfrequenz	3 Versuchsphasen	Visuell zählen
	Körpertemperatur	3 Versuchsphasen	Veterinärthermometer
Leistung	Milchleistung	ständig	RFID / AMS
	Futtermaufnahme	ständig	RFID / Wiegetröge und Kraftfutterstation
Verhalten	Aktivität / Liegen	ständig	Pedometer (ENGS, Israel)
	Aufenthaltsbereiche	ständig	RFID / Smartgates
Klima	Stalltemperatur/ -luftfeuchte	ständig	Messfühler Steuerung Ventilatoren
	Luftbewegung Stall	ständig	13 Hitzedrahtanemometer
	Außenklima inkl. Globalstrahlung	ständig	Wetterstation Grub
	THI	3 Versuchsphasen	Berechnung ( $THI = (0,8 * Temperatur) + [(rel. Luftfeuchte / 100) * (Temperatur - 14,4)] + 46,4$ )

## Erfassung Hitzestress-Parameter



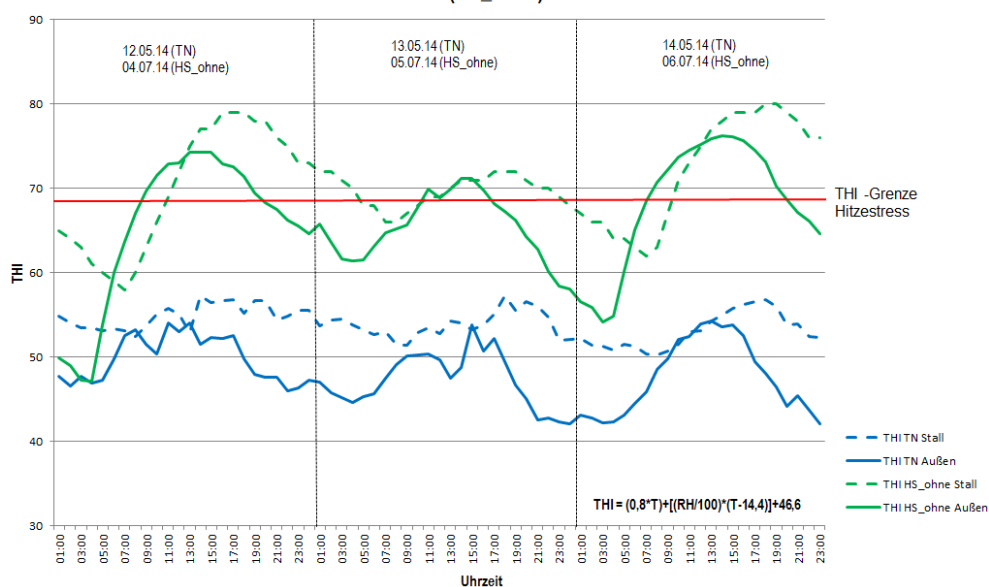
Kuh mit Brustgurt zur Messung der Herzfrequenz



Pedometer am Bein einer Kuh zur Erfassung der Aktivität und des Liegeverhaltens

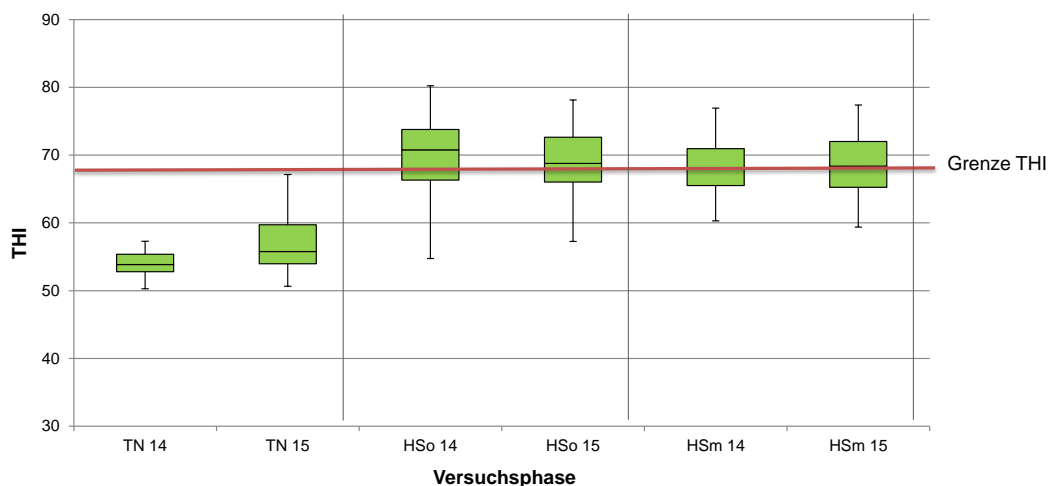
## Erste Ergebnisse Hitzestress - Versuch

THI unter thermoneutralen Bedingungen (TN) und bei Hitzestress ohne Ventilatoren (HS\_ohne)



## Erste Ergebnisse Hitzestress - Versuch

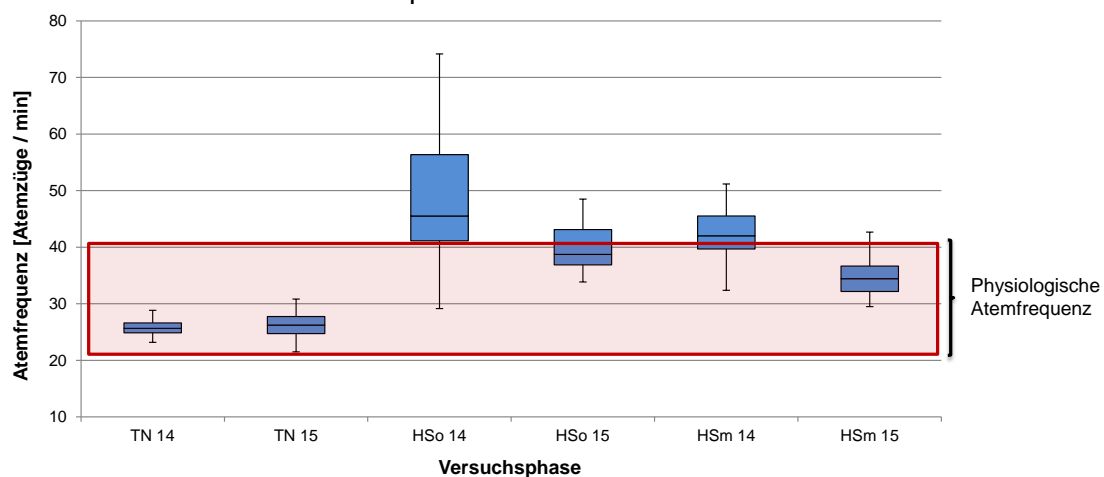
THI im Stall während der 3 Versuchsphasen 2014 und 2015



TN = thermoneutrale Phase 2014 / 2015; HSo = Hitzestressphase ohne Ventilatoren 2014 / 2015;  
 HSm = Hitzestressphase mit Ventilatoren 2014 / 2015

## Erste Ergebnisse Hitzestress - Versuch

Atemfrequenz der 24 Versuchskühe während der 3 Versuchsphasen 2014 und 2015

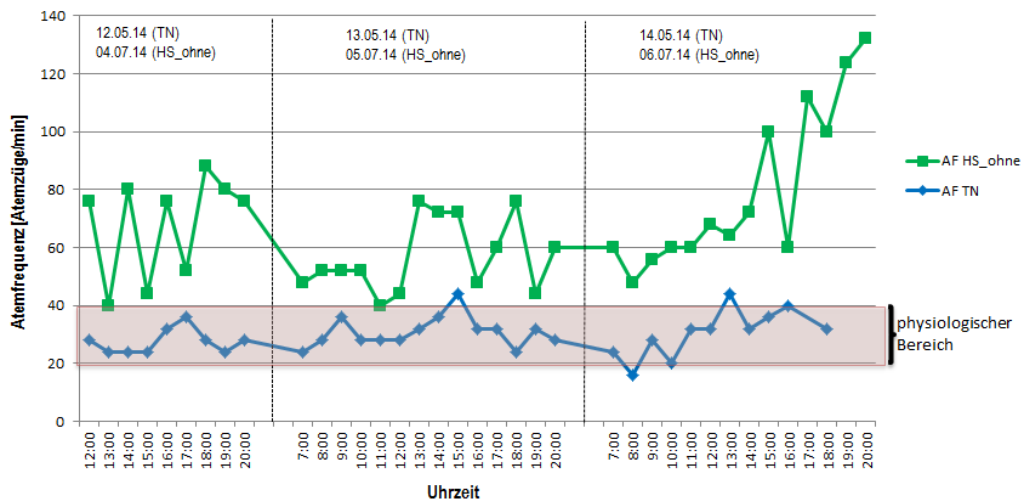


TN = Thermoneutrale Phase 2014 / 2015; HSo = Hitzestressphase ohne Ventilatoren 2014 / 2015;  
 HSm = Hitzestressphase mit Ventilatoren 2014 / 2015



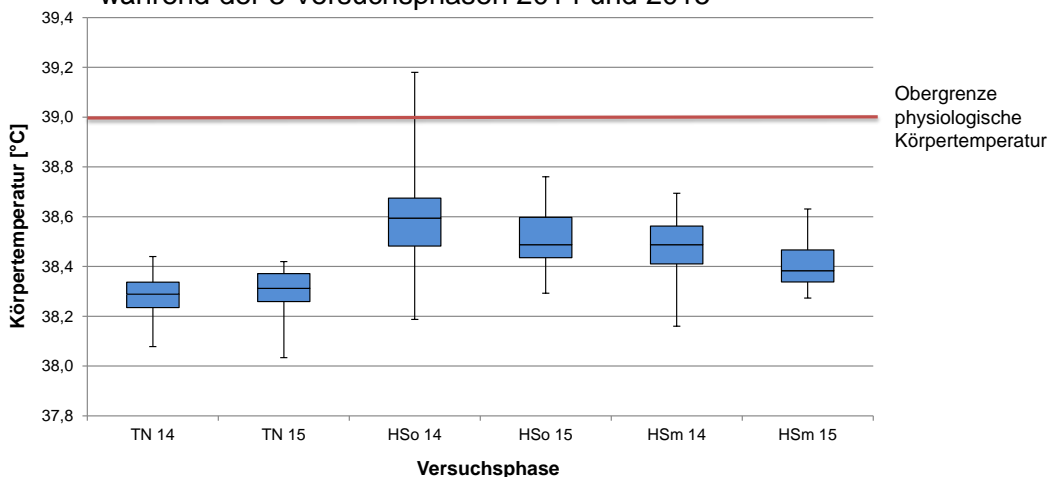
## Erste Ergebnisse Hitzestress - Versuch

Atemfrequenz von Kuh 625 unter thermoneutralen Bedingungen (TN) und bei Hitzestress ohne Ventilatoreinsatz (HS\_ohne)



## Erste Ergebnisse Hitzestress - Versuch

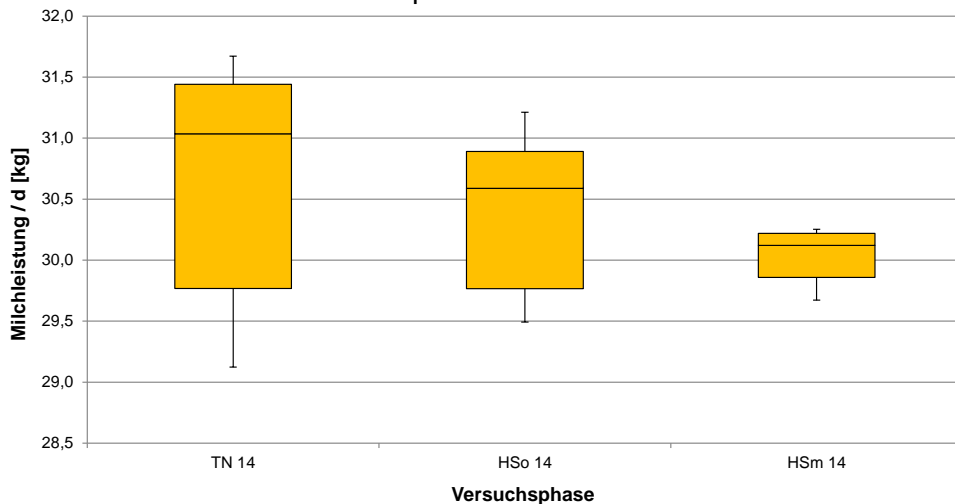
Körpertemperatur der 24 Versuchskühe während der 3 Versuchsphasen 2014 und 2015



TN = Thermoneutrale Phase 2014 / 2015; HSo = Hitzestressphase ohne Ventilatoren 2014 / 2015; HSm = Hitzestressphase mit Ventilatoren 2014 / 2015

## Erste Ergebnisse Hitzestress - Versuch

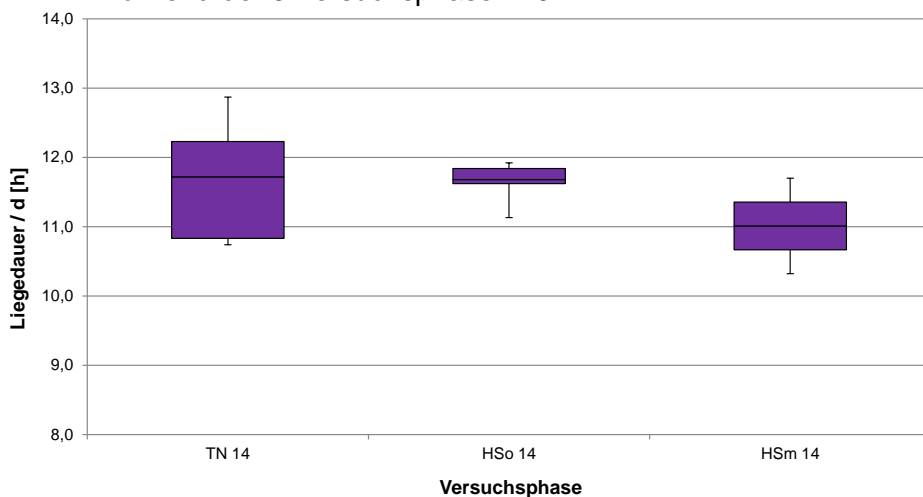
Tägliche Milchleistung der 24 Versuchskühe während der 3 Versuchsphasen 2014



TN = Thermoneutrale Phase 2014; HSo = Hitzestressphase ohne Ventilatoren 2014; HSm = Hitzestressphase mit Ventilatoren 2014

## Erste Ergebnisse Hitzestress - Versuch

Tägliche Liegedauer der 24 Versuchskühe während der 3 Versuchsphasen 2014



TN = Thermoneutrale Phase 2014; HSo = Hitzestressphase ohne Ventilatoren 2014; HSm = Hitzestressphase mit Ventilatoren 2014

## Erste Ergebnisse Hitzestress - Versuch

---

### ▪ Fazit:

- THI im Stall liegt in der Regel über dem THI im Außenbereich
- Tiere zeigen auch unter bayerischen Klimabedingungen Anzeichen einer Hitzestressbelastung
- Vor allem erhöhte Atemfrequenz ist gut erkennbarer Hinweis auf Hitzestress
- Durch den Einsatz von Ventilatoren lässt sich die Hitzestressbelastung der Kühe und deren Folgen reduzieren

## **Bauliche Einflussfaktoren auf das Temperaturverhalten eines Milchviehstalls**

Peter Stoetzel

Institut für Landtechnik und Tierhaltung der LfL

Das Temperaturverhalten eines Gebäudes ist abhängig von den sog. Wärmequellen und –senken, also Faktoren, die zur Erwärmung bzw. Abkühlung führen. Im Folgenden werden diese in ihrer Wirkung bewertet.

Die Gebäudeorientierung hat auf den solaren Energieeintrag unabhängig von der Materialität der Hülle einen eher geringen Einfluss. Deswegen sollte sich die Orientierung eines Baukörpers nach der Hauptwindrichtung zugunsten einer optimalen Durchlüftung richten.

Ein Vergleich der Geometrie der unterschiedlichen Baukörper zeigt, dass sich mit zunehmender Dachneigung die Hüllfläche vergrößert. Damit erhöht sich auch der solare Energieeintrag ins Gebäude.

Beim Vergleich der Baukörper unterschiedlicher Grundrisstypologien eines 2-, 3- und 4-Reihers stellt sich heraus, dass die Größe der traufseitigen Fassadenfläche, also die Fläche der potentiellen Hauptbelüftungsöffnung, erhebliche Unterschiede aufweist. So ist die Fassadenfläche, bezogen auf die Grundfläche des Gebäudes, bei einem 2-Reiher um ca. 45% höher als bei einem 4-Reiher. Die Größe der Belüftungsfläche beeinflusst den Luftwechsel und damit das Temperaturverhalten eines Stallgebäudes erheblich.

Das Material der Außenhülle hat großen Einfluss auf die Erwärmung der Außenbauteile und vor allem der Dachflächen. Entscheidend hierfür ist die materialspezifische Absorptionzahl des Sonnenspektrums. Diese gibt an, welcher Anteil der eingestrahnten Sonnenenergie aufgenommen und im Bauteil in Wärme umgewandelt wird. Je heller die Oberfläche desto geringer ist die Absorptionzahl und desto geringer ist die Erwärmung der Bauteile. Im Bereich der Wärmestrahlung, also bei Erwärmungsprozessen im Gebäudeinneren, spielt die Helligkeit der Oberfläche keine Rolle.

Je wärmer die Dachinnenseite, desto höher ist der Energieeintrag über Wärmestrahlung in den Innenraum. Für die Einwirkung auf das Tier spielt die Distanz zwischen erwärmter Dachfläche und Boden keine Rolle. Auf das Temperaturverhalten hat der Dachaufbau einen erheblichen Einfluss. Eine vergleichende Berechnung verschiedener Dachaufbauten ergibt, dass leichte, einschalig und ungedämmte Aufbauten am heißesten werden. Wärmedämmte Sandwichpaneele und mehrschalige Dachaufbauten mit einem Unterdach aus Holz bleiben kühler und verhalten sich nahezu gleich. Mehrschalige Aufbauten mit Brettstapeldecken und Gründächer zeigen die geringste Erwärmung.

Bei der Fassadenausführung ist auf Grund der hohen Strahlungsleistung der Sonne im Sommer der Sonnenschutz von entscheidender Bedeutung. Unabhängig von der Orientierung der Fassaden, reduzieren ausreichende Dachüberstände den solaren Energieeintrag erheblich, ohne den Luftwechsel zu beeinträchtigen. Die Verwendung eines beweglichen Sonnenschutzgewebes ist nur dann empfehlenswert, wenn der Luftwechsel dadurch nicht entscheidend eingeschränkt wird oder die Innentemperatur unter der Außentemperatur liegt.

Die Pufferwirkung (dynamische Wärmekapazität) der Bauteile eines Stallgebäudes ist vergleichsweise gering. Um diese dennoch zur Pufferung von Temperaturspitzen nutzen zu können, ist die nächtliche Auskühlung entscheidend. Gründächer können die Gesamtwärmekapazität deutlich erhöhen. Auf Grund der geringen Speicherzahl von Luft ist die Pufferwirkung des Stallluftvolumens zu vernachlässigen.

Der Luftwechsel wird wesentlich über die Größe der Fassadenöffnungen beeinflusst. Selbst bei geringer äußerer Luftbewegung können hohe Luftwechselraten entstehen, die erhebliche Wärmelasten aus dem Stall transportieren.

Eine überschlägige Gesamtbilanzierung der Wärmequellen und –senken am Beispiel eines Gebäudes mit leichtem, einschichtigem und ungedämmten (konventionellem) Dach sowie zusätzlichen Lichtplatten zeigt, dass einer Vielzahl von Wärmequellen nur die Außenluft in Abhängigkeit vom Luftwechsel als Wärmesenke gegenübersteht. Das bedeutet, dass bei entsprechender Einstrahlung die Innentemperatur im Stall im Sommer tagsüber oberhalb der Außentemperatur liegt. Ein Vergleich mit einer Temperaturmessung während mehrere Sommertage an einem realisierten Stallgebäude mit konventionellem Dach bestätigt diese Einschätzung. An der Gesamtbilanzierung können jetzt die Abhängigkeiten und Möglichkeiten unterschiedlicher Veränderungen sowohl an der baulichen Hülle als auch an der Luftbewegung abgeleitet werden. Daraus kann folgendes Fazit gezogen werden:

Die Innentemperaturen von konventionellen Stallgebäuden mit mehrschichtigen oder gedämmten Dachaufbauten, ausreichenden Dachüberständen, großen Lüftungsöffnungen und optimaler Orientierung zur Hauptwindrichtung kann im Sommer nahe an der Außentemperatur liegen. Die Höhe des Luftwechsels ist hierbei von entscheidender Bedeutung.

Stallgebäude mit Gründach verhalten sich dagegen anders. Dabei wirkt die Verdunstungsleistung von Niederschlägen als erhebliche Wärmesenke, die bisher noch nicht hinreichend genau abgeschätzt werden kann. Deswegen wurden an zwei Stallgebäuden mit Gründächern im Sommer 2015 Temperaturmessungen durchgeführt, die folgenden Schluss zulassen: Die Innentemperatur von Ställen mit Gründach kann über längere Zeiträume tagsüber unterhalb der Außentemperatur liegen. Dies ist zurückzuführen auf einen passiven Kühleffekt, hervorgerufen durch die Verdunstung der im Dachaufbau gespeicherten Niederschläge in Verbindung mit einer relativ hohen Puffermasse des Dachaufbaus und dem Sonnenschutz der Vegetationsschicht. Die Höhe des Luftwechsels ist hierbei von untergeordneter Bedeutung.



# Bauliche Einflussfaktoren auf das Temperaturverhalten eines Milchviehstalls

Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Peter Stoetzel

April 2016

## Übersicht

- Wärmesenken und Wärmequellen
- Einflussfaktoren
  - Gebäudegeometrie
    - Orientierung
    - Dachneigung
    - Fassadenflächenanteil
  - Material der Außenhülle
  - Dachaufbau
  - Fassadengestaltung
  - Pufferwirkung verschiedener Bauteile
  - Luftwechsel
- Überschlägige Gesamtbilanzierung und Vergleich mit Messwerten von realen Gebäuden
- Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse

## Wärmequellen und Wärmesenken

**Wärmequellen:**

- Direkte solare Einstrahlung
- Indirekt über erwärmte Bauteile
- Innere (Tiere, Beleuchtung)
- Außenluft (wenn außen wärmer als innen)

**Wärmesenke:**

- Außenluft (wenn innen wärmer als außen)
- Sonstige (z.B. passiv gekühlte Bauteile wie Gründächer)

Stoetzel - Bauliche Einflussfaktoren - April2016 3

Institut für Landtechnik und Tierhaltung

## Wärmequellen und Wärmesenken

°C

**Wärmequellen überwiegen**  
► **Innentemperatur steigt**

Stoetzel - Bauliche Einflussfaktoren - April2016 4

Institut für Landtechnik und Tierhaltung

°C

**Wärmequellen und -senken gleichgroß**  
► **Innentemperatur bleibt gleich**

Stoetzel - Bauliche Einflussfaktoren - April2016 4

Institut für Landtechnik und Tierhaltung

°C

**Wärmesenken überwiegen**  
► **Innentemperatur sinkt**

Stoetzel - Bauliche Einflussfaktoren - April2016 4

Institut für Landtechnik und Tierhaltung

## Wärmequellen und Wärmesenken

### Sonneneinstrahlung I [W/m<sup>2</sup>]



klar blauer Himmer	stark dunstig	Sonne bricht durch	gelbe Scheibe	weiße Scheibe	Sonne erahnbar	Hochnebel	bedeckt
--------------------	---------------	--------------------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------

### Globalstrahlung

1.000 W/ m <sup>2</sup>	500 W/ m <sup>2</sup>	500 W/ m <sup>2</sup>	400 W/ m <sup>2</sup>	300 W/ m <sup>2</sup>	200 W/ m <sup>2</sup>	100 W/ m <sup>2</sup>	50 W/ m <sup>2</sup>
-------------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	----------------------

### Diffusanteil

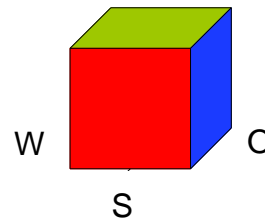
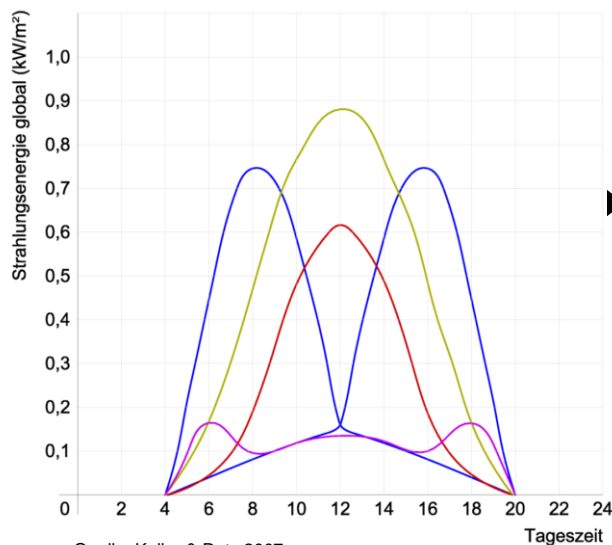
10%	20%	30%	50%	60%	100%	100%	100%
-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------



Quelle: Keller & Rutz 2007

## Wärmequellen und Wärmesenken

### Sonneneinstrahlung im Juli 50° nördlicher Breite



► Ost-/ Westfassaden haben im Sommer einen höheren Energieeintrag als Südfassaden

- Horizontale
- Senkrechte
- Süden
- Westen/Osten
- Norden

Quelle: Keller & Rutz 2007





## Wärmequellen und Wärmesenken

Klimadaten aus DIN 4108  
Referenzort Weihenstephan

- Durchschnittliche monatliche Strahlungsintensität im Juli auf eine Fläche in Abhängigkeit von Orientierung und Neigung

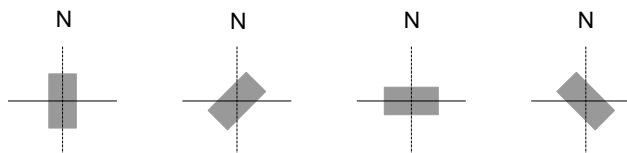
Region 14 Referenzort: Weihenstephan	Durchschnittliche monatliche Strahlungsintensität W/m <sup>2</sup>												Jährliches Strahlungs- angebot kWh/m <sup>2</sup> Jan bis Dez	
	Monat	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov		Dez
Orientierung	Neigung													
	Horizontal	0	40	75	117	167	209	213	222	192	140	86	45	30
Süd	30	57	105	142	183	213	209	222	206	168	118	66	44	1 266
	45	62	112	144	178	201	194	208	198	169	125	72	48	1 250
	60	64	114	140	165	179	170	183	181	162	125	75	50	1 173
	90	58	100	111	117	116	108	116	124	124	107	68	46	871
Süd-Ost	30	50	93	132	176	211	208	221	200	156	105	58	39	1 205
	45	52	96	132	171	200	195	209	192	154	108	60	41	1 175
	60	51	94	126	159	182	175	189	177	145	105	60	41	1 098
	90	44	78	99	119	130	122	132	129	111	86	51	36	828
Süd-West	30	53	96	134	176	208	208	217	198	159	108	60	40	1 211
	45	55	101	134	171	196	194	204	190	158	111	63	42	1 184
	60	56	100	128	159	178	174	183	175	150	109	64	43	1 109
	90	49	85	101	119	126	122	128	127	116	91	55	38	843
Ost	30	37	70	111	158	197	198	209	181	130	81	42	29	1 055
	45	35	67	106	149	185	185	195	169	123	77	39	27	992
	60	32	62	98	137	168	167	177	154	112	72	37	25	908
	90	25	49	76	106	127	124	133	117	86	56	29	20	694
West	30	40	74	113	158	193	198	203	179	135	84	44	30	1 060
	45	39	72	108	149	180	184	189	166	128	81	42	29	999
	60	36	68	101	137	163	167	170	151	118	76	40	27	916
	90	29	54	79	106	123	125	127	115	91	60	32	21	702
Nord-West	30	29	52	88	133	172	184	185	153	105	59	30	22	886
	45	27	46	78	117	149	160	160	131	91	51	27	20	773
	60	24	42	70	104	130	141	139	115	80	46	25	18	684
	90	19	33	55	80	99	106	104	87	61	36	19	14	521
Nord-Ost	30	28	50	87	133	176	184	189	154	102	57	29	22	886
	45	26	45	77	117	153	160	165	133	88	50	27	20	776
	60	24	41	69	104	134	141	145	117	77	45	24	18	687
	90	19	32	53	79	101	105	109	89	60	35	19	14	523
Nord	30	28	42	72	121	166	179	181	142	87	44	27	21	812
	45	26	41	61	90	133	150	147	107	64	42	26	20	664
	60	24	38	57	79	98	115	108	86	62	39	24	18	547
	90	19	30	46	64	79	86	85	70	50	32	19	14	434
Temperatur														
Temperatur	°C	-2,1	-0,7	3,0	7,3	11,9	15,0	16,7	16,1	12,9	7,9	2,8	-0,7	7,5



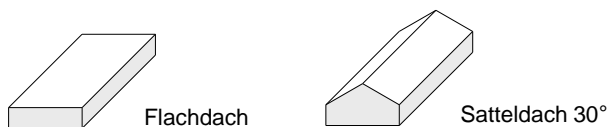
## Einflussfaktoren - Gebäudegeometrie

- Summe der solaren Energieeintrag im Juli bezogen auf Grundfläche für verschiedene Stallmodelle:

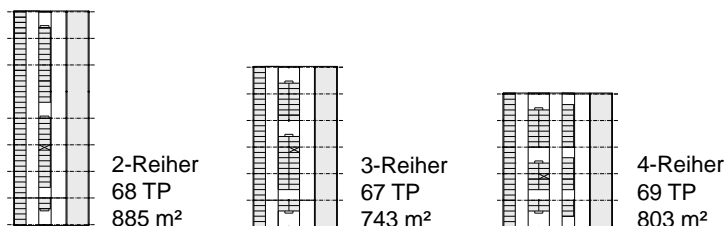
- 4 Orientierungen



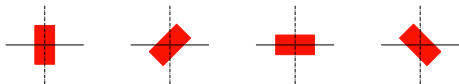
- 2 Dachformen



- 3 Grundrisstypen

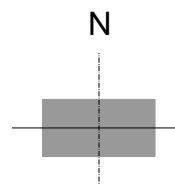


## Einflussfaktoren - Gebäudegeometrie

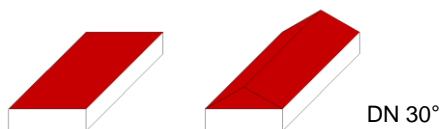


### Einfluss der Orientierung:

- ▶ Der Einfluss der unterschiedlichen Orientierung auf den solaren Energieeintrag ist gering
- ▶ Bei länglichen Baukörpern (2- und 3 Reiher) ist die Orientierung First in Ost- Westrichtung leicht bevorzugt
- ▶ **Die Orientierung des Baukörpers sollte nach Hauptwindrichtung zugunsten einer optimalen Durchlüftung erfolgen**

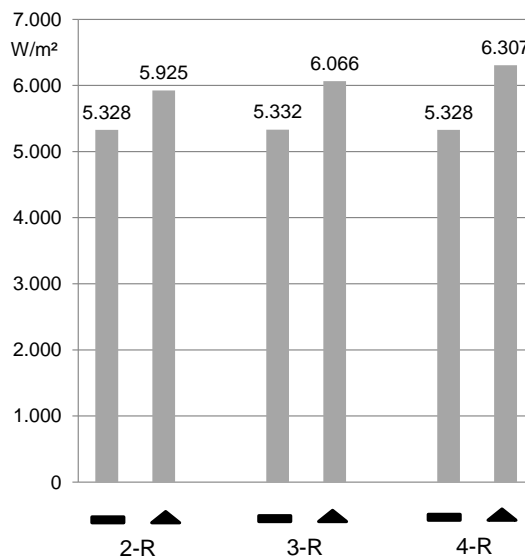


## Einflussfaktoren - Gebäudegeometrie

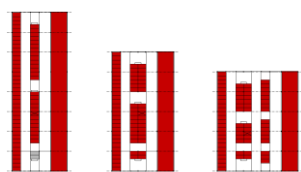


### Einfluss der Dachneigung:

- ▶ Je flacher ein Dach geneigt ist, desto niedriger der solare Energieeintrag



## Einflussfaktoren - Gebäudegeometrie



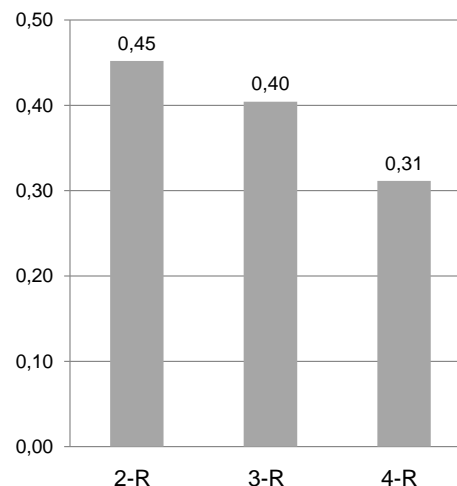
Einfluss der Gebäudetypologie auf den traufseitigen Fassadenflächenanteil:

- Der 2-Reiher hat einen um 45% höheren Fassadenflächenanteil als der 4-Reiher bezogen auf die Grundfläche.

**Beeinflusst Luftwechsel erheblich**



Fassadenfläche/ Grundfläche



## Einflussfaktoren – Material Außenhülle

- Absorptionszahl: Anteil der eingestrahlten Sonnenenergie, die in Wärme umgewandelt wird

	Absorptionszahlen $\alpha$ Sonnenspektrum
Dachziegel, dunkel, verwittert	0,94
Dachpappe, dunkel	0,90 - 0,93
Gussasphalt, alt	0,88
Dachziegel, rot, verwittert	0,78
Dachziegel, hellrot, verwittert	0,75
Faserzement, grau, einjährig	0,71
Stahlblech, verzinkt, rau	0,64 - 0,75
Beton, glatt	0,55
Holz, neu oder hellgrau verwittert	0,35
Putz, weiß	0,36
Farbanstrich, weiß	0,22

- Die Helligkeit der Oberfläche ist entscheidend für den Absorptionsgrad im Bereich des Sonnenspektrums
- Im Bereich der Wärmestrahlung (Oberflächen im Gebäudeinneren) spielt Helligkeit der Oberfläche keine Rolle



## Einflussfaktoren – Dachaufbau

Einfache Berechnung von zwei idealen Extremfällen:

nach: Keller & Rutz 2007

- **isotherm**  
zutreffend bei Massivbauten:  
Aufnahme aller Wärmeströme durch Gebäudemasse  
**Temperaturschwankung minimal**  
**Wärmestromschwankung maximal**
- **adiabatisch**  
zutreffend bei Leichtbauten, **z.B. Stallgebäuden**  
kaum speicherfähiger Innenraum  
**Temperaturschwankung maximal** (worst case)  
**Wärmestromschwankung minimal**

Berechnungen sind näherungsweise und vor allem **vergleichend** möglich



Stoetzel - Bauliche Einflussfaktoren - April2016 13

Institut für Landtechnik und Tierhaltung

## Einflussfaktoren – Dachaufbau

**Berechnungsgrundlagen** für instationäre Temperaturschwankungen im adiabatischen Extremfall nach Pinpoint (Keller & Rutz 2007) :

- Absorptionszahl 0,75 („trockenes Gründach“ 0,40)
- Einstrahlungsmaximum 800 W/m<sup>2</sup> (horizontale Fläche), um 12 Uhr
- Außentemperatur max. 32°C, min. 14°C

### Dachaufbauten:

Dachziegel 15 mm

Faserzementplatte 12 mm

Trapezblech 3 mm

Dachziegel 15 mm mit Luftschicht 70mm auf Holzschalung 24 mm

Faserzementplatte 12 mm mit Luftschicht 70mm auf Holzschalung 24 mm

Blechsandwichelement mit Dämmung Polystyrol 30 mm

Blechsandwichelement mit Dämmung Polystyrol 60 mm

Dachziegel 15 mm mit Luftschicht auf Holzschalung 100 mm (Brettstapeldecke)

### Gründächer ohne Berücksichtigung der Verdunstungskälte und Massenzunahme von Wasser (Niederschlagsereignis) :

schweres „trockenes Gründach“ mit 80 mm Lehm, Dränschicht 50 mm Kies auf Schalung OSB 24 mm

leichtes „trockenes Gründach“ mit 80 mm Lehm, Dränmatte 5 mm auf Schalung OSB 24 mm

Stoetzel - Bauliche Einflussfaktoren - April2016 14

Institut für Landtechnik und Tierhaltung

## Einflussfaktoren – Dachaufbau

Zur besseren Veranschaulichung:  
Zusammenfassung von unterschiedlichen Aufbauten zu Gruppen mit gleichem Ergebnis

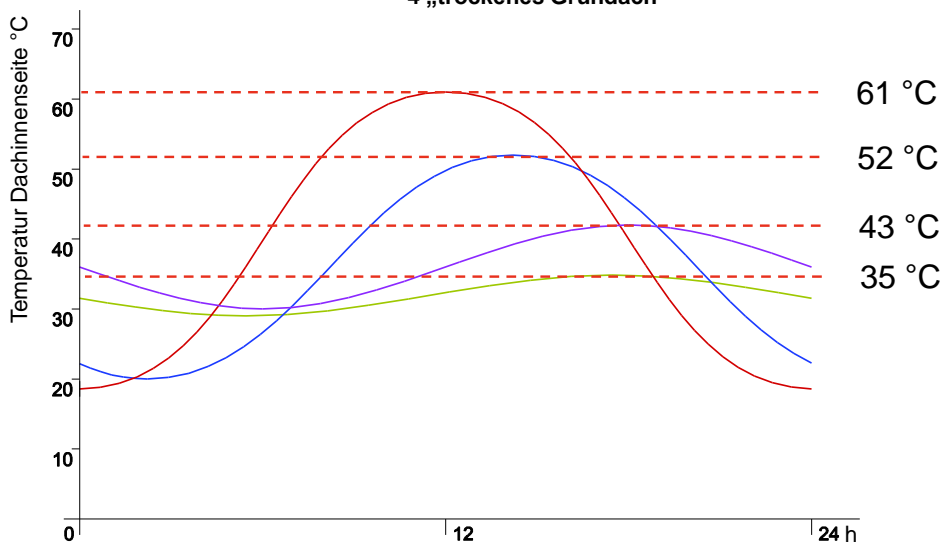
1	Dachziegel 15 mm	} <b>einschalig</b>
	Faserzementplatte 12 mm	
	Trapezblech 3 mm	
2	Dachziegel 15 mm mit Luftschicht 70mm auf Holzschalung 24 mm	} <b>mehrschalig</b>
	Faserzementplatte 12 mm mit Luftschicht 70mm auf Holzschalung 24 mm	
3	Blechsandwichelement mit Dämmung Polystyrol <b>50 mm</b>	<b>einschalig</b>
	Dachziegel 15 mm mit Luftschicht auf Holzschalung 100 mm (Brettstapeldecke)	<b>mehrschalig</b>
4	„trockenes Gründach“	



## Einflussfaktoren – Dachaufbau

Rechenergebnis für  
Maximaltemperatur der  
Dachaufbauten

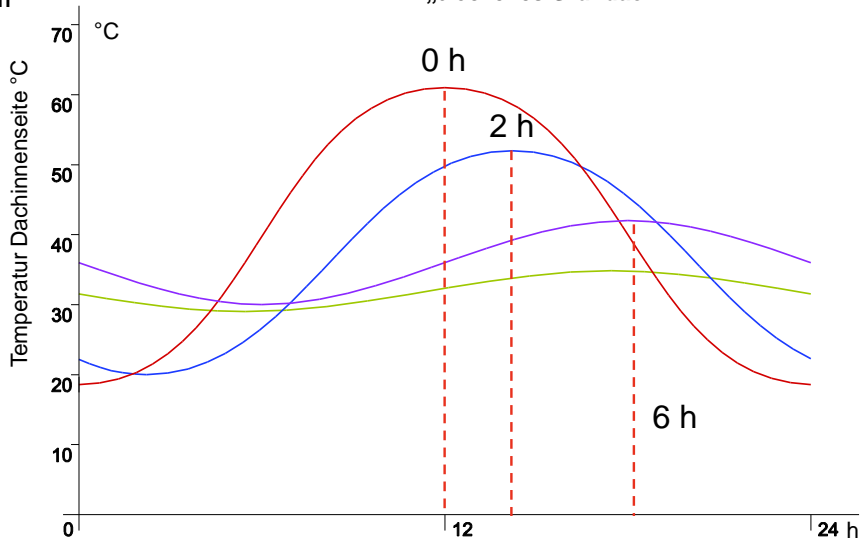
- 1 **einschalig**
- 2 **mehrschalig**: Schalung 24 mm / Sandwich ca. 50 mm
- 3 **mehrschalig**: Brettstapeldecke
- 4 **„trockenes Gründach“**



## Einflussfaktoren – Dachaufbau

Rechenergebnis der Phasenverschiebung zum Einstrahlungsmaximum um 12 Uhr

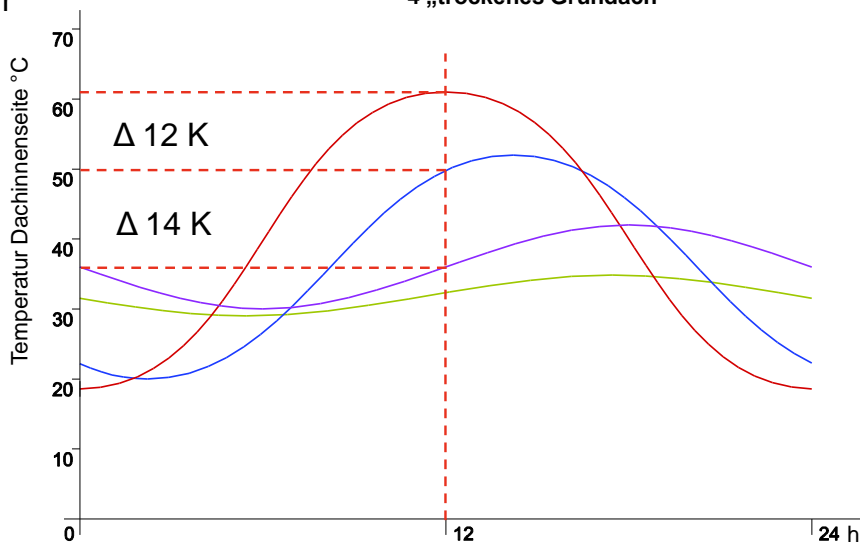
- 1 einschalig
- 2 mehrschalig: Schalung 24 mm / Sandwich ca. 50 mm
- 3 mehrschalig: Brettstapeldecke
- 4 „trockenes Gründach“



## Einflussfaktoren – Dachaufbau

Rechenergebnis der Temperaturdifferenzen zum Einstrahlungsmaximum um 12 Uhr

- 1 einschalig
- 2 mehrschalig: Schalung 24 mm / Sandwich ca. 50 mm
- 3 mehrschalig: Brettstapeldecke
- 4 „trockenes Gründach“



## Einflussfaktoren – Dachaufbau

### Zwischenergebnis

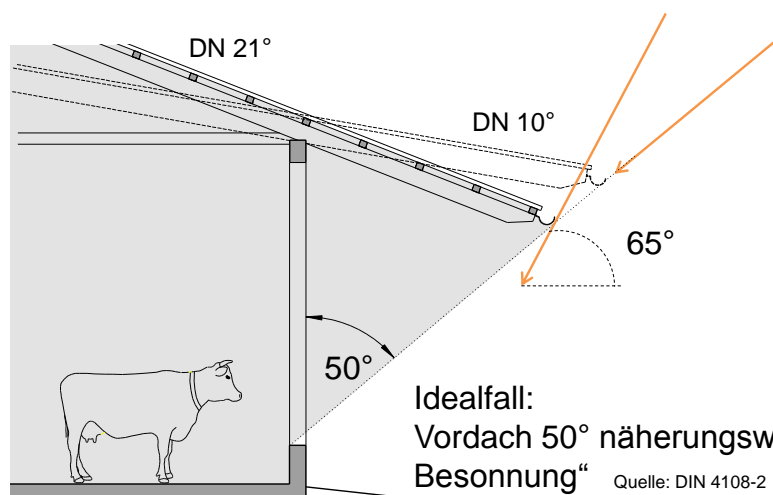
- ▶ Je wärmer die Dachinnenseite desto höher der Energieeintrag über Wärmestrahlung in den Innenraum
- ▶ Für den Bereich der Wärmestrahlung stellen Luftmoleküle keine Störung dar. D.h. die Distanz zwischen erwärmter Dachfläche und Boden spielt keine Rolle
- ▶ Leichte, einschalige, ungedämmte Dachaufbauten weisen das höchste Temperaturmaximum auf
- ▶ Wärme gedämmte Sandwichpaneele und mehrschalige Dachaufbauten bleiben kühler. Beide verhalten sich nahezu gleich
- ▶ Mehrschalige Dachaufbauten mit Brettstapeldecken (~100 mm) und „trockene Gründächer“ zeigen das geringste Temperaturmaximum und die größte Phasenverschiebung (Zeitverschiebung zum Einstrahlungsmaximum)

## Einflussfaktoren – Fassade

### Südorientierte Fassade

Sonneneinstrahlung max. **600 W/m<sup>2</sup>**

Höchster Sonnenstand 65°



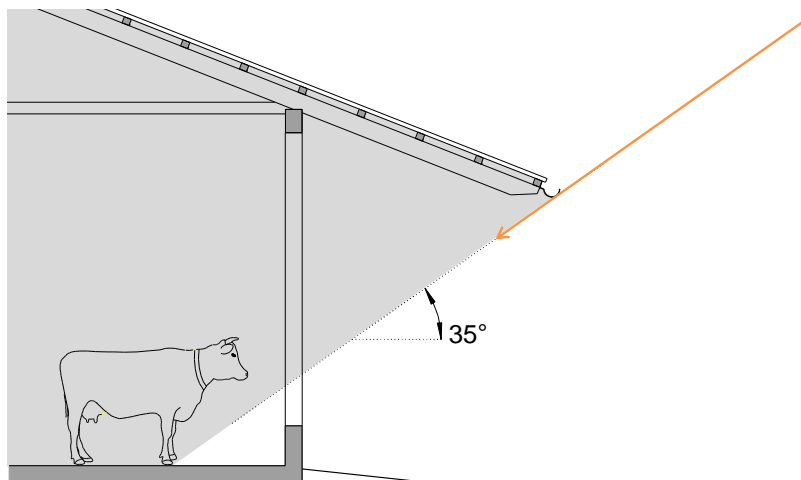
**Idealfall:**  
Vordach 50° näherungsweise „keine direkte Besonnung“  
Quelle: DIN 4108-2  
Verschattung von Anfang Mai bis Ende Juli  
zwischen 8:30 und 15:30 Uhr

## Einflussfaktoren – Fassade

### Ost- Westorientierte Fassade

Sonneneinstrahlung max. **750 W/m<sup>2</sup>**

Mitte Juni um 8 bzw. 16 Uhr Sonnenstand ca. **35°**

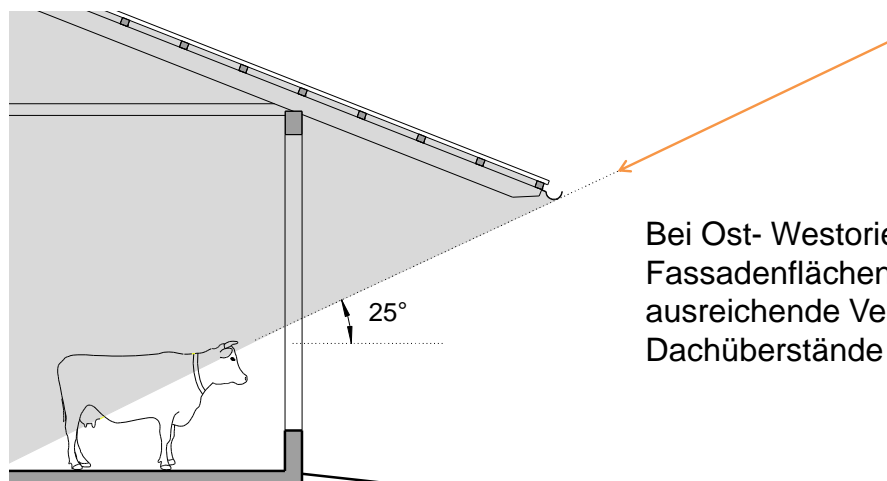


## Einflussfaktoren – Fassade

### Ost- Westorientierte Fassade

Sonneneinstrahlung **600 W/m<sup>2</sup>** (entspricht Südseite 12 Uhr)

Mitte Juni um 7 bzw. 17 Uhr Sonnenstand ca. **25°**



Bei Ost- Westorientierten Fassadenflächen ist eine ausreichende Verschattung über Dachüberstände problematisch

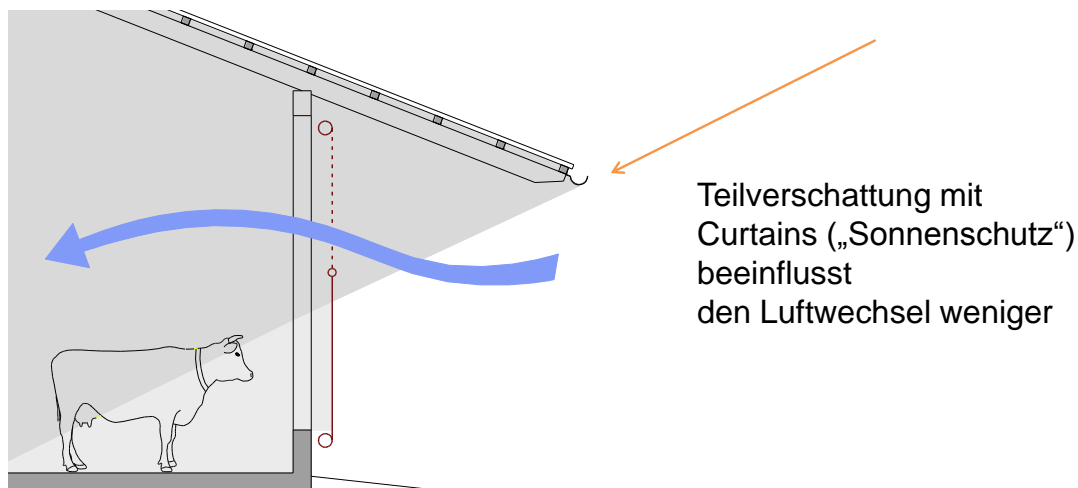


## Einflussfaktoren – Fassade

### Ost- Westorientierte Fassade

Sonneneinstrahlung **600 W/m<sup>2</sup>** (entspricht Südseite 12 Uhr)

Mitte Juni um **7 bzw. 17 Uhr** Sonnenstand ca. **25°**



## Einflussfaktoren – Fassade

### Zwischenergebnis

- ▶ Ausreichende Dachüberstände reduzieren den solaren Energieeintrag erheblich **ohne** den Luftwechsel zu beeinträchtigen
- ▶ Wenn die Außenluft eine Wärmequelle ist, (Innentemperatur niedriger als Außentemperatur) ist die Verwendung eines beweglichen Sonnenschutzgewebes sinnvoll  
> siehe *Temperaturmessungen*

Hersteller von **Sonnenschutzgeweben** für den Einsatz im Stallbau können in der Regel keine Werte für den Energiedurchlass Ihrer Gewebe (g-Wert) angeben

- ▶ Abschätzung der Wirkung:  
bei geringer Transparenz und heller Oberfläche ist der Sonnenschutz eines Gewebes am wirkungsvollsten (g-Wert am geringsten)

## Einflussfaktoren – Wärmekapazität

### Speicherzahl s:

Die Energie in Watt, die notwendig ist, um in 1h 1m<sup>3</sup> eines Materials um 1K zu erwärmen

	s Wh/m <sup>3</sup> K	
Luft	0,33	
Polystyrol (Wärmedämmung)	6,5	
Hochlochziegel	240	}
Holz (Fichte)	280	
OSB	310	
Lehm	425	
Sand / Kies	425	
Vollziegel	450	
Hartgummi	470	
Stahlbeton	700	}
Wasser	1160	

~ Luft x 1.000

~ Luft x 2.000

~ Luft x 3.500



## Einflussfaktoren – Wärmekapazität

### Eindringtiefe:

Einwirkungstiefe bei einer periodische Temperaturschwingung von 24h

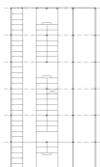
### max. dynamische Wärmekapazität:

max. Energiemenge, die von 1 m<sup>2</sup> Material bei einer periodischen Temperaturschwingung von 24h maximal aufgenommen bzw. abgegeben werden kann.

	Speicherzahl s in Wh/m <sup>3</sup> K	Wärmeleit- fähigkeit λ in W/mK	Eindringtiefe a 24h 36,7% cm	Wärmeeindring- vermögen b in Wh/m <sup>2</sup> K√s	max. dynamische Wärmekapazität c 24h Wh/m <sup>2</sup> K
Luft	0,33	0,03			
Polystyrol	6,5	0,04	21,7	0,0085	1,00
Hochlochziegel	240	0,12	6,2	0,0894	10,48
Holz (Fichte)	280	0,14	6,2	0,1044	12,23
OSB	310	0,14	5,9	0,1098	12,87
Lehm	425	0,90	12,7	0,3260	38,20
Sand / Kies	425	0,70	11,2	0,2875	33,69
Vollziegel	450	1,00	13,0	0,3536	41,44
Hartgummi	470	0,16	5,1	0,1445	16,94
Stahlbeton	700	1,80	14,0	0,5916	69,34
Wasser	1160	0,58			

## Einflussfaktoren – Wärmekapazität

### Berechnungen am Beispiel:



3-Reiher  
67 TP  
743 m<sup>2</sup>



Satteldach 30°

Luftvolumen:

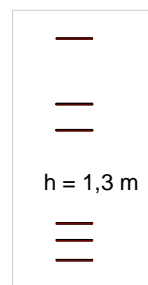
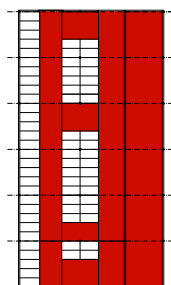
0,33 Wh/m<sup>3</sup>K

~ 5.700 m<sup>3</sup>

1,9 kWh/K

### Dynamische Wärmekapazität

Stahlbetonbauteile  
relevant 500 m<sup>2</sup>



Bodenplatte:  
34,7 kWh/K

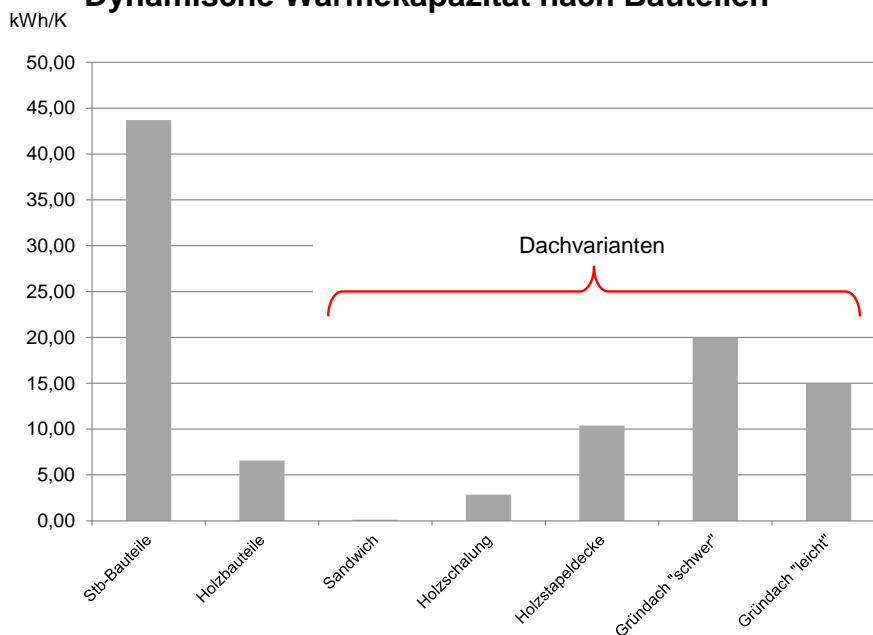
Sockelwände:  
3,6 kWh/K

Trennwände:  
5,5 kWh/K



## Einflussfaktoren – Wärmekapazität

### Dynamische Wärmekapazität nach Bauteilen



## Einflussfaktoren – Wärmekapazität

### Zwischenergebnis

- ▶ Die dynamische Wärmekapazität und damit die Pufferwirkung von Stallgebäuden ist insgesamt gering (gem. Klassifizierung DIN 4108 DIN „leichtes Gebäude“)
- ▶ Entscheidend für die Nutzung der Wärmekapazität zur Pufferung von Temperaturspitzen am Tag ist die nächtliche Auskühlung
- ▶ Gründächer können die Gesamtwärmekapazität deutlich erhöhen (Niederschläge nicht berücksichtigt)
- ▶ Auf Grund der geringen Speicherzahl von Luft ist die Pufferwirkung des Stallluftvolumens zu vernachlässigen

## Einflussfaktoren – Luftwechsel

Abschätzung Luftwechsel bei:  
1 m/s „leiser Zug“ an der Fassade mit beidseitiger Öffnung 100 m<sup>2</sup>  
(h=3m, l=35m)

Gebäudespezifische Größen:  
3-Reiher, Satteldach, DN 30°, V= 5.700 m<sup>3</sup>

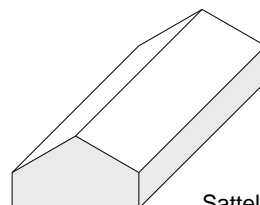
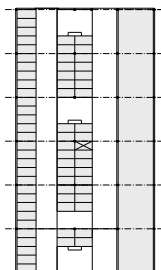
Luftwechsel pro Tier m <sup>3</sup> /h	Luftwechsel bei 67 TP m <sup>3</sup> /h	Luftwechselrate bei 5.700 m <sup>3</sup> 1/h	Speicherzahl Luft Wh/m <sup>3</sup> K	Wärmekapazität pro Kelvin kWh/K
5.373	360.000	63,2	0,33	118,8

- ▶ Entscheidend für einen hohen Luftwechsel ist die Größe der Fassadenöffnungen und die Luftbewegung  
> siehe Gebäudegeometrie

## Überschlägige Bilanzierung

### Beispiel:

- 3-Reiher
- 67 TP, 743 m<sup>2</sup>
- Satteldach 30° DN
- Betrachtungszeitraum 1h
- 12 Uhr
- Hochsommer
- Ausgangstemp. 20 °C
- First in Ost-Westrichtung

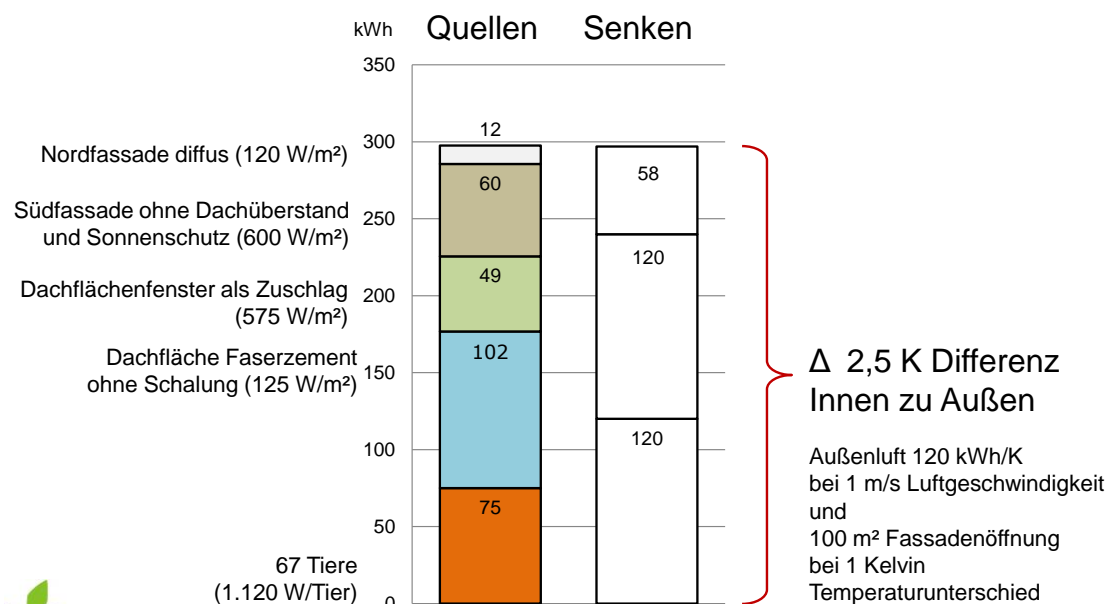


Satteldach 30°

dynamische Wärmekapazität der Speichermassen bleibt unberücksichtigt

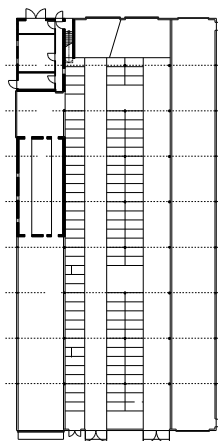
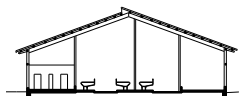
- geringer Einfluss bei Stallgebäuden („leichtes“ Gebäude)
- Hochsommer geringe „Nachtauskühlung“

## Überschlägige Bilanzierung

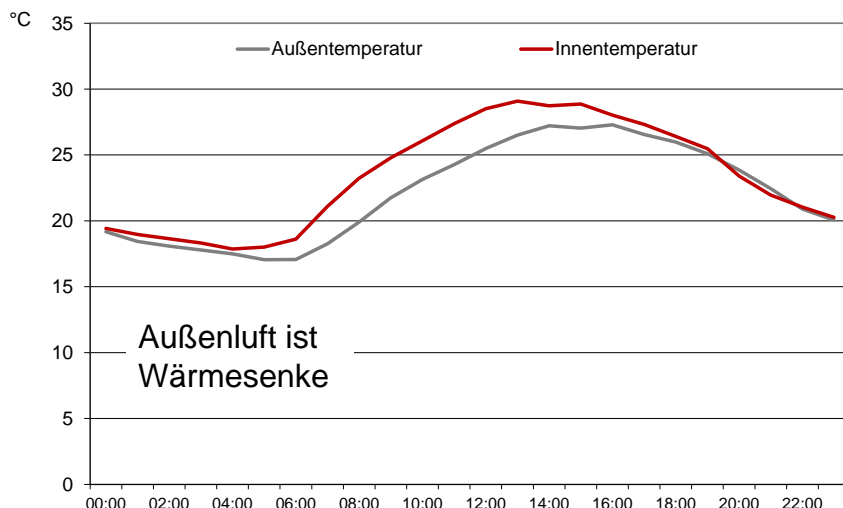


## Temperaturmessung Praxisbetrieb

Konventioneller einschaliger Dachaufbau



## Temperaturmessung Praxisbetrieb



Außenluft ist  
Wärmesenke

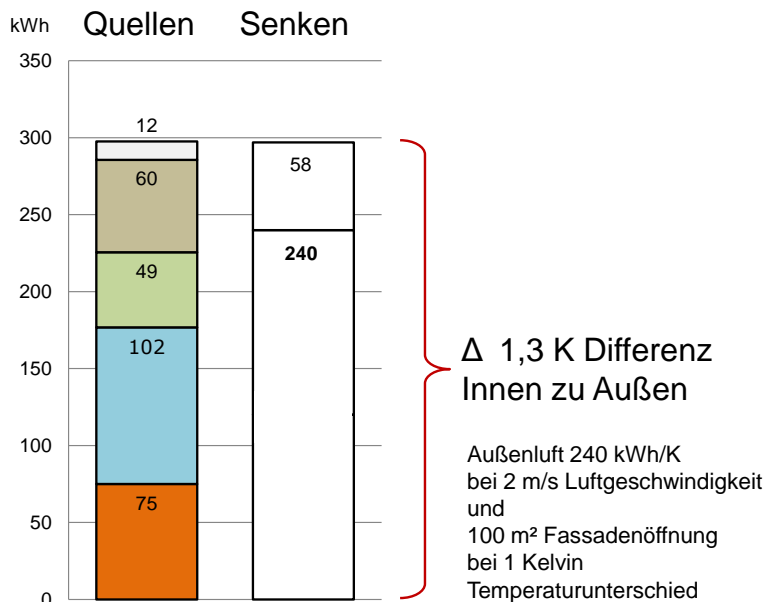
Betrieb G  
mittlerer  
Temperaturverlauf  
vom  
20.-25.06.2005  
mittlerer  
Luftbewegung am  
Curtain ~ 1 m/s  
über gesamte  
Messzeitraum

Quelle:  
Mačuhová et.al,  
LfL Schriftenreihe, 2008



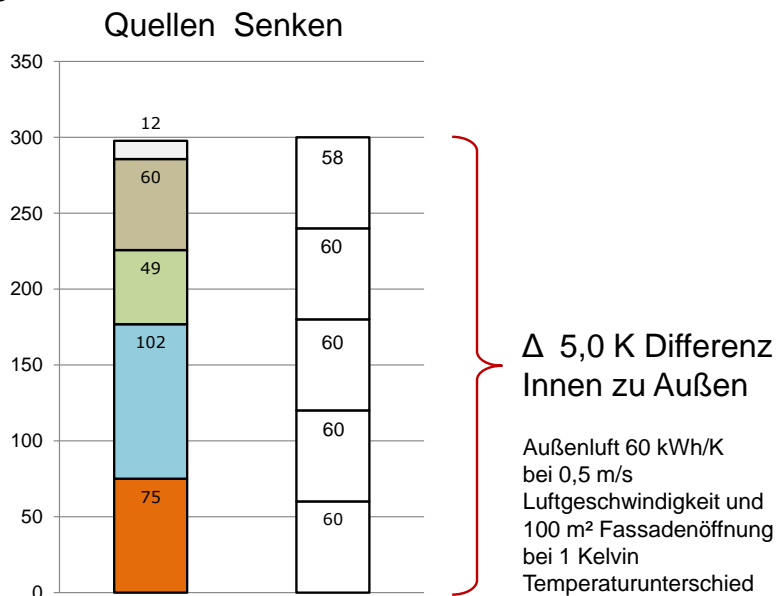
## Überschlägige Bilanzierung

- **Maßnahmen: Luftwechsel verdoppelt (240 kWh/K)**  
Wind auf 2 m/s



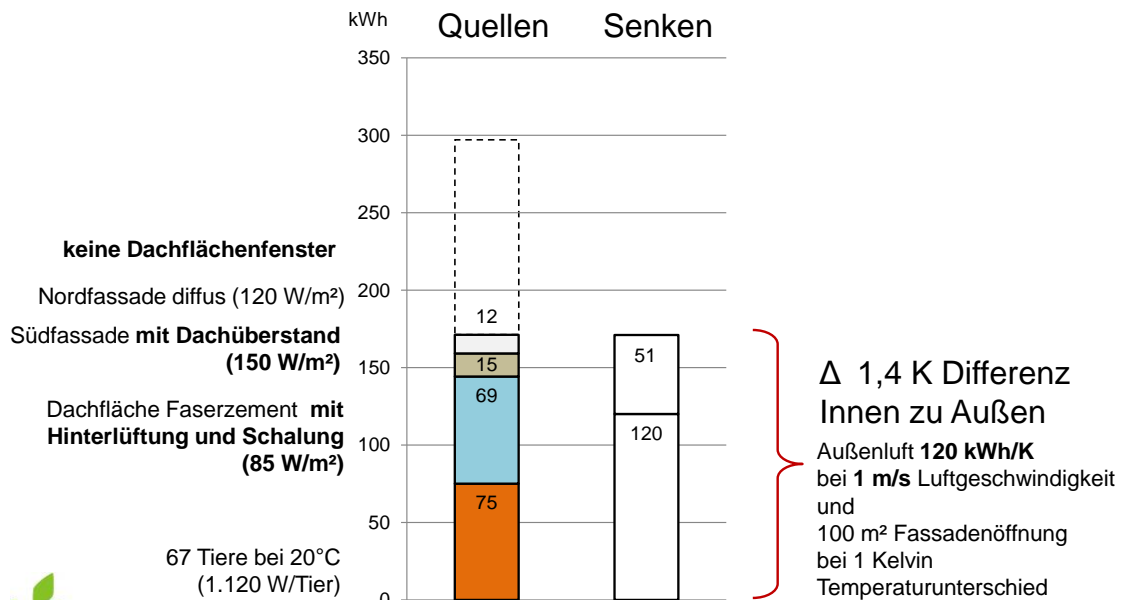
## Überschlägige Bilanzierung

- **Maßnahmen: Luftwechsel halbiert (60 kWh/K)**  
Wind auf 0,5 m/s



## Überschlägige Bilanzierung

- Maßnahmen: Optimierung bauliche Hülle



## Temperaturmessung Praxisbetrieb

### Gründach





## Temperaturmessungen – Praxisbetrieb

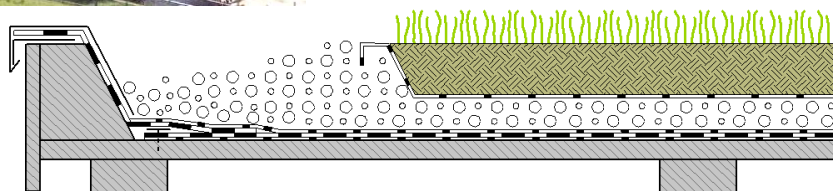
- Niederschläge werden in den verschiedenen Schichten aufgenommen
- Durch die Verdunstung über das Substrat und die Vegetationsschicht entsteht ein Kühleffekt (Wärmesenke)
- Verdunstungsleistung ist bei hohen Temperaturen höher (relative Luftfeuchtigkeit niedriger)



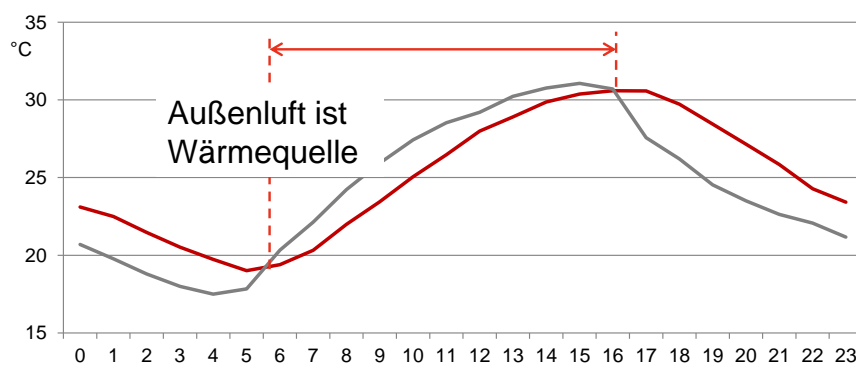
Zustand am 15.07.2015

Funktionsaufbau Extensivbegrünung:

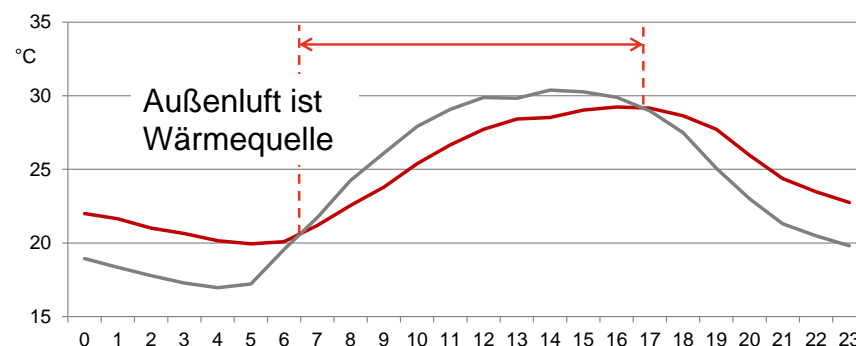
- Vegetationsschicht
- Filterschicht
- Drainageschicht (Ablauf von Regenwasser)
- Abdichtungsbahn
- Unterkonstruktion



## Temperaturmessungen Praxisbetrieb

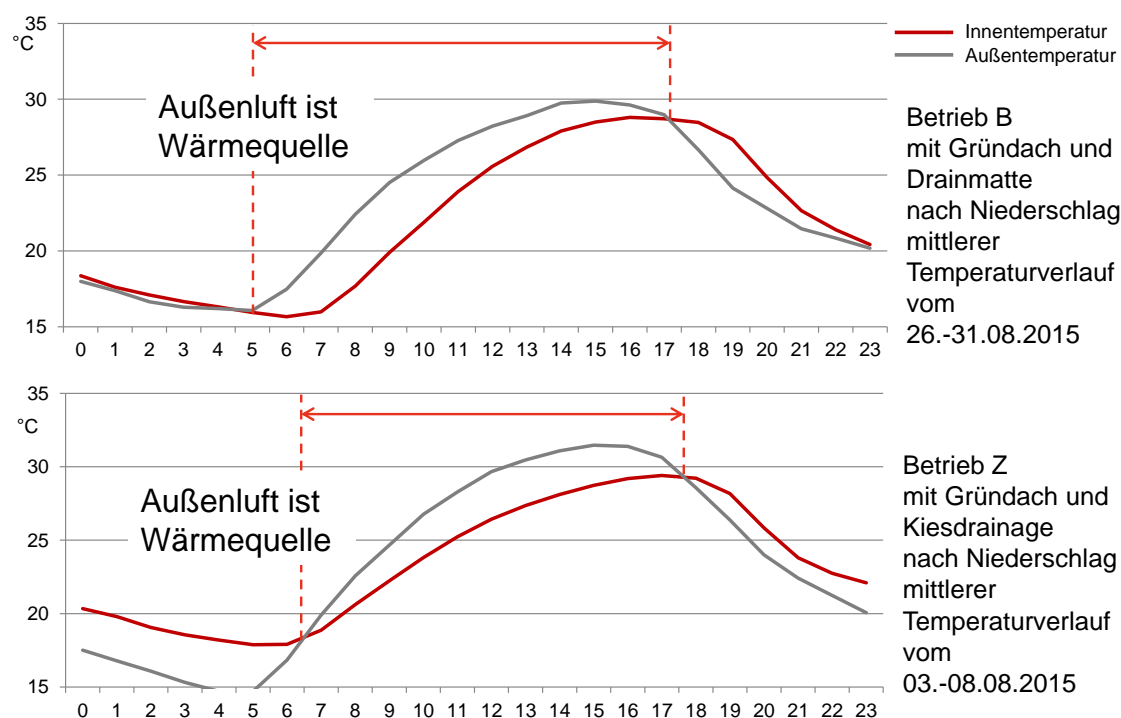


Betrieb B  
mit Gründach und  
Drainmatte  
in „Trockenzeit“  
mittlerer  
Temperaturverlauf  
vom  
20.-22.07.2015



Betrieb Z  
mit Gründach und  
Kiesdrainage  
in „Trockenzeit“  
mittlerer  
Temperaturverlauf  
vom  
17.-22.07.2015

## Temperaturmessungen Praxisbetrieb



## Zusammenfassung

- ▶ Der Einfluss der baulichen Maßnahmen auf das Temperaturverhalten ist relativ gering
- ▶ Es gibt folgende Optimierungsmöglichkeiten:
  - Gebäudeorientierung zugunsten einer optimalen Querlüftung
  - Wahl von Bautypen mit hohem Fassadenflächenanteil
  - Minimieren der Dachneigung
  - Verwendung von Materialien mit hellen Oberflächen, vor allem für Dachflächen
  - Mehrschichtige oder gedämmte Dachaufbauten
  - Ausreichende Dachüberstände
  - Erhöhung der thermischen Pufferwirkung vor allem durch schwere Dachaufbauten wie Brettstapeldecken oder Gründächer
  - Nutzung von Verdunstungskälte zur passiven Kühlung bei Gründächern
  - Anpassen der Luftwechselrate bei kühleren Innen- als Außentemperaturen

## Technische Möglichkeiten zur Lüftung und Kühlung

Johannes Zahner

Institut für Landtechnik und Tierhaltung der LfL

Zur Reduktion von Hitzestress im Milchviehstall können bauliche Maßnahmen den Eintrag von Wärme in den Stall deutlich reduzieren. Allerdings kann dadurch die Stallinnentemperatur maximal auf die Außentemperatur gesenkt werden. Deshalb müssen weitere technische Maßnahmen ergriffen werden, um die Temperatur weiter zu senken. Des Weiteren kann durch eine unterstützende Lüftung die relative Luftfeuchtigkeit im Stall reduziert werden und dadurch das Hitzestress-Level weiter gesenkt werden.

Ventilatoren können hier zwei Aufgaben übernehmen. Zum einen können sie zur Lüftung eingesetzt werden und dadurch die natürlichen Lüftungskonzepte, die im Sommer schnell zum Erliegen kommen, unterstützen. Hierfür müssen die Ventilatoren in die Außenwand eingesetzt werden, damit sie „frische“ Außenluft ansaugen und in den Stall einbringen. Zur Berechnung der nötigen Luftwechselraten stehen Werte der DLG zur Verfügung. Wichtig ist es dabei darauf zu achten, dass eine Belüftung nur in Kombination mit einer gut geplanten Abluftführung ihre optimale Wirkung erreichen kann.

Zum anderen können Ventilatoren eingesetzt werden um die gefühlte Temperatur bei den Kühen zu reduzieren. Dabei wird auf den sogenannten Wind-Chill-Effekt zurückgegriffen. Durch eine Erhöhung der Luftgeschwindigkeit an den Tieren kann die Wärmeabgabe erleichtert werden. Dazu sind Luftgeschwindigkeiten von mindestens 2 m/s auf dem Tier nötig, um einen Abkühlungseffekt zu erzielen. Luftgeschwindigkeiten bis 5 m/s haben für die Kühe dabei in der Regel keine negativen Konsequenzen. Daraus ergibt sich die Einbauempfehlung, die Ventilatoren mit einem Winkel von 15 – 25 ° nach vorne zu neigen, um den Luftstrom in den Tierbereich zu lenken. Durch eine Anordnung der Ventilatoren in Längsausrichtung über den Liegeboxenreihen wird ein sehr guter Kühleffekt der Bereiche im Stall erzielt, in denen sich die Tiere lange aufhalten sollen. Bei der Querausrichtung werden zusätzlich auch die Laufflächen bewirkt, die dadurch verstärkt emittierend wirken können. Vertikalventilatoren erzielen ebenfalls hohe Windgeschwindigkeiten, die aber mit zunehmender Entfernung zum Ventilator schnell nachlassen.

Eine weitere Möglichkeit die Tiere zu kühlen kann die Kondensation von Wasser sein. Dazu stehen zwei Möglichkeiten zur Verfügung, die grundsätzlich nach dem gleichen physikalischen Prinzip arbeiten. Als erste Variante steht die Hochdruckvernebelung zur Verfügung. Dabei wird Wasser feinst vernebelt in die Stallluft eingebracht. Dieses Wasser verdampft sofort und kühlt dadurch die Luft. Eine weitere Methode ist die sogenannte

Kuhdusche. Dabei werden die Rücken der Kühe mit grobtropfigem Wasser beregnet. Dieses Wasser verdunstet ebenfalls, was wiederum die Tiere direkt kühlt. Bei beiden Varianten ist zu beachten, dass durch die Einbringung von Wasser die relative Luftfeuchtigkeit erhöht wird, was die Wirkungsbreite je nach Luftfeuchtigkeit einschränkt und sich unter Umständen negativ auf die Stallhygiene auswirkt. Deshalb ist es wichtig, beide Varianten mit einer Steuerung auszustatten, damit eine zu große Erhöhung der Luftfeuchtigkeit vermieden wird. Es gilt also hier zu beachten, dass Verdunstungskühlungen einen positiven Effekt auf das Hitzestress-Level haben, allerdings nur ein sehr enges Wirkungsfenster aufweisen.



Bayerische Landesanstalt für  
Landwirtschaft



## Technische Möglichkeiten zur Lüftung und Kühlung

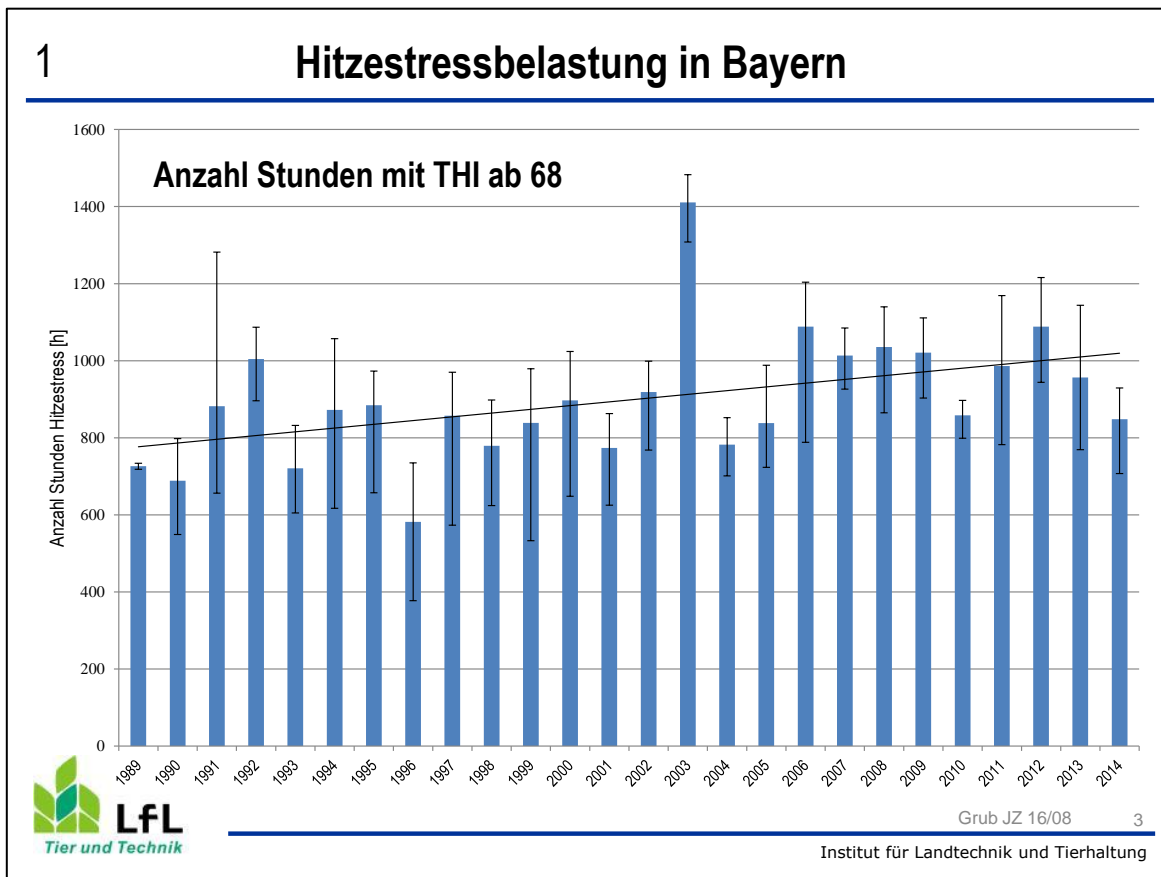
Institut für Landtechnik und Tierhaltung  
Johannes Zahner und Jan Harms

Gruber Info-Tag  
13. April 2016

### Gliederung

1. Lüftung durch Ventilatoren
2. Kühlung durch Ventilatoren
3. Kühlung durch Verdunstung





# 1 Technische Möglichkeiten - Lüftung

- Reduzierung der relativen Luftfeuchtigkeit
- Verbesserung der Luftqualität
- Staub

Schadgas	Maximalkonzentration
CO <sub>2</sub> (Kohlendioxid)	3000 ppm
NH <sub>3</sub> (Ammoniak)	10 ppm
H <sub>2</sub> S (Schwefelwasserstoff)	0,5 ppm (kurzfristig bis 5 ppm)

Nach „Scientific Veterinary Committee (1997)

Grub JZ 16/08 4  
Institut für Landtechnik und Tierhaltung

# 1 Lüftungsrate für Hochleistungskühe

Leistungsgruppe	Leistung in kg	Durchschnitt	1. Lakt.-drittel	2. Lakt.-drittel	3. Lakt.-drittel	Trockensteher
Mindestlüftrate in m <sup>3</sup> /h	10.000	136	159	132	115	94
Sommerlüftrate in m <sup>3</sup> /h	5.000 (DIN)	366	410	363	343	334
30° C, delta t = 3 K	10.000	477	569	473	412	334
	12.000	521	632	517	439	334
	14.000	565	696	562	466	334
22° C, delta t = 3 K	10.000	890	1062	884	769	624

DLG-Merkblatt 336



Grub JZ 16/08 5

Institut für Landtechnik und Tierhaltung

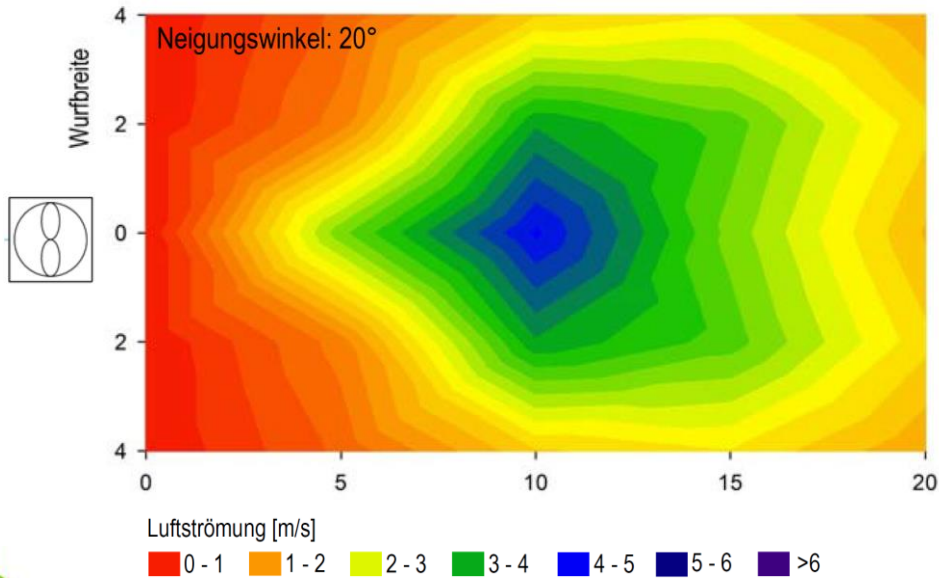
# 1 Technische Möglichkeiten - Lüftung



Grub JZ 16/08 6

Institut für Landtechnik und Tierhaltung

# 1 Technische Möglichkeiten - Lüftung



# 1 Technische Möglichkeiten - Schlauchlüftung





## 1 Technische Möglichkeiten - Schlauchlüftung

- Berechnung der benötigten Luftwechselraten
- Gleichmäßige Verteilung im Raum anstreben
- Stark Außenwind abhängig
- Entlüftung mit betrachten



## 2 Technische Möglichkeiten - Kühlung

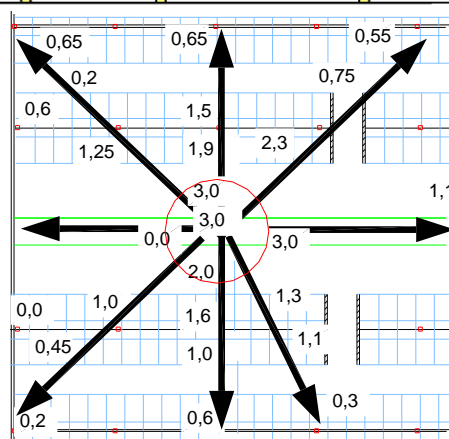
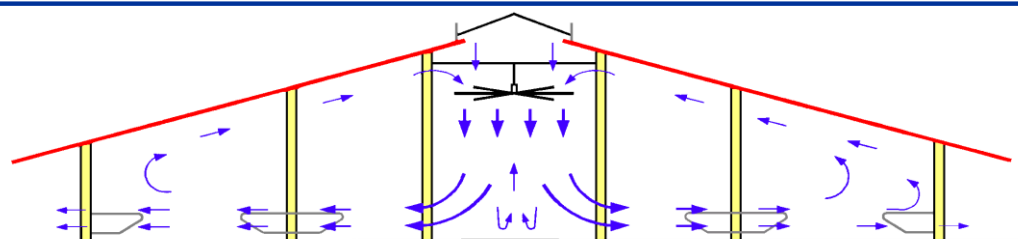
- Senkung der Wärme durch Erhöhung der Luftgeschwindigkeit
  - Luftgeschwindigkeiten von min. 2,0 - 2,5 m/s
  - Luftgeschwindigkeiten auf der Kuh nötig
  - Bis 5 m/s kein Problem für die Kuh

## 2 Kühlung durch Ventilatoren

Temperatur [°C]	relative Luftfeuchtigkeit [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]					
		0	0,508	1,016	1,524	2,032	2,540
35,0	50	35,0	32,2	26,6	24,4	23,3	22,2
	70	38,3	35,5	30,5	28,8	26,1	24,4
32,2	50	32,2	29,4	25,5	23,8	22,7	21,1
	70	35,5	32,7	28,8	27,2	25,5	23,3
29,4	50	29,4	26,6	24,4	22,7	21,1	20,0
	70	31,6	30,0	27,2	25,5	24,4	23,3
26,6	50	26,6	24,4	22,2	21,1	18,9	18,3
	70	28,3	26,1	24,4	23,3	20,5	19,4
23,9	50	23,9	22,8	21,1	20,0	17,7	16,6
	70	25,5	24,4	23,3	22,2	20,0	18,8
21,1	50	21,1	18,9	18,3	17,7	16,6	16,1
	70	23,3	20,5	19,4	18,8	18,3	17,2

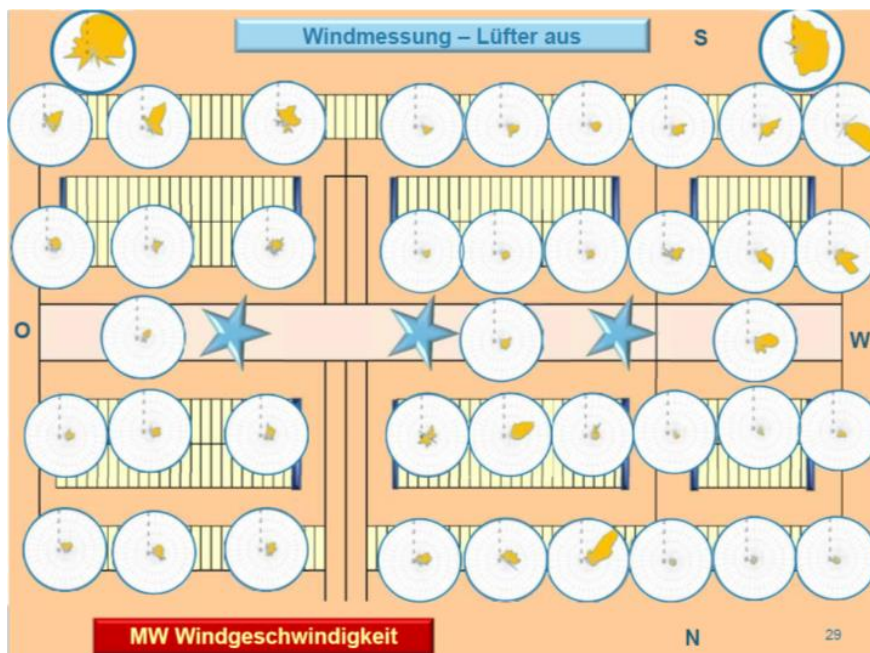
\* nach Barnwell 2002

## 2 Vertikalventilatoren



2

### Vertikalventilatoren

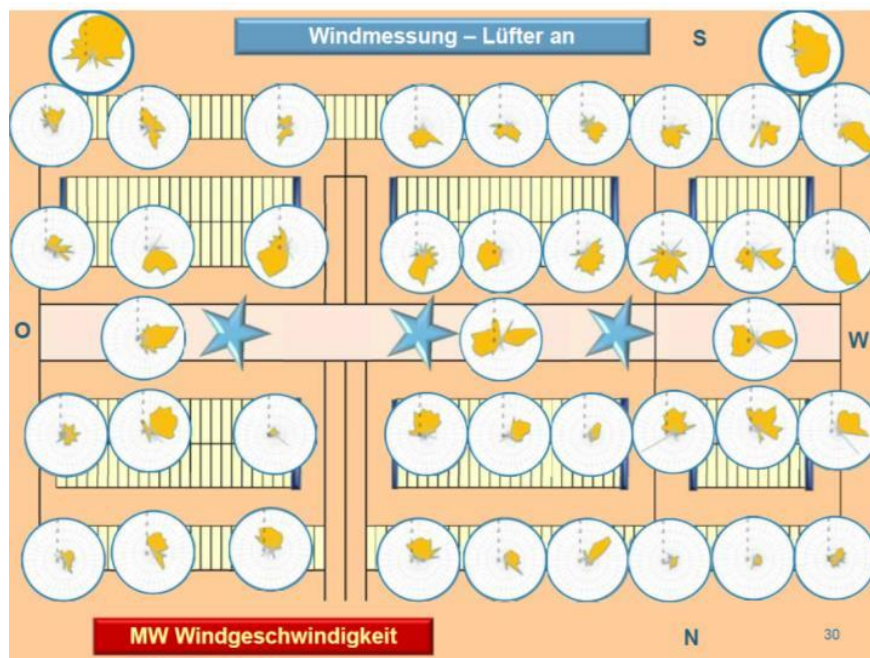


Quelle: Loebstin 2011 ATB Potsdam

Grub JZ 16/08 13  
Institut für Landtechnik und Tierhaltung

2

### Vertikalventilatoren

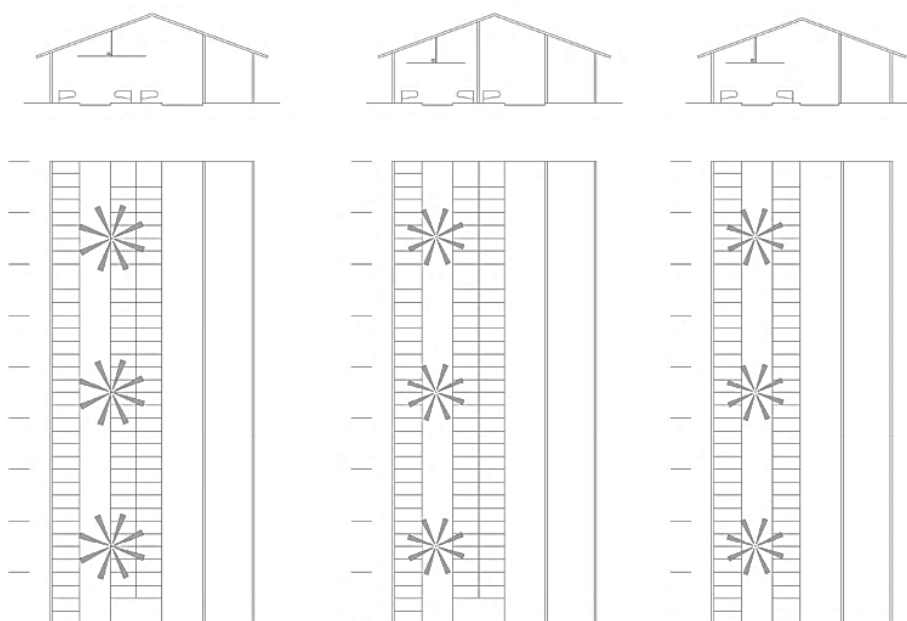


Quelle: Loebstin 2011 ATB Potsdam

Grub JZ 16/08 14  
Institut für Landtechnik und Tierhaltung

2

## Vertikalventilatoren



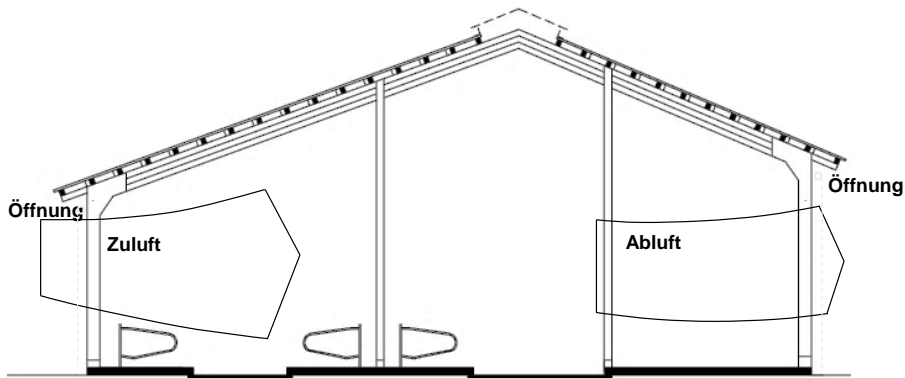
2

## Vertikalventilatoren



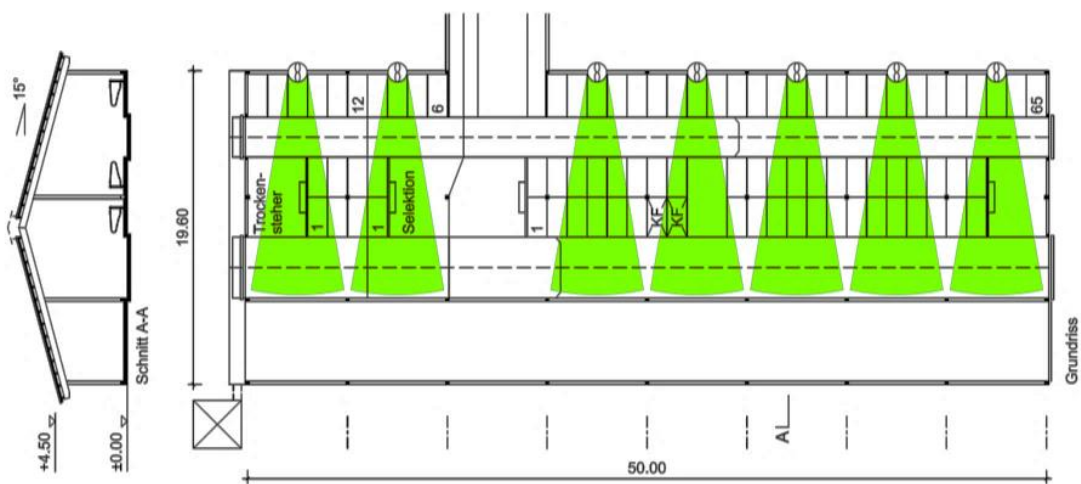
2

### Axialventilatoren in Querausrichtung

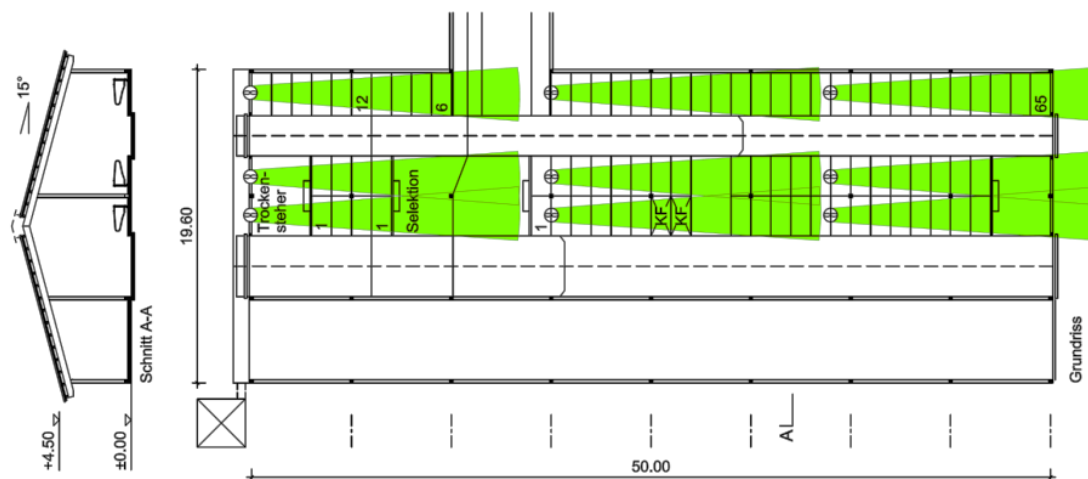


2

### Axialventilatoren in Querausrichtung

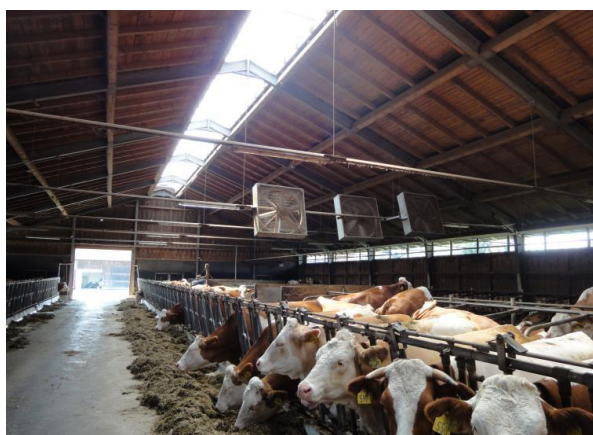


## 2 Axialventilatoren in Längsausrichtung

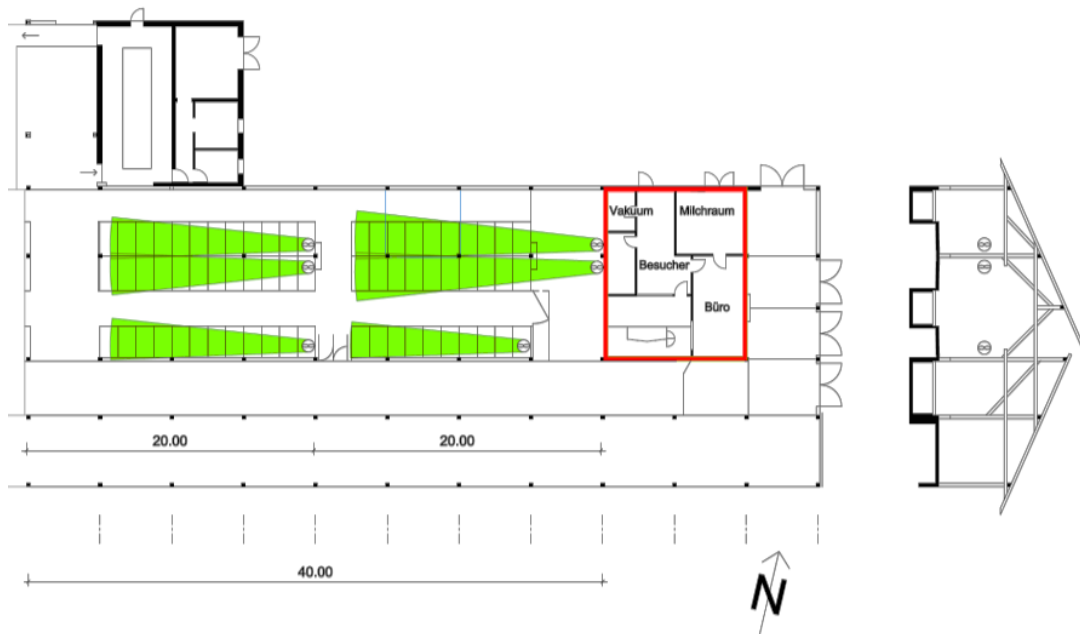


## 2 Axialventilatoren in Längsausrichtung

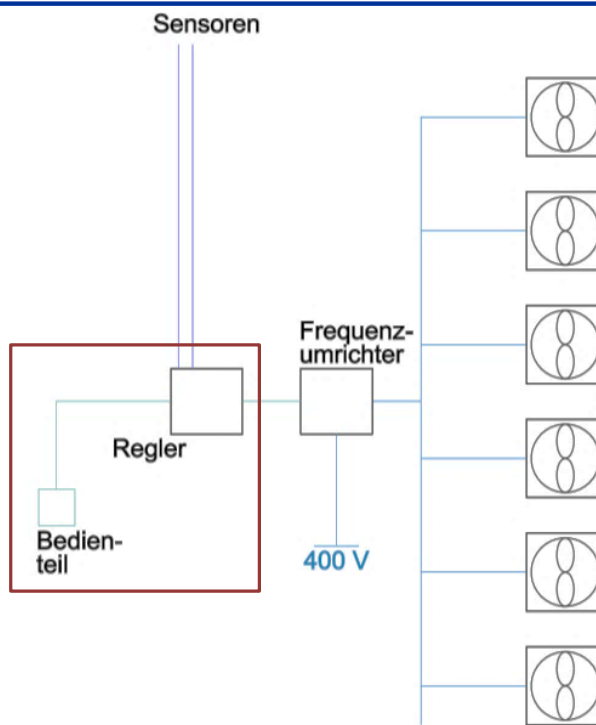
- Vorteile
  - Gezieltes Bewirken des Liegebereichs
  - Geringes zusätzliches Abtrocknen der Laufflächen (Reinigung, Emission)



## 2 Lüfter in Grub, Längsausrichtung



## 2 Bauteile: Regler/Bedienteil



## 2

### Bauteile: Regler/Bedienteil

Zur Eingabe/Steuerung

Verschiedene Ausführungsklassen

- Steuerung nach THI
- Steuerung nach Temperatur



## 2

### Bauteile: Sensorik

Temperatursensor


z.B. PT100

Luftfeuchtigkeitssensor

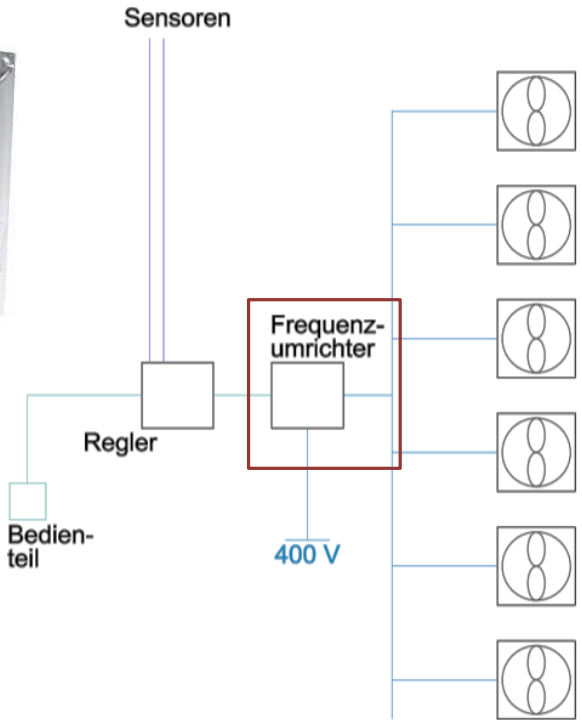
z.B. DOL 114




## 2 Bauteile: Frequenzumrichter



Quelle:  
Hersteller

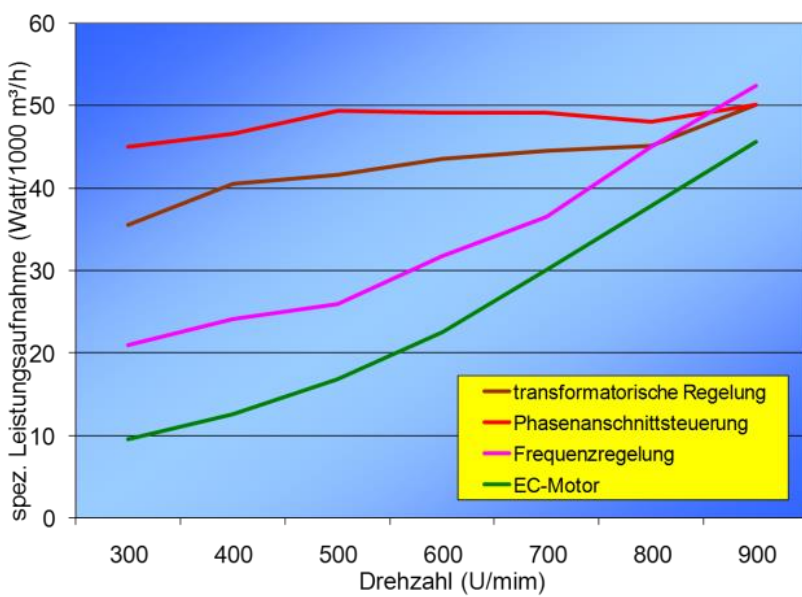





Grub JZ 16/08 25

Institut für Landtechnik und Tierhaltung

## 2 Bauteile: Frequenzumrichter




Drehzahl (U/min)	transformatorische Regelung (Watt/1000 m³/h)	Phasenanschnittsteuerung (Watt/1000 m³/h)	Frequenzregelung (Watt/1000 m³/h)	EC-Motor (Watt/1000 m³/h)
300	35	45	21	10
400	40	46	24	13
500	41	49	26	17
600	43	49	32	23
700	44	49	36	30
800	45	48	45	38
900	46	50	52	45



Freiberger

Spezifische Leistungsaufnahme eines Ventilators mit Einphasen-Wechselstrommotor bei verschiedenen Regelungsverfahren

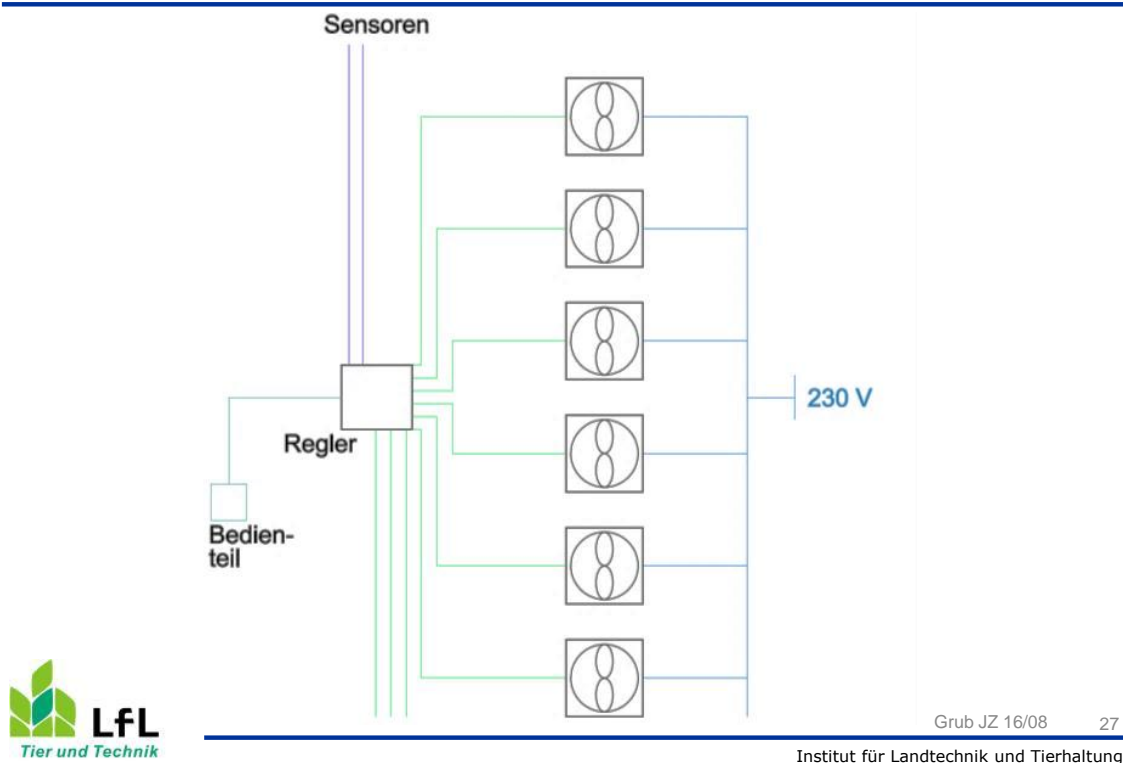


Grub JZ 16/08 26

Institut für Landtechnik und Tierhaltung

## 2

### Bauteile mit EC-Motoren



## 2

### Leistungsmerkmale Ventilator

- Elektrische Leistungsaufnahme
- Durchmesser
- Drehzahl
- Wurfweite im freien Raum
- Strömungsverhalten im freien Raum
- Schalldruckpegel
- Investitionsbedarf
- Wartungsaufwand

2

Bauteile: Axialventilator

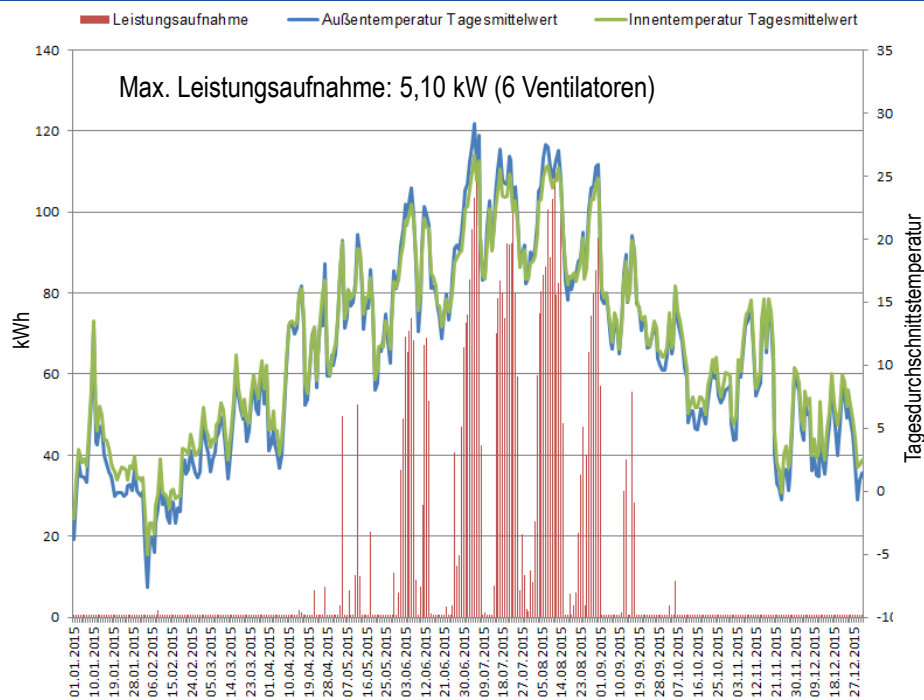
	Drehzahl [U/min]	Wurfweite [m], bei V > 1m/s	Spez. Leistung [W/1000 m <sup>3</sup> ]
Langsamläufer	300-700	-	+
Mittelschnellläufer	800-1000	0	0
Schnellläufer	> 1200	+	-



2

Stromverbrauch Grub 2015 (EC-Ventilatoren)

Summe:  
4.785 kWh  
  
1244 € bei  
26ct je kWh  
  
21 € je TP

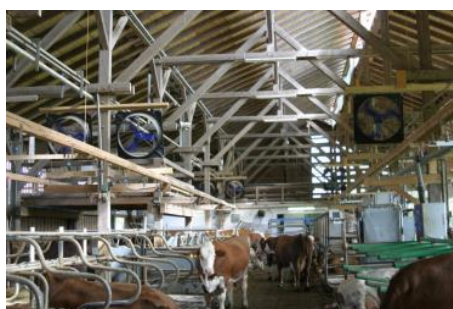


## 2

## Umsetzung Technik

### Einbau von Ventilatoren in den Gruber Milchviehstall

- Steuerung
  - nach TH – Index
  - Beginnt mit 60 % Drehzahl bei THI 68, ab THI 72 volle Drehzahl
  - Messung von Temperatur und rel. Luftfeuchte im Stall



## 2

## Erhöhung der Luftgeschwindigkeit



2

### Umsetzung Technik

Einbauhinweise Ventilatoren:

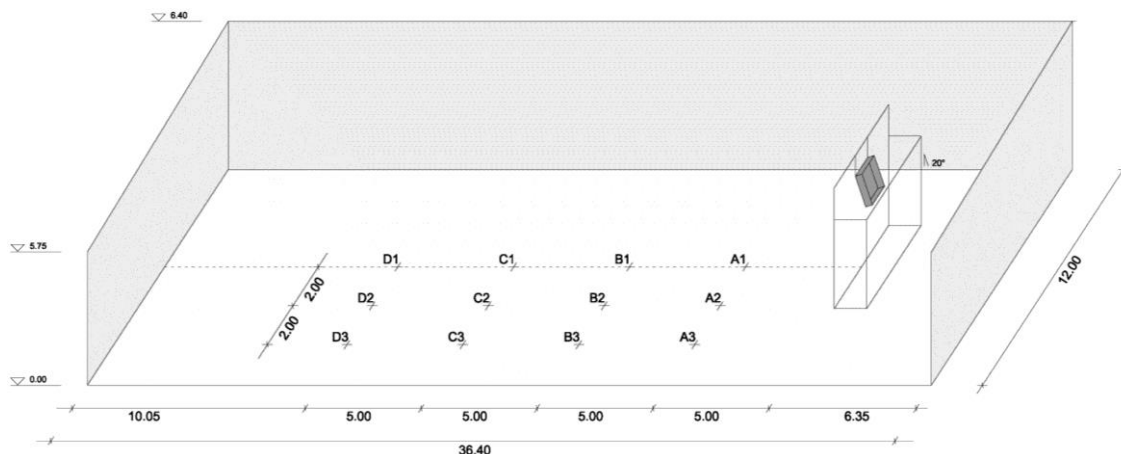
- Einbau über den Liegeboxenreihen
- Wurfweite ca. 15-20 m
- Abstand zur Giebelwand ca. 2,5 m, oder in der Giebelwand
- Besser ohne Schutzgitter, dann Einbauhöhe 2,7 m
- Winkel ca. 15-25 °, je nach Einbauhöhe und Wurfweite
- Überprüfung vor Ort mit Nebelmaschine sinnvoll



2

### Ventilatoren-Messstand

nach Gruber Standard



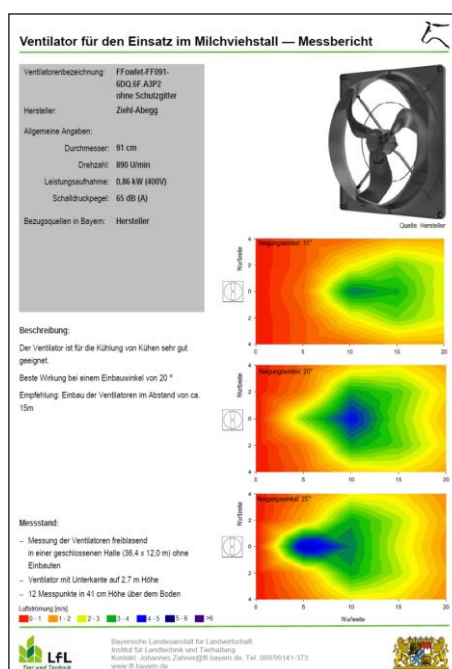
- Anbringung Ventilator mit UK 2,7 m über OK
- Neigungswinkel: 15 °, 20 ° und 25 °
- Messung der Luftgeschwindigkeit an 12 Messpunkten
- Messung Leistungsaufnahme, Schalldruckpegel und Drehzahl



## 2

## Ventilatoren-Messstand

nach Gruber Standard

Ventilatoren-Messbericht  
für Anwender und Beratung[www.lfl.bayern.de/publikationen/informationen/127543/index.php](http://www.lfl.bayern.de/publikationen/informationen/127543/index.php)

Grub JZ 16/08 35

Institut für Landtechnik und Tierhaltung

## 2

## Ventilatoren-Messstand

Ventilator	Hersteller	Drehzahl [U/min]	Leistungsaufnahme [kW]	Schalldruckpegel [dB (A)]	Wurfweite* [m]	Listenpreis
FFowlet-FF091-6DQ.6F.A3P2	Ziehl-Abegg	890	0,86	65	17,3	auf Anfrage
FFowlet-FF063-6DQ.4I.A5R2	Ziehl-Abegg	920	0,52	62	16,7	auf Anfrage
FFowlet-FF063-ZIQ.DG.A5P1	Ziehl-Abegg	1200	0,81	69	14,4	auf Anfrage
Abbi-Fan 140-XG	Abbi Aerotech	530	1,00	70	16,9	550
Multifan 4D130-3PG-55	Vostermans	550	1,16	66	15,9	420
Multifan 8D92-3PG-25	Vostermans	910	0,69	74	16,8	410
Multifan 4E40-6PP-40	Vostermans	1340	0,22	60	-	275
Multifan 4E50-6PP-40	Vostermans	1360	0,38	66	12,1	285

Offene Liste, kein Anspruch auf Vollständigkeit, weitere Ventilatoren können ergänzt werden

\* Weite, bei der im Versuchstand noch eine Luftgeschwindigkeit von 2 m/s in der Achse erreicht wird.

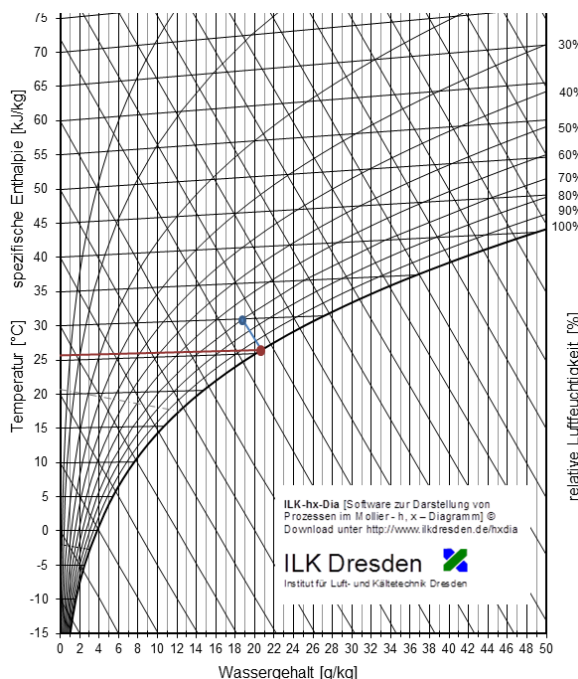


Grub JZ 16/08 36

Institut für Landtechnik und Tierhaltung

### 3 Kühlung durch Verdunstungskälte

- Nutzung des Phänomens der Verdunstungskälte
- Luft nur bedingt als Träger von Kälte geeignet
- Luft muss Feuchtigkeit aufnehmen können
- Wasser muss Zeit zum verdunsten haben



### 3 Fogging – Kühlung der Luft

Hochdruck- Verneblung von Wasser in die Luft



3

### Fogging – Kühlung der Luft



3

### Kuhdusche – Kühlung der Kuh





## 3

**Kuhduschen**

- Luft nur bedingt als Träger von Kälte geeignet
- Luft muss Feuchtigkeit aufnehmen können
- Wasser muss Zeit zum verdunsten haben.
- Nach Möglichkeit Einbau in den Auslauf
  
- Kuhdusche mit Steuerung
  - Zeitgesteuert: 3' Beregnung, 12' Pause
  - Temperaturgesteuert: ab ca. 24 °C
  - Luftfeuchtigkeitsgesteuert: bis max. 70 % RH

**Fazit**

- Lüftung durch Ventilatoren
  - Reduzierung der Luftfeuchtigkeit gerade in Stallanlagen mit ungenügender natürlicher Lüftung
- Kühlung durch Ventilatoren
  - Betriebswirtschaftlich sinnvoll und im Sinne des Tierwohls
  - Steuerung sinnvoll
- Kühlung durch Kuhduschen
  - Begrenzter Einsatzbereich mit begrenzter Wirkung

Danke für die  
Aufmerksamkeit!

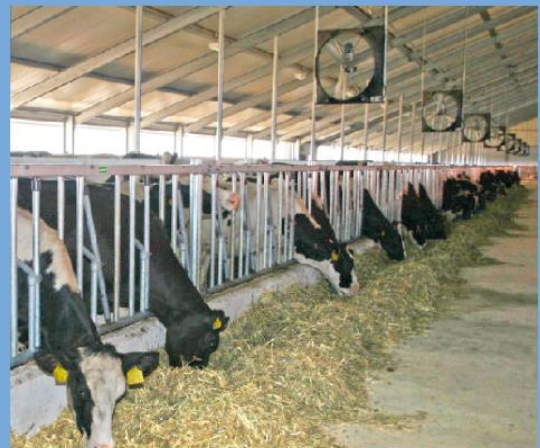


# Hitzestress? Die Lösung: ABBI-FAN Ventilatoren!

## **Vermeiden Sie Hitzestress bei Ihren Kühen!**

Für die notwendige Kühlung sind die Umluftgebläse ABBI-FAN 140-X die beste Wahl:

- zusätzliche Luftbewegung bei den Tieren
- fördert die Wärmeabgabe
- wirkt gegen Hitzestress
- Milchproduktion bleibt erhalten
- regt die Futtermittelaufnahme an
- geringere Störung durch Fliegen
- trockenere Liegeboxen
- Futter bleibt länger frisch
- weniger Mastitis
- besserer Empfängnisanteil



Vernebelungssysteme



Frequenzreglung



Deckenlüfter

Abbifan 5060

Typ 140-XG: 17,8 W/1000m<sup>2</sup>/St



## ABBI-AEROTECH

Transportweg 50 3371 MB Hardinxveld-Giessendam Niederlande  
Tel. 0031-184-711344 Fax 0031-842-103733 Info@abbi-aerotech.com www.abbi-aerotech.com

Unser Sortiment für ein

# Optimales Stallklima

**VENTITEC**<sup>®</sup>



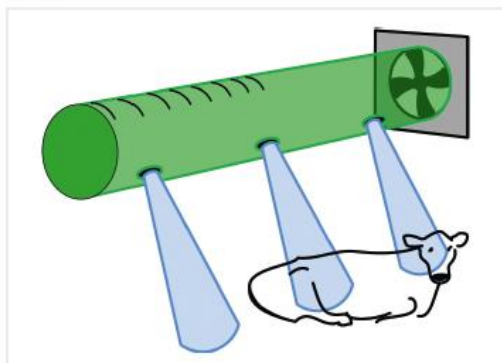
Großraum-Ventilatoren

**LUBRATEC**<sup>®</sup>



Windschutz- und  
Seitenlüftungs-Systeme

 **VETSMARTTUBES**<sup>®</sup>  
Individuelle Belüftungssysteme für Stallungen



Maßgeschneiderte Schläuche  
zum Lüften und Kühlen.

Einzigartiges Stallklima-Konzept!

**Kontaktieren Sie uns!**

**# HUESKER**

Ideen. Ingenieure. Innovationen.

Göttsberger GmbH  
Riepertshamer Berg 2  
83547 Babensham  
Tel.: +49 (0) 80 71 / 104 51 08  
info@goettsberger.eu

[www.HUESKER.com](http://www.HUESKER.com)



Der kompetente Partner für Ihr Bauvorhaben!



Die Vielfalt des Bauens.



# HALLEN & STÄLLE

Wir bauen Ihr Erfolgsmodell für alle Tierarten:

- Milchvieh
- Bullen
- Schweine
- Geflügel
- Schafe
- Pferde



[www.Haas-Landwirtschaft.de](http://www.Haas-Landwirtschaft.de)

Haas Fertigbau GmbH  
Industriestraße 8  
D-84326 Falkenberg  
Telefon +49 8727 18-550  
Telefax +49 8727 18-593  
Info@Haas-Fertigbau.de

Member of the **Haas** GROUP

# KUHKOMFORT

Mehr Komfort für Kühe mit der LKV-Haltungsberatung.

**Schwerpunkt: Hitzestress**

Anmeldung unter:  
Tel.: 089/544 348 944  
oder  
info@lkv-beratung.  
bayern.de

- Aufspüren von Problembereichen im Stall
- Tipps zur Verbesserung der natürlichen Luftbewegung
- Planung eines sinnvollen Ventilatoreneinsatzes
- Möglichkeiten und Grenzen von Kuhduschen und Vernebelungsanlagen

[www.lkv-beratung.bayern.de](http://www.lkv-beratung.bayern.de)





# VETSMARTTUBES®

Individuelle Belüftungssysteme für Stallungen



Effektive Kühlung für jeden Stall.



[www.vetsmarttubes.com](http://www.vetsmarttubes.com)



[info@vetsmarttubes.com](mailto:info@vetsmarttubes.com)



0049 (0)160 30 64 222

Besuchen Sie uns am Stand von Fa. Göttberger!

Hochpräzise Dimensionierung  
durch 3D-Stallklimasimulation!

**+ 4 kg Milch pro Kuh und Tag!**



**LIEGEBOXENKÜHLUNG**



**FUTTERTISCHKÜHLUNG**

# Multifan



**VOSTERMANS**  
VENTILATION

## Milchviehventilatoren

Vostermans Ventilation introduziert neuen, äußerst effektiven, Milchviehventilatoren. Die modernen, sehr produktiven Milchkühe brauchen das ganze Jahr durch eine Versorgung unter optimalen Klimaumstände. Besonders im Sommer kann die Temperatur in den Ställen erheblich steigen. Bei mehr als 22-25°C verringern die Kühe ihre Nahrungseinnahme und brauchen sie Energie um die außerordentliche Hitze loszuwerden, wodurch ihre übliche hohe Milchproduktion zurückläuft.



[www.vostermans.com](http://www.vostermans.com)



