



**LfL**

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

## Hitzestress im Milchviehstall



**LfL-Information**

**Impressum:**

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

Redaktion: Institut für Landtechnik und Tierhaltung  
Prof.-Dürrwächter-Platz 2, 85586 Poing / Grub  
E-Mail: [TierundTechnik@LfL.bayern.de](mailto:TierundTechnik@LfL.bayern.de)  
Tel.: 089/99141 - 371

1. Auflage Juli / 2008

Druck: ES-Druck, 85356 Tüntenhausen

Schutzgebühr: 5.-- €



# **Hitzestress im Milchviehstall**

**Dr. Bernhard Haidn, Thomas Heidenreich,  
Jochen Simon**

**Tagungsunterlagen**

**Institut für Landtechnik und Tierhaltung**

**Grub, 23. Juli 2008**



# Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>1 Wärmeregulation bei Milchkühen und Möglichkeiten der freien Lüftung zur Vermeidung von Hitzestress.....</b>	<b>7</b>
<b>2 Unterstützungslüftung, technische Möglichkeiten - Erfahrung in Milchviehbetrieben .....</b>	<b>27</b>
<b>3 Bauliche Maßnahmen zur Minderung von Hitzestress .....</b>	<b>57</b>
<b>4 Ausstellerverzeichnis.....</b>	<b>75</b>



# 1 Wärmeregulation bei Milchkühen und Möglichkeiten der freien Lüftung zur Vermeidung von Hitzestress

Dr. Bernhard Haidn und Dr. Juliana Mačuhová

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Institut für Landtechnik und Tierhaltung

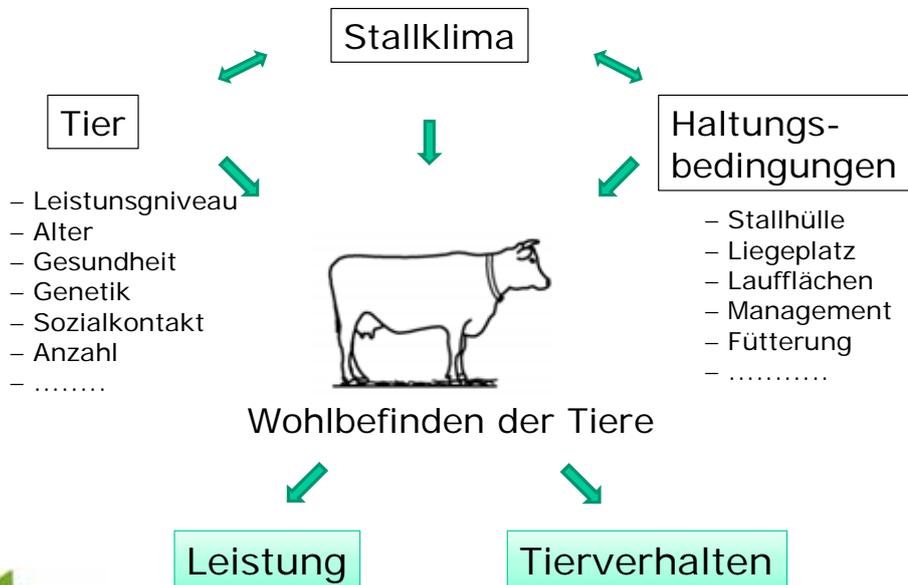
## Gliederung

---

- Problemstellung
- Physiologische Grundlagen
- Stallklimaregulierung
- Untersuchungen zum Stallklima
- Schlussfolgerungen und Empfehlungen zur Optimierung der Stallklima

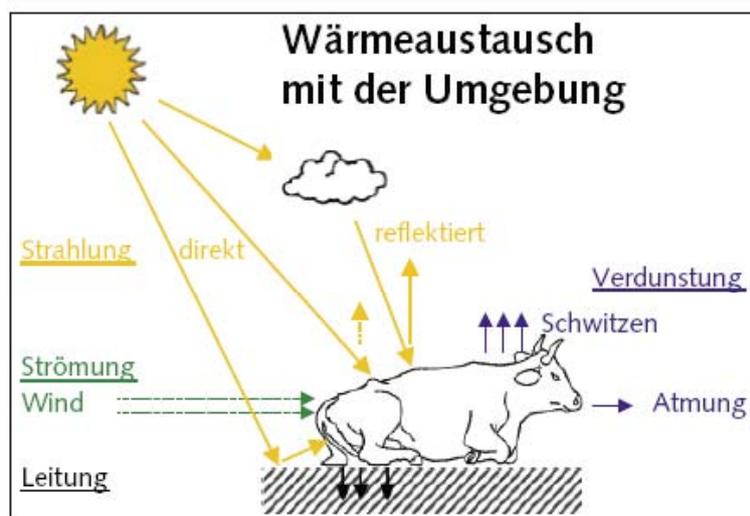
## Problemstellung

### Einflussfaktoren auf das Tier



## Problemstellung

### Mechanismen der Wärmeabgabe an die Umgebung



## Problemstellung

### Wärmeproduktion und Wasserdampfabgabe bei Hochleistungskühen

Umgebungs-temperatur in ° C	Gesamtwärme- produktion in Watt	Wärmeabgabe (sens. Wärme) in Watt	Wasserdampfproduktion (latente Wärme) in g/h
-10	ca. 3500	ca. 2800	ca. 1054
0	ca. 2200	ca. 1800	ca. 650
10	1800	1400	600
20	1730	1120	880
30	1650	540	1640
35	1490	60	2100

Berechnung nach DIN 18910 für Kühe mit 10.000 kg Milchleistung pro Jahr

DLG-Merkblatt 336



## Physiologische Grundlagen

### Hitzestress bei Kühen (THI \*)

Temperatur (°C)	relative Luftfeuchtigkeit (%)																	
	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
20	63	64	64	64	64	65	65	65	65	66	66	66	67	67	67	68	68	68
21	64	65	65	65	66	66	66	67	67	67	68	68	68	68	69	69	69	70
22	65	66	66	66	67	67	67	68	68	69	69	69	70	70	70	71	71	72
23	66	67	67	67	68	68	69	69	70	70	70	71	71	72	72	73	73	73
24	67	68	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75
25	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75	76	76	77
26	69	70	70	71	71	72	72	73	74	74	75	75	76	76	77	78	78	79
27	70	71	71	72	72	73	74	74	75	76	76	77	77	78	79	79	80	81
28	71	72	72	73	74	74	75	76	76	77	78	78	79	80	80	81	82	82
29	72	73	73	74	75	75	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	83	84
30	73	74	74	75	76	77	77	78	79	80	81	81	82	83	84	84	85	86
31	74	75	75	76	77	78	79	80	80	81	82	83	84	84	85	86	87	88
32	75	76	76	77	78	79	80	81	82	83	83	84	85	86	87	88	89	90
33	76	77	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	90	91
34	77	78	79	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93
35	77	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
36	78	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	94	95	96	97
37	79	81	82	83	84	85	86	87	88	90	91	92	93	94	95	96	97	99

kein Stress

milder Stress

Hitzestress

starker Hitzestress



\* THI – Temperatur-Feuchtigkeit-Index  
berechnet nach Thom 1959

## Physiologische Grundlagen

---

### Folgen von Hitzestress bei Milchkühen

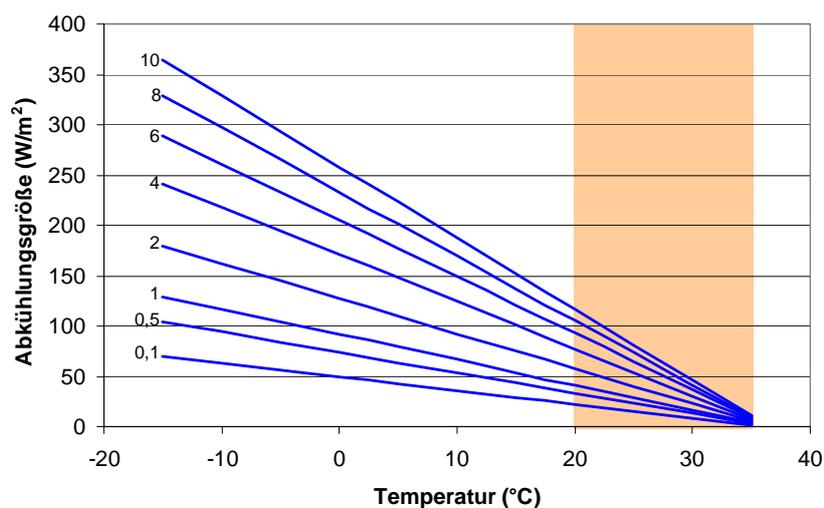
- **steigt**
  - Speichelproduktion
  - Atemfrequenz (Hecheln)
  - Herzschlag
  - Körpertemperatur
  - Zellzahl in der Milch
  - Wasseraufnahme
  - Erkrankungsrisiko
- **sinkt**
  - Futtermaufnahme
  - Milchleistung
  - Milchinhaltsstoffe (Fett, Casein)
  - Fruchtbarkeit
  - Brunstintensität
- **Todesfälle können auftreten**



## Physiologische Grundlagen

---

### Abkühlungsgröße in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit (m/s)

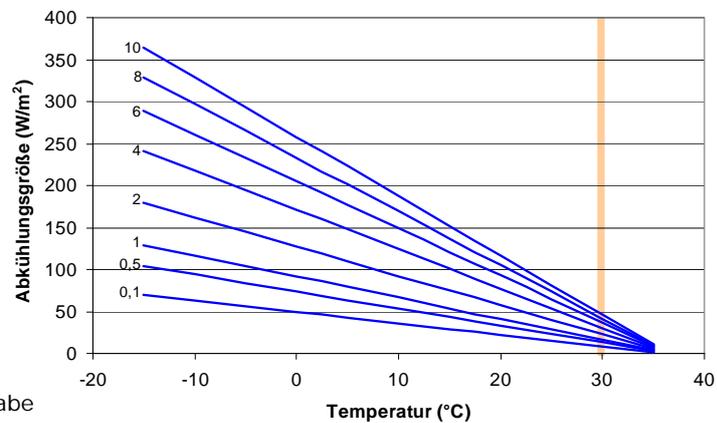
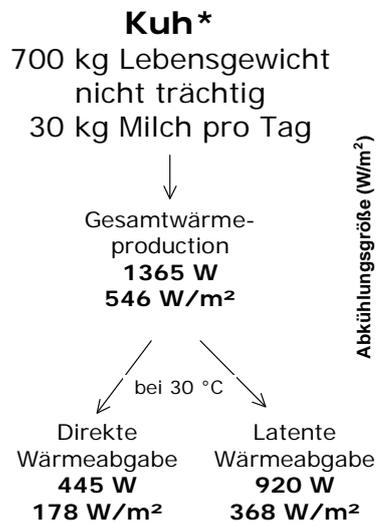


Abkühlungsgröße berechnet nach Bähr et al. 1983



## Physiologische Grundlagen

### Wärmeproduktion bei einer Milchkuh



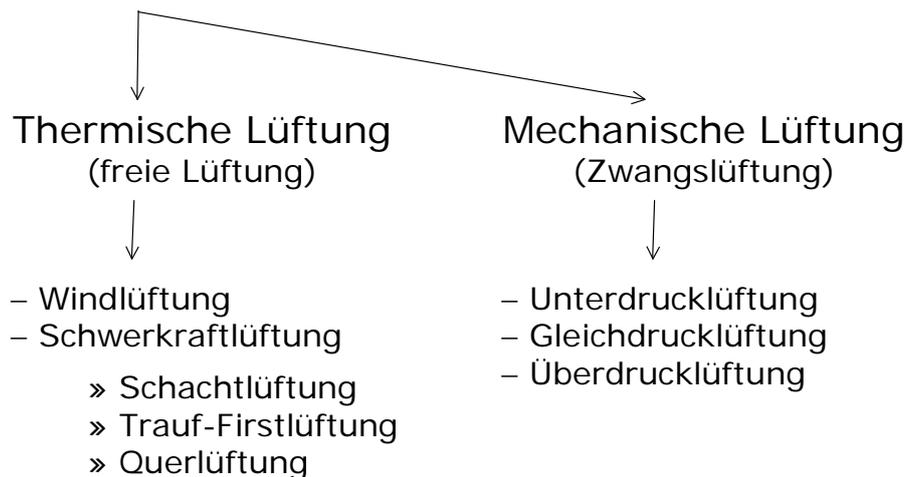
Abkühlungsgröße berechnet nach Bähr et al. 1983



\* DIN 18910-1 (2004)

## Stallklimaregulierung

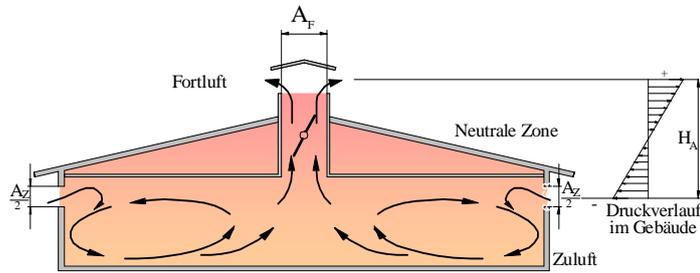
### Lüftungssysteme in Ställen



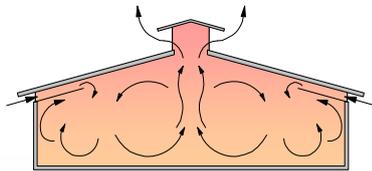
# Stallklimaregulierung

## Thermische Lüftung

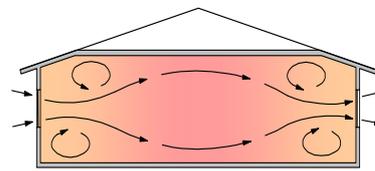
### Schachtlüftung



### Trauf-First-Lüftung

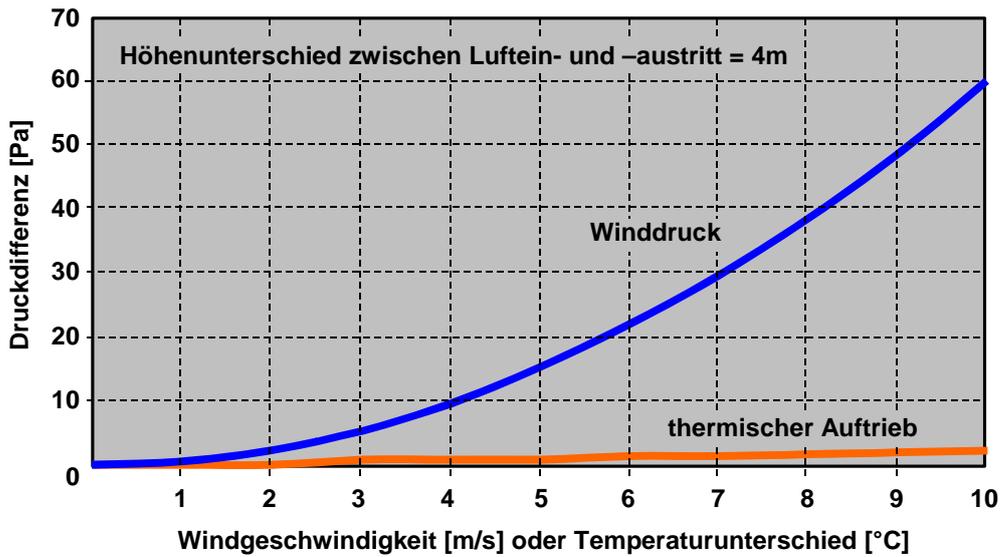


### Querlüftung



# Stallklimaregulierung

## Druckdifferenz bei Wind und thermischem Auftrieb

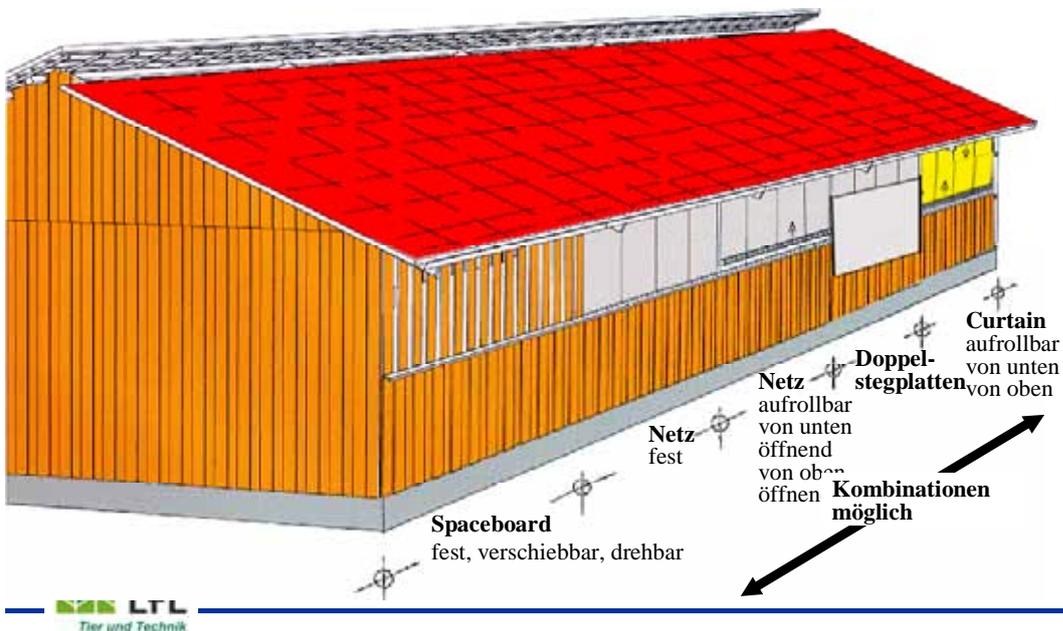


nach Van Caenegem 1998



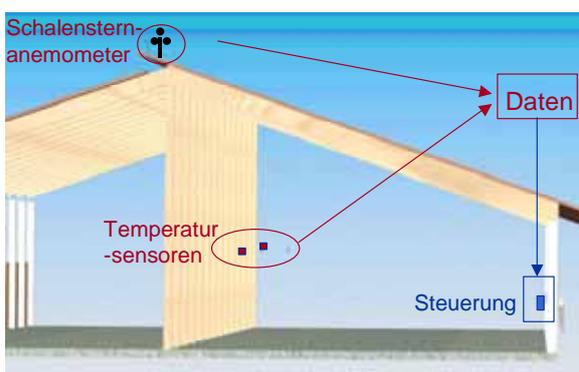
# Stallklimaregulierung

## Möglichkeiten der Regulation der freien Lüftung



# Stallklimaregulierung

## Regulation des Öffnungsgrades der Curtains



Funktion	Werkseinstellung
Ist (Temperatur) (°C)	...
Stellgröße (%)	...
Sollwert 1 (°C)	10,0
Regelbereich (K)	5,0
Begrenzung Min. (%)	0
Begrenzung Max. (%)	100
Sollwert 2 (K (°C))	-2,0
Windgeschwindigkeit (m/s)	...
Sturmschutz (m/s)	6,0

## Untersuchungen zum Stallklima

---

### Zielsetzung der Untersuchungen

- Zusammenhänge zwischen Außenklima und Stallklima
- Zusammenhänge zwischen Stallklima und Liegeverhalten der Kühe



## Untersuchungen zum Stallklima

---

### Außenklima

- Temperatur
- Luftfeuchtigkeit
- Windgeschwindigkeit
- Windrichtung



### Stallklima

- Temperatur
- Luftfeuchtigkeit
- Luftströmung
- THI



### Tier

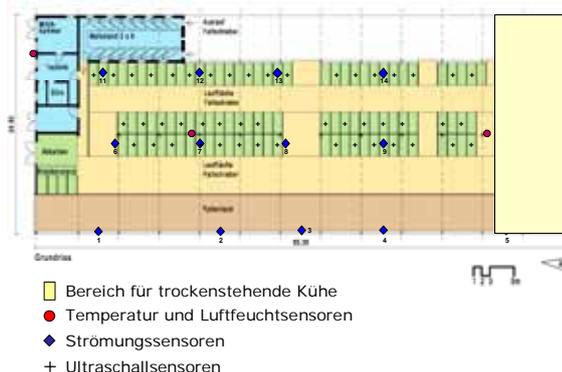
- Liegeboxbelegung



## Untersuchungen zum Stallklima

### Betrieb I

- Liegeboxenlaufstall
- 113 Liegeboxen (davon 98 für laktierende Kühe)
- Trauf-First-Lüftung, Querlüftung (2 offene Längsseiten, eine mit Curtains)
- Fütterung: 1mal täglich (TMR) nach Morgenmelken
- Melken: 2mal täglich Fischgrätenmelkstand (6:30 und 17:30)
- Laufhof
- Milchleistung: 7185 kg EMC/Kuh



## Untersuchungen zum Stallklima

### Betrieb II

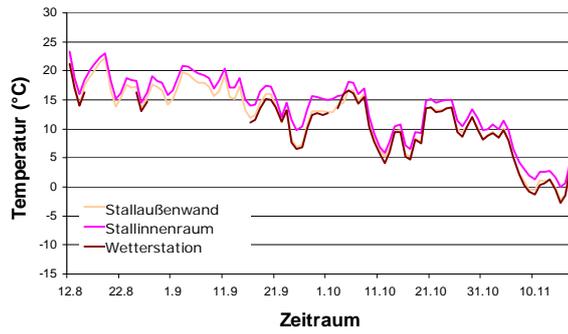
- Liegeboxenlaufstall
- 101 Liegeboxen
- Trauf-First-Lüftung, Querlüftung (2 offene Längsseiten, beide mit Curtains)
- Fütterung: 2mal täglich (Grundfütterration)
  - nach/während des Melkens
  - Kraftfutter nach Leistung
  - (2 Kraftfutterstationen)
- Melken: 2mal täglich Swingovermelkstand (6:30 und 17:30)
- Milchleistung: 6582 kg EMC/Kuh



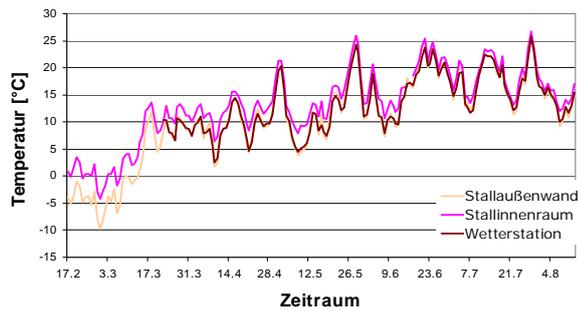
## Untersuchungen zum Stallklima

### Tagestemperatur

Betrieb I



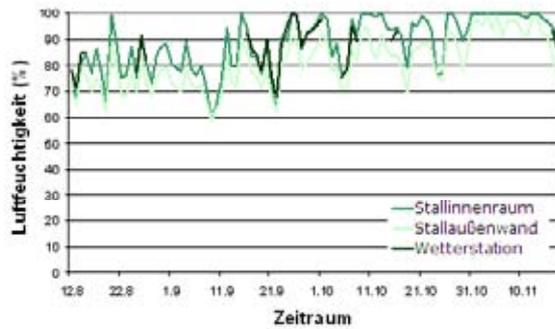
Betrieb II



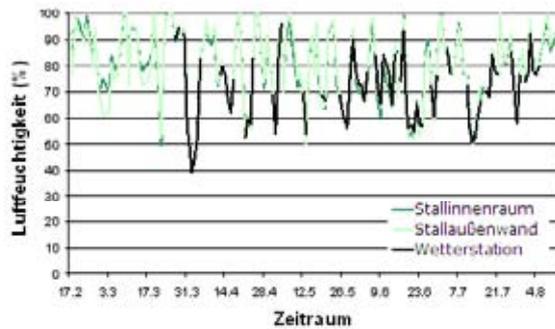
## Untersuchungen zum Stallklima

### Tagesluftfeuchtigkeit

Betrieb I



Betrieb II



## Untersuchungen zum Stallklima

### Vergleich Außen- und Innenparametern

Außen- temperatur (°C)	Betrieb I				Betrieb II			
	Temperatur		Luftfeuchtigkeit		Temperatur		Luftfeuchtigkeit	
	Differenz (K)	r	Differenz (K)	r	Differenz (K)	r	Differenz (K)	r
? 0	-2,7	0,90***	0,2	0,79***	-4,9	0,95***	-1,2	0,69***
0-5	-2,0	0,91***			-3,8	0,72***		
5-11	-2,2	0,83***	-0,2	0,89***	-2,7	0,77***	0,9	0,88***
11-17	-2,2	0,78***	0,0	0,90***	-1,8	0,75***	0,7	0,90***
17-23	-0,6	0,61***	-1,2	0,88***	-1,2	0,72***	-1,4	0,83***
> 23	0,9	0,74***	-2,2	0,71***	-1,4	0,72***	2,2	0,67***
alle	-1,9	0,98***	-0,3	0,94***	-2,5	0,98***	0,4	0,90***

\*\*\* P<0,0001

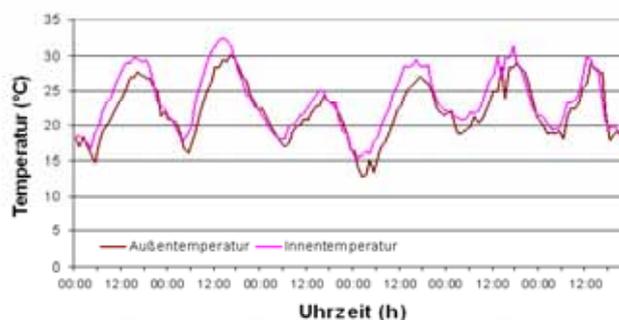


Name-AG-Institutsinterne Nummer-20

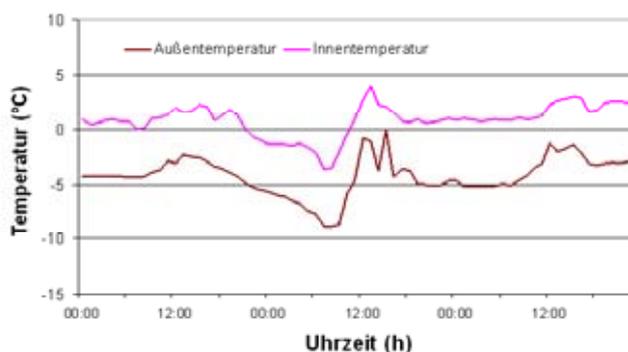
## Untersuchungen zum Stallklima

### Außen- und Innen- temperatur im Tagesverlauf (Betrieb II)

Tagesaußentemperatur  
über 20°C



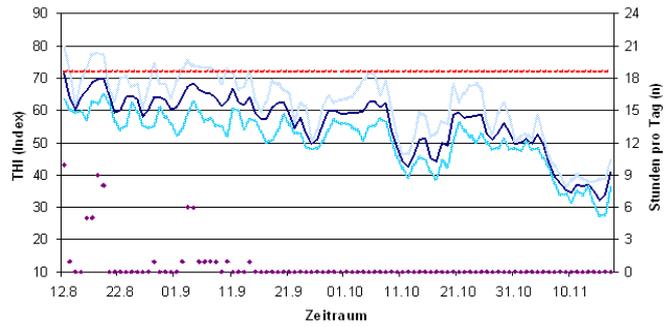
Tagesaußentemperatur  
unter 0°C



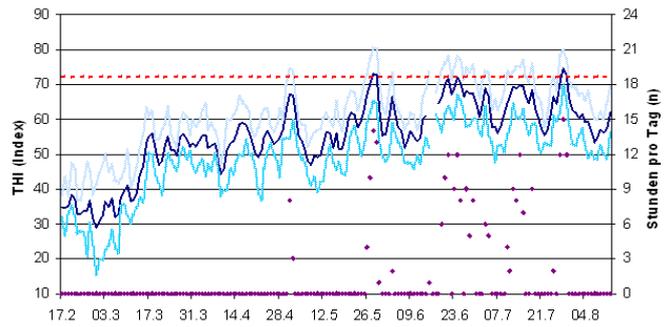
# Untersuchungen zum Stallklima

## Außentages-THI

Betrieb I



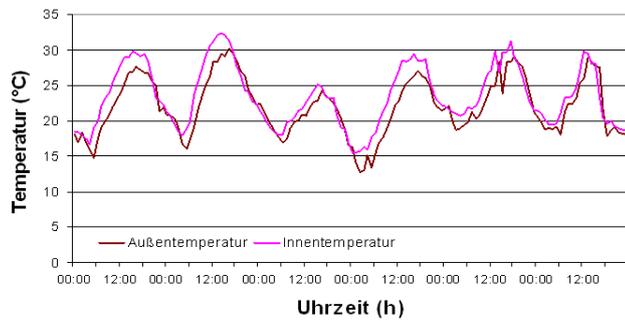
Betrieb II



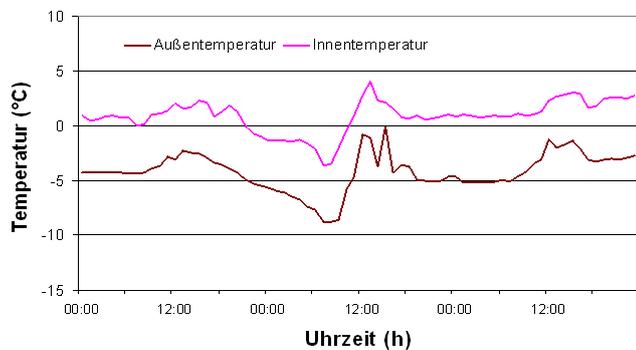
# Untersuchungen zum Stallklima

## Außen- und Innentemperatur im Tagesverlauf (Betrieb II)

Tagesaußentemperatur über 20°C

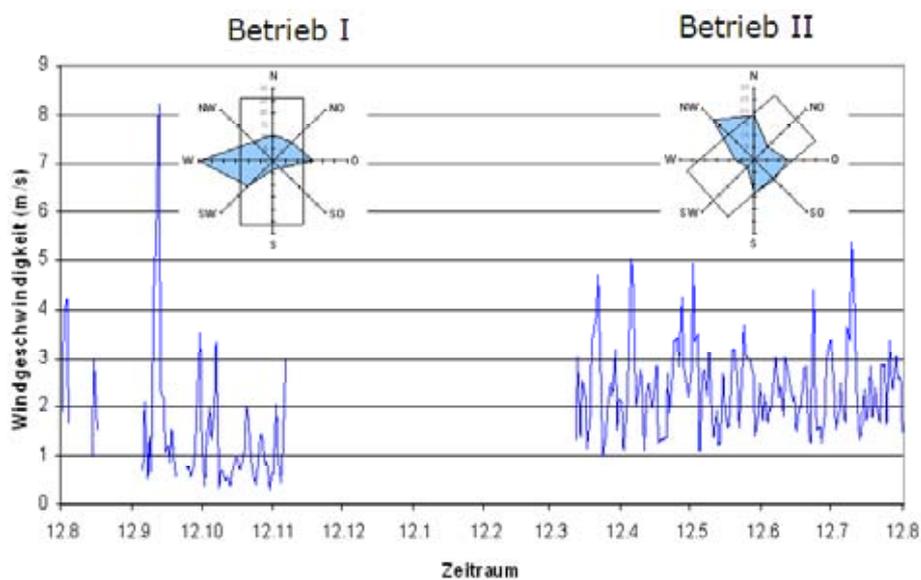


Tagesaußentemperatur unter 0°C



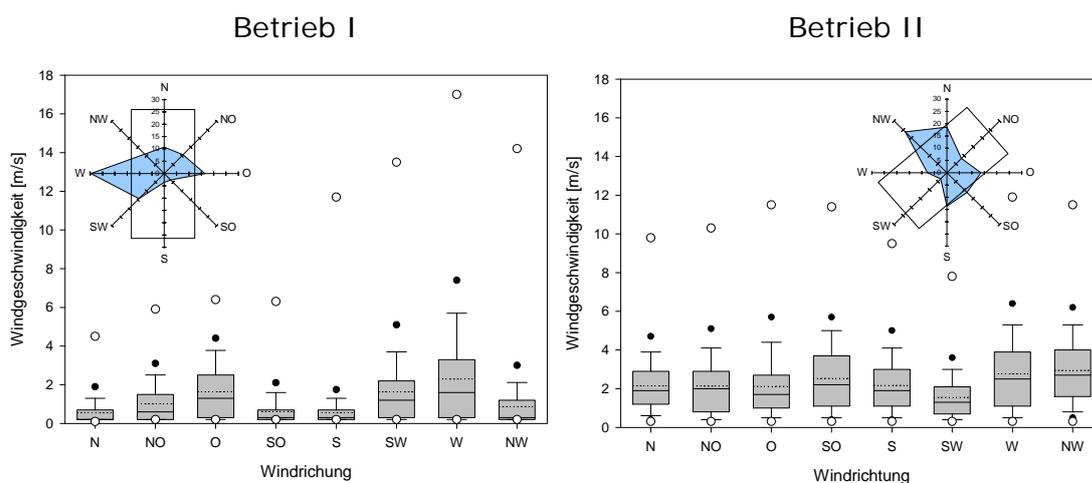
## Untersuchungen zum Stallklima

### Windgeschwindigkeit



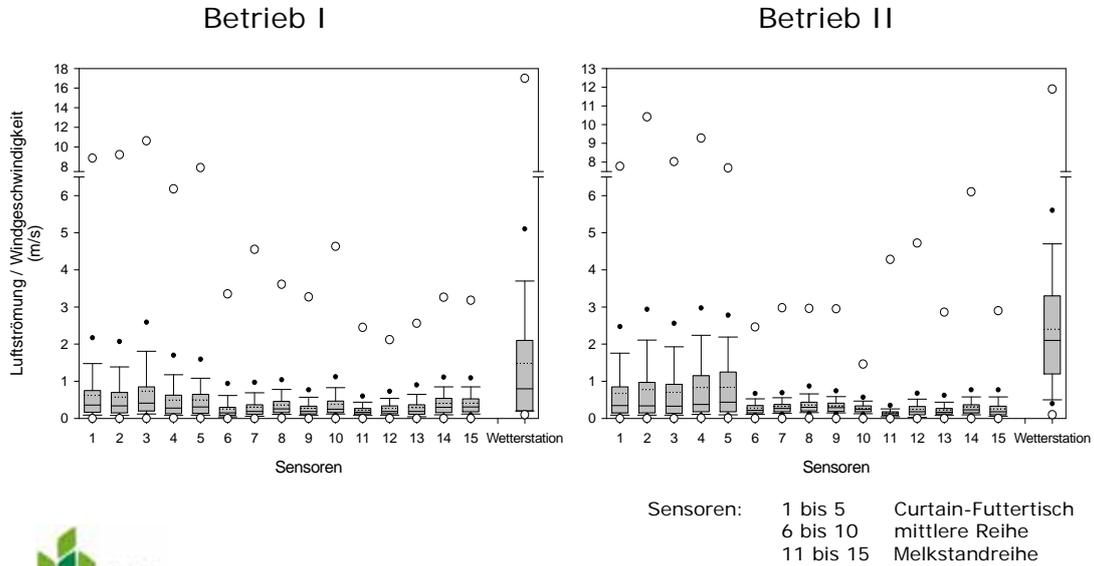
## Untersuchungen zum Stallklima

### Windrichtung und Windgeschwindigkeit



# Untersuchungen zum Stallklima

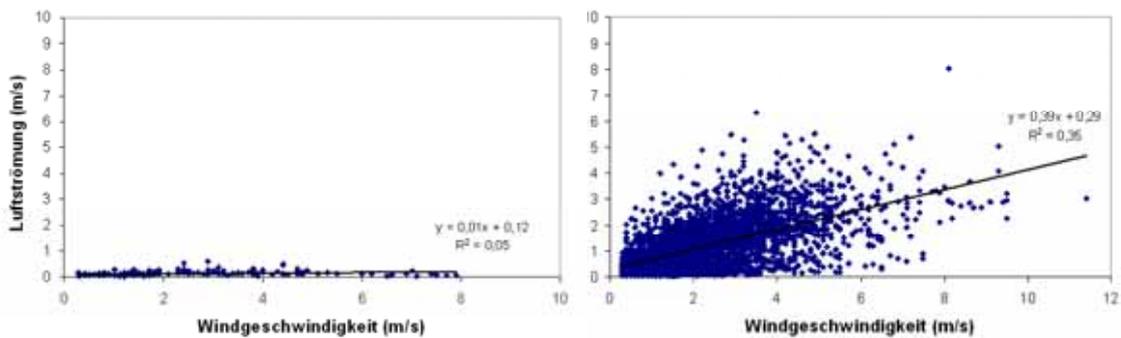
## Windgeschwindigkeit und Luftströmung im Stall



# Untersuchungen zum Stallklima

## Windgeschwindigkeit und Luftströmung im Stall

Am Futtertisch (Betrieb II, Sensor 3)



Geschlossene Curtains

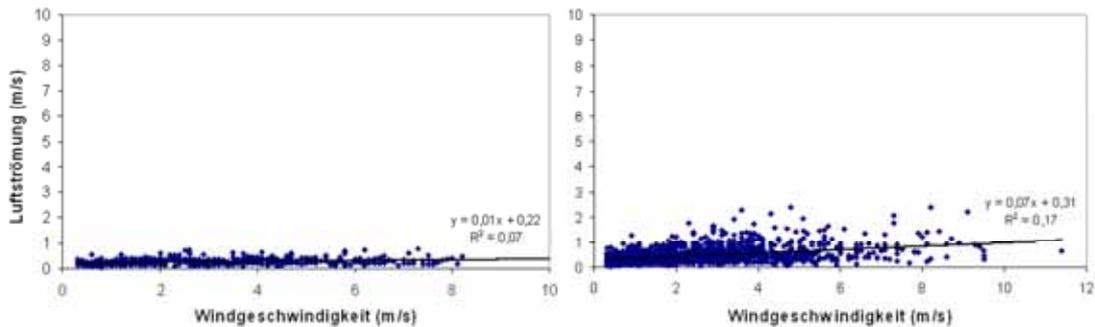
Offene Curtains  
(min 75 % der Fläche)



## Untersuchungen zum Stallklima

### Windgeschwindigkeit und Luftströmung im Stall

Bei mittlerer Liegeboxenreihe (Betrieb II, Sensor 8)



Geschlossene Curtains

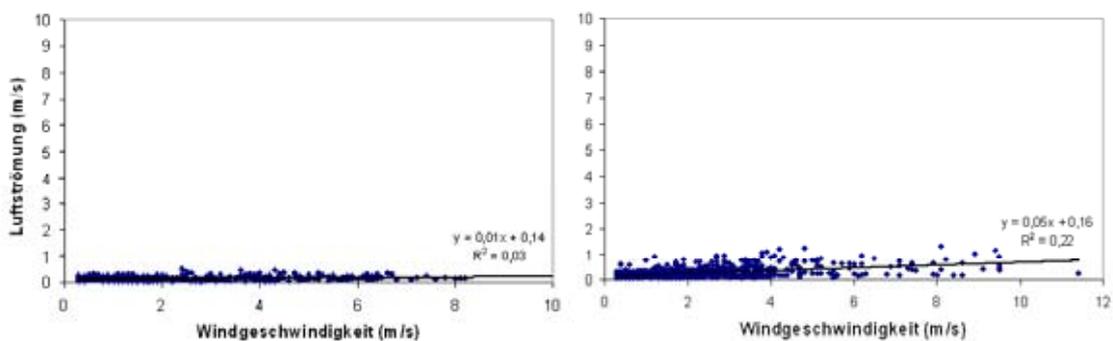
Offene Curtains  
(min 75 % der Fläche)



## Untersuchungen zum Stallklima

### Windgeschwindigkeit und Luftströmung im Stall

Am Melkstand (Betrieb II, Sensor 13)



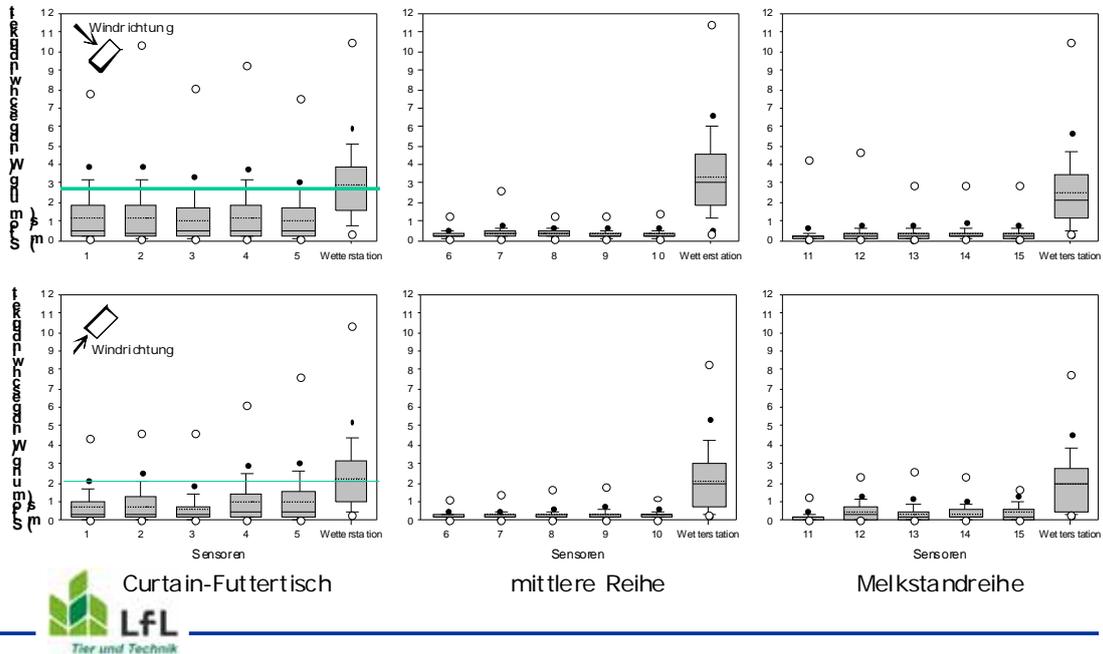
Geschlossene Curtains

Offene Curtains  
(min 75 % der Fläche)



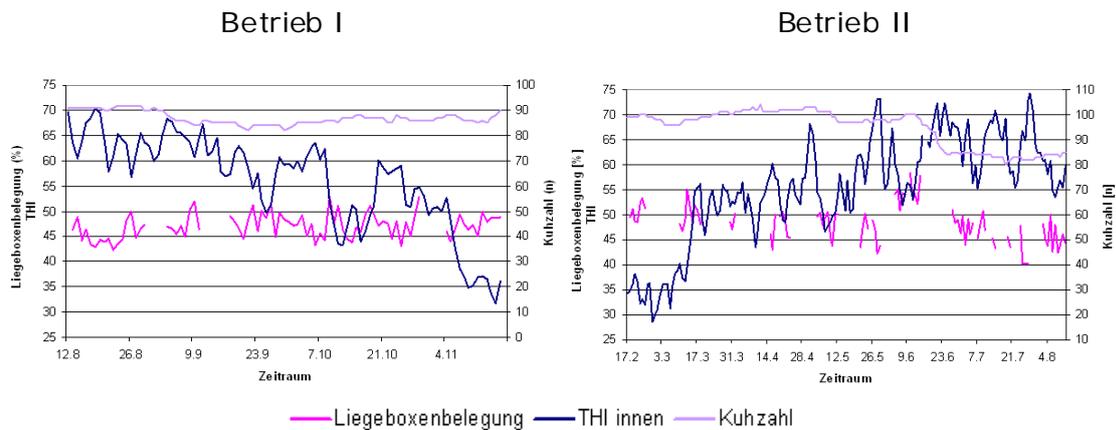
# Untersuchungen zum Stallklima

## Windrichtung und Luftströmung im Stall (Betrieb II)



# Untersuchungen zum Stallklima

## Tages-THI (innen), -Kuhzahl und -Liegeboxenbelegung



## Untersuchungen zum Stallklima

---

### THI innen und Liegeboxenbelegung

THI	Betrieb	Liegeboxenbelegung					
		Tages (06:00-05:59)		Während des Tages (11:00-14:59)		Während der Nacht (21:00-04:59)	
		r*	P =	r*	P =	r*	P =
Tagesmittelwert	I	<b>-0,27</b>	<b>0,0159</b>	<b>-0,25</b>	<b>0,0243</b>	-0,22	0,0545
	II	-0,18	0,1217	-0,08	0,4443	<b>-0,43</b>	<b>0,0001</b>
Tagesminimum	I	<b>-0,24</b>	<b>0,0318</b>	<b>-0,22</b>	<b>0,0498</b>	-0,20	0,0711
	II	-0,12	0,2869	-0,05	0,6775	<b>-0,41</b>	<b>0,0001</b>
Tagesmaximum	I	<b>-0,28</b>	<b>0,0122</b>	<b>-0,28</b>	<b>0,0133</b>	-0,22	0,0540
	II	-0,19	0,0741	-0,11	0,3143	<b>-0,40</b>	<b>0,0001</b>
Mittelwert (11:00-14:59)	I			<b>-0,26</b>	<b>0,0177</b>		
	II			-0,10	0,3358		
Mittelwert (21:00-04:59)	I					-0,19	0,0889
	II					<b>-0,44</b>	<b>0,0001</b>



\* Partielle Korrelationskoeffizienten (der Einfluss der Kuhzahl wird konstant gehalten)

## Untersuchungen zum Stallklima

---

### THI innen und Liegeboxenbelegung

- Einfluss bei den Betrieben nicht gleich
  - unterschiedliche Tier-Liegeboxenverhältnis
  - unterschiedliche Milchleistung
  - unterschiedliche Fütterung
  - Position der Boxen
  - und etc.



## Schlussfolgerungen

---

### Außenklima

### Stallklima

Außentemperatur  $\sim =$  Stalltemperatur  
Ausnahme niedrige Temperaturen

Außenluftfeuchte  $\sim =$  Stallluftfeuchte

Windgeschwindigkeit ? Stallluftströmung  
 (Futtertisch)

# Stallluftströmung  
 (Liegeboxenbereich)



## Schlussfolgerungen

---

- Nach derzeit üblicher Einstellung der Curtainsteuerung können im Winter durch langfristig permanent geschlossene Curtains größere Unterschiede zwischen Außen- und Innentemperatur auftreten. Kondenswasserbildung kann dann die Folge sein.

=> Darum sollten die Curtains unabhängig von der Stalltemperatur regelmäßig geöffnet werden, um auch im Winter einen besseren Luftaustausch sicherzustellen.



## Schlussfolgerungen

---

- Es sollte berücksichtigt werden, dass auch bei ganz offenen Curtains die Außenluftströmung nur einen geringen Einfluss auf die Luftströmung im Stall ausübt

=> Bei hohen Temperaturen sollten zusätzliche Kühlungssysteme eingesetzt werden, um das Stallklima für die Tiere angenehmen zu machen



## Schlussfolgerungen

---

- Das Stallklima beeinflusst das Liegeverhalten der Kühe
- Bei einem hohen THI sind kürzere Liegezeiten zu beobachten. Dies gibt einen Hinweis, dass eine zusätzliche Belastung durch Hitzestress vorhanden ist.
- Dieser Einfluss kann jedoch in verschiedenen Betrieben unterschiedlich stark ausgeprägt sein,
- Viele andere Faktoren (wie z.B. Tier-Liegeboxen Verhältnis, Milchleistung, Boxengestaltung, Position der Boxen und etc.) haben aber auch einen Einfluss auf das Liegeverhalten der Kühe

## Schlussfolgerungen

---

=> Bei Bewertung der Auswirkungen des Stallklimas auf das Tier muss das **Haltungssystem in seiner Gesamtheit** betrachtet werden.



---

**Danke für Ihre Aufmerksamkeit!**



## 2 Unterstützungslüftung, technische Möglichkeiten - Erfahrung in Milchviehbetrieben

Thomas Heidenreich

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft



Das Lebensministerium



**Unterstützungslüftung, technische Möglichkeiten –  
Erfahrung in Milchviehbetrieben**

**Thomas Heidenreich**

Freistaat  Sachsen

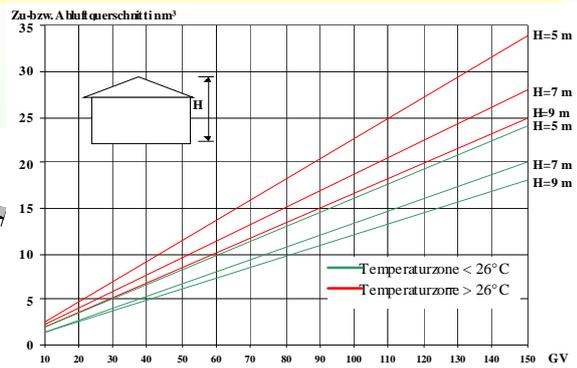
Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

## Tauf-First-Lüftung ohne Firstabdeckung

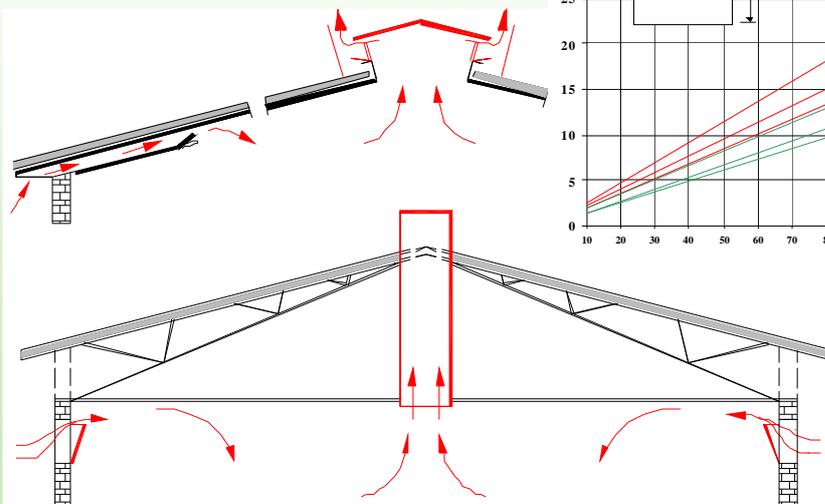


## Zu- und Abluftsysteme

**Zuluftquerschnitt in Abhängigkeit von Tierbesatz,  
Firsthöhe und Sommertemperaturrate**



**Tauf-First-System**



Quelle: ALB Bayern

### Wärmeproduktion und Wasserdampfabgabe einer Hochleistungskuh (10000 kg Milch je Jahr) im ersten Laktationsdrittel

Umgebungs- temperatur in °C	Gesamtwärme- produktion in Watt	Wärmeabgabe (sensible Wärme) in Watt	Wasserdampfproduk- tion (latente Wärme) in g/h
-10	ca. 3500	ca. 2800	ca. 1054
0	ca. 2200	ca. 1800	ca. 650
10	1800	1400	600
20	1730	1120	880
30	1650	540	1640
35	1490	60	2100

### Luftraten für Hochleistungskühe (700 kg LM) nach CIGR

Leistungsgruppe	Leistung in kg	Durchschnitt	1.Lakt. -drittel	2.Lakt. -drittel	3.Lakt. -drittel	Trocken- steher
Mindestluftrate in m <sup>3</sup> /h	10.000	136	159	132	115	94
Sommerluftrate in m <sup>3</sup> /h	DIN 18910-1	320	431	344	257	250
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

## Empfohlene Zu- und Abluftflächen für Milchkühe

Leistung 10.000 kg Milch/Jahr, Außenwindgeschwindigkeit 1 m/s

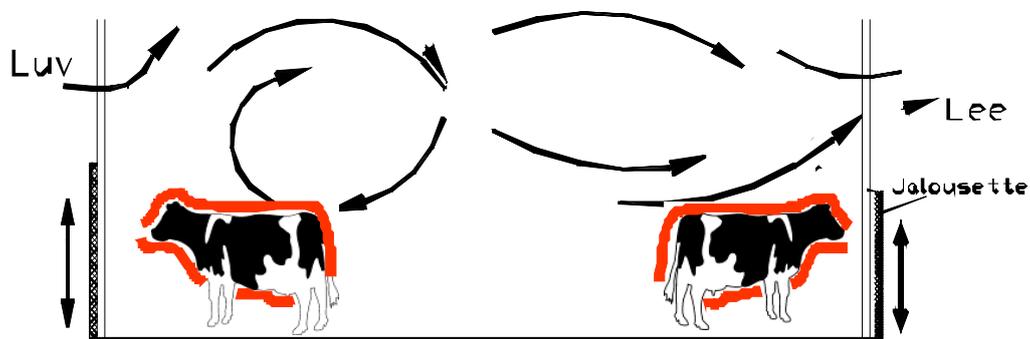
### Wärme gedämmter Stall

einzelnd stehend Queranströmung	von anderen Gebäuden beeinflusst bzw. ungünstige Lage
<b>0,4 - 0,5 m<sup>2</sup></b>	<b>0,5 - 0,8 m<sup>2</sup></b>

### Außenklimastall

einzelnd stehend Queranströmung	von anderen Gebäuden beeinflusst bzw. ungünstige Lage
<b>0,8 - 1,0 m<sup>2</sup></b>	<b>1,0 - 1,2 m<sup>2</sup></b>

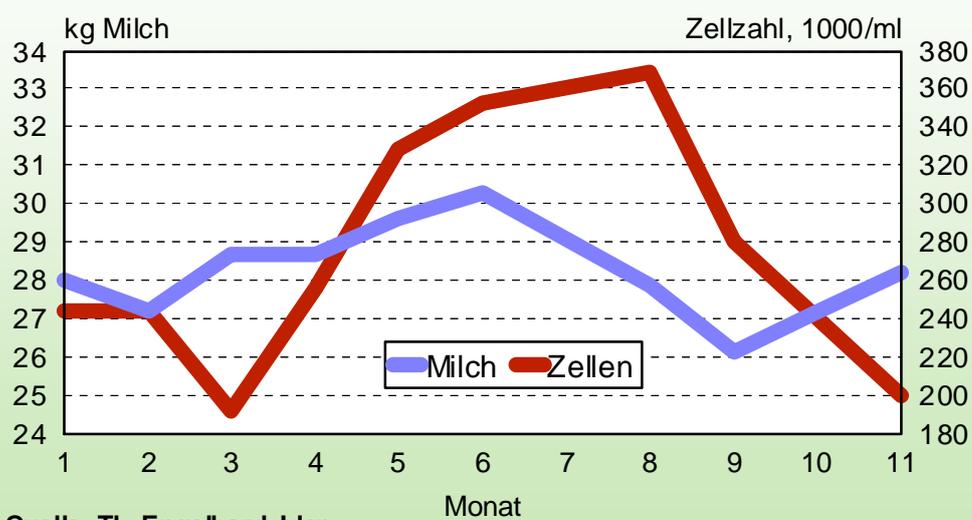
## Querlüftung im Milchviehstall





Freistaat Sachsen  
Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

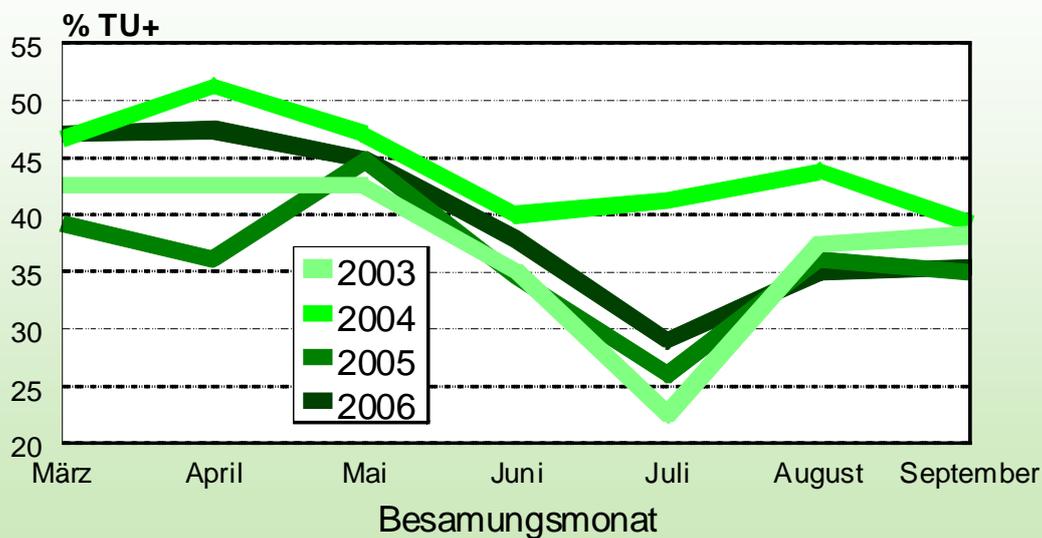
### Melkdurchschnitt und Zellzahl (MLP) im Jahr 2006 in einem Praxisbetrieb in Sachsen-Anhalt



Quelle: Th. Engelhard, Iden

Freistaat Sachsen  
Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

## TU-Ergebnisse im Bestand der LLFG Iden



Quelle: Th. Engelhard, Iden

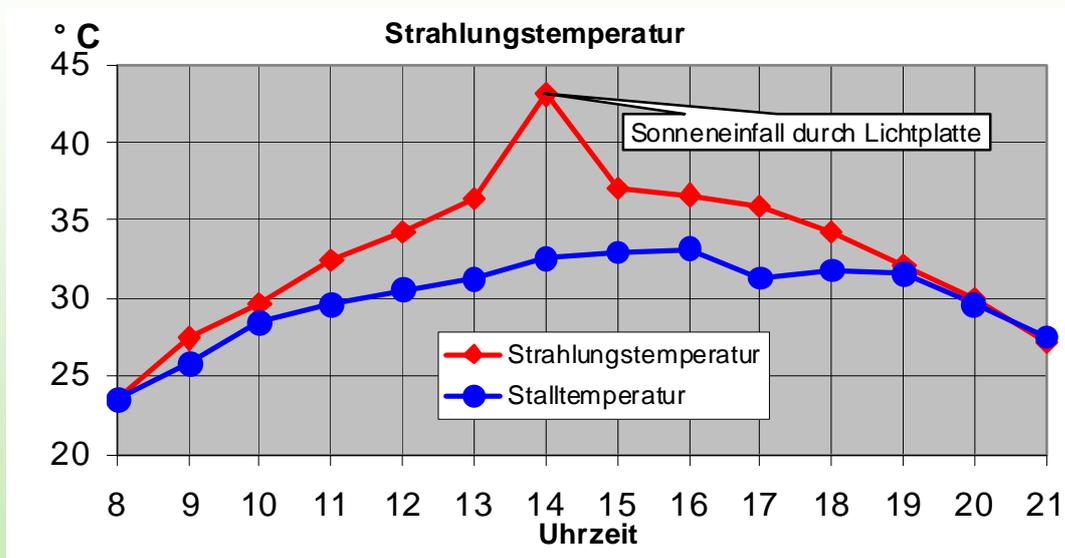
### Wärmeeintrag durch ungedämmte Dächer und resultierende Luftrate je Kuh

Temperatur über Dach °C	35	40	45	50	55	60
W/Kuh bei 10 m <sup>2</sup> Dachfläche	165	330	495	660	825	990
Luftrate in m <sup>3</sup> /Kuh*h	174	348	521	695	869	1.043

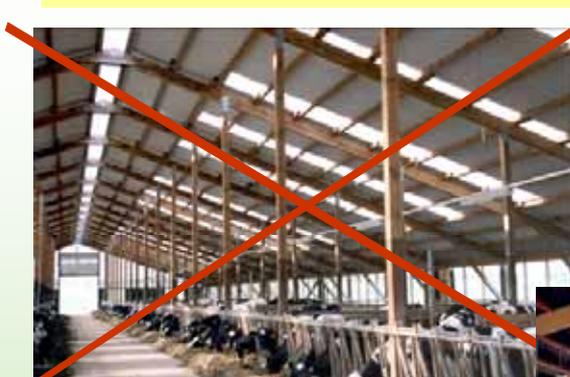
### Theoretisch notwendige Luftraten für Kuhställe

	Durchschnitt	1. Lakt.-drittel	2. Lakt.-drittel	3. Lakt.-drittel	Trockensteher
Stall <b>ohne</b> wärmegeämmte Decke	1.172	1.264	1.169	1.107	1.029
Stall <b>mit</b> wärmegeämmter Decke	477	569	473	412	334

## Strahlungstemperatur eines ungedämmten Daches (Wellfaserzementplatten, rot)



## Anordnung von Lichtplatten



## Anzeichen und Auswirkungen von Hitzestress

### Anzeichen von Hitzestress:

- Erhöhte Atemfrequenz, bis zu 80 Atemzüge je Minute (Pumpen)
- Reduzierung der Futteraufnahme
- Erhöhung der Wasseraufnahme
- Erhöhung der Körpertemperatur auf 39 bis 40 °C

### Auswirkungen von Hitzestress (nach amerikanischen Angaben):

- Abfall der Milchleistung bis zu 4 kg/d
- Geringere Östrusraten, erhöhter embryonaler Frührtod
- bei Auftreten von Hitzestress in den letzten 3 Trächtigkeitsmonaten:
  - ? geringere Geburtsgewichte der Kälber
  - ? Stoffwechselprobleme nach der Abkalbung
  - ? Milchleistungseinbußen bis zu 12 % in der Folgelaktation

## Tier - Temperatur - Luftfeuchte - Index (Livestock Temperature Humidity Index)

Ambient air		Relative Humidity (%)					
Temp. °F	Temp. °C	20	30	40	50	60	70
100	37.8	26	29	30	31	33	34
98	36.7	26	28	29	31	32	33
96	35.6	26	27	28	30	31	32
94	34.4	26	27	28	29	31	32
92	33.3	25	26	27	28	29	30
90	32.2	25	26	26	27	28	29
88	31.1	24	24	26	27	27	28
86	30	23	24	25	26	27	27
84	28.9	22	23	24	25	26	27
82	27.8	22	23	23	24	25	26
80	26.7	21	22	23	23	24	24
78	25.6	20	21	22	23	23	24
76	24.4	19	21	21	22	22	23
Livestock Safety Index (°C)		Normal <23	Alert 24-25.5	Danger 26-28	Emergency >29		

Quelle: Tennis Marx 2004

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

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

Quelle: nach R. Barnwell (1997)

## Prinzipien der Unterstützungslüftung

Unterstützungslüftung				
Prinzip	Zuschaltung von Abluft-Ventilatoren	Zuschaltung von Umluft-Ventilatoren		
Ziel	Steigerung des Luft-Austausches, Erhöhung der Luft-Geschwindigkeit im Stall	Erhöhung der Luft-Geschwindigkeit im Stall, Steigerung des Luft-Austausches	Steigerung der Luft-Zirkulation	
Ausführung	Axialventilatoren in Stim- oder Seitenwänden (z. B. Tunnellüftung)	Axialventilatoren mit parallel gerichteter Raumströmung (längs oder quer zur Stallhauptachse)	Oszillierende Axialventilatoren oder in kreisförmiger Anordnung	Deckenventilatoren mit vertikaler Raumströmung

## Umluftsystem

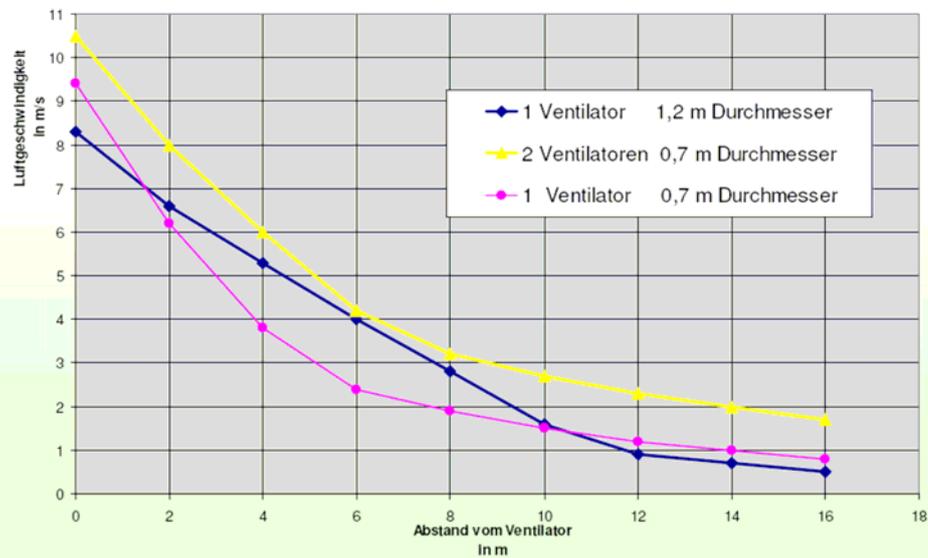


Quelle: F. Koch; LK Hannover

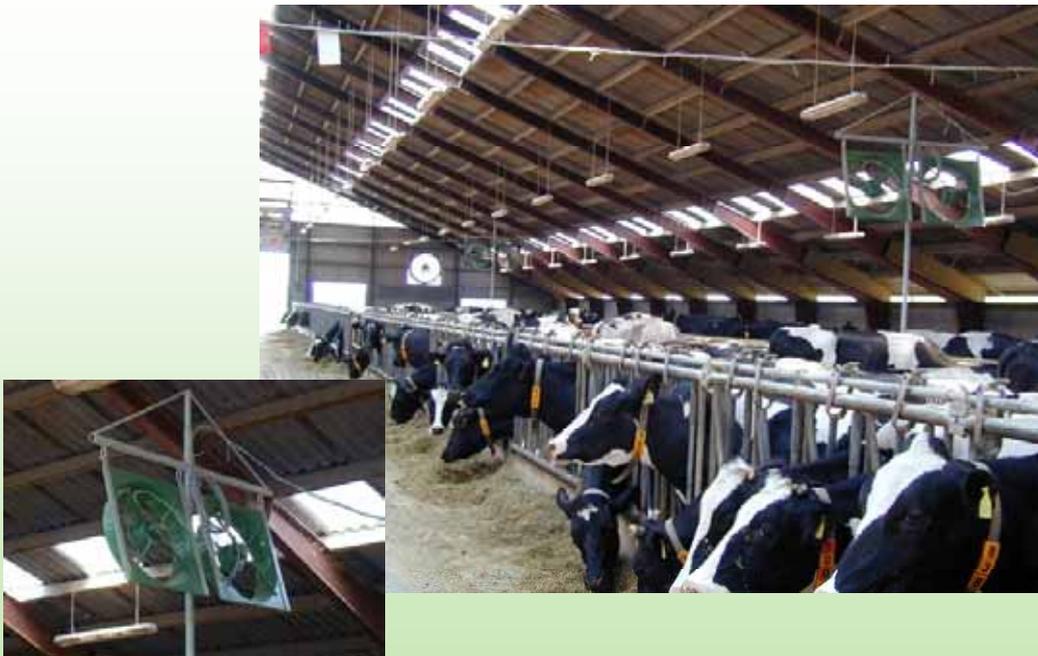
## Anordnung von Einzelventilatoren



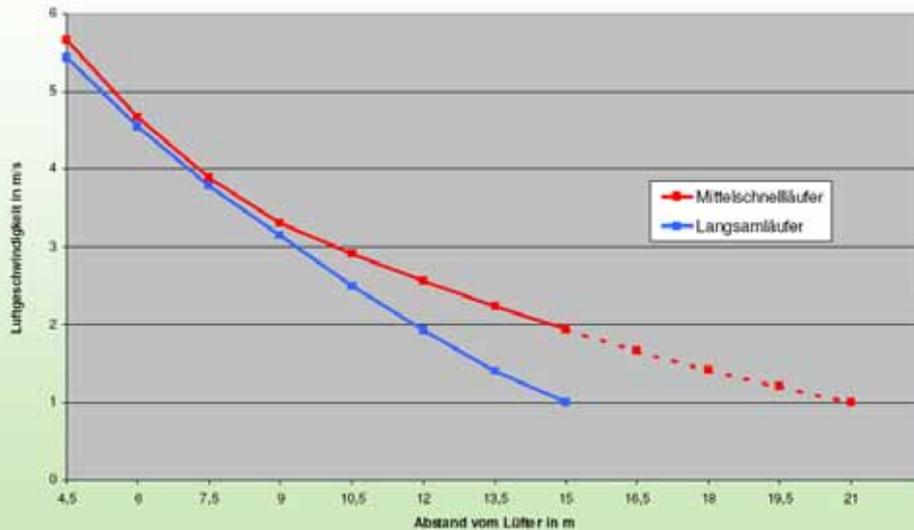
## Wurfweite von Ventilatoren



## Anordnung von Ventilatoren im Block



## Wurfweite unterschiedlicher Ventilatoren (Zweierblock)



## Anordnung von Ventilatoren im Block



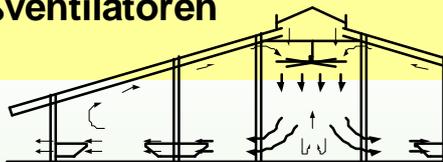
## Anordnung von Ventilatoren im Block



## Anordnung von Ventilatoren im Block

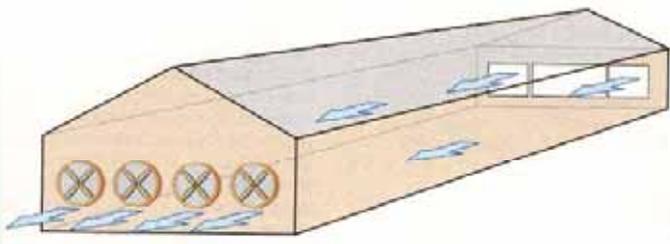


## Großventilatoren



Quelle: Amtjen

## Tunnellüftung



Quelle: Top Agrar 6/2000

## Lüftung in Melkstand und Vorwartehof

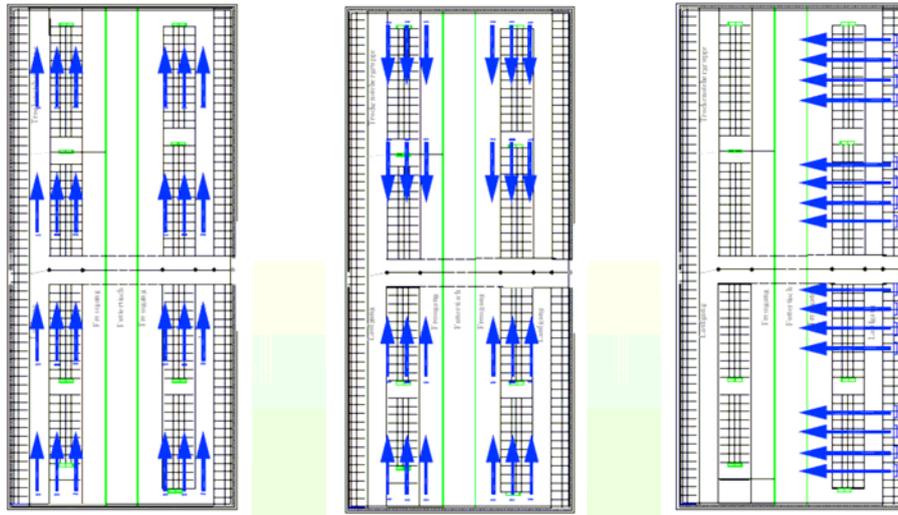


Quelle: Schleitzer

## Einflussfaktoren für die Ventilatorauswahl und -anordnung

- **Stallform (wärme gedämmt - nicht wärme gedämmt)**
- **Stallhöhe (2,70 m Unterkante Ventilator)**
- **Stalllänge (Wurfweite, Anzahl Ventilatorblöcke)**
- **Stallbreite (Querlüftung)**
- **Lage der Wohnbebauung, Biotope**
- **Entfernung zur Wohnbebauung, Biotop  
(Lärm, Geruch, Ammoniak)**
- **Preis, Energiebedarf, Haltbarkeit**

## Anordnungsformen von Ventilatoren



## Unterstützungslüftung als Querlüftung



## Vergleich verschiedener Ventilatoren ( Messungen d. Sächs. LfL)

Ventilator typ	Hersteller	Spannung V	Ø Innen / BxH außen mm	Drehzahl n/min	Luft- leistung bei 0 Pa m³/h*	Nenn- leistung Watt	Gemess. Leistungs- aufnahme Watt	Spez. Leistung W/1000 m³
TB6E50Q	Vostemans- Multi fan	230	518 / 605x605	900	7060	300	280	39,7
TB4D40Q	Vostemans - Multi fan	230/400	420 / 505x505	1400	5050	210	245	48,5
4E125-4PP-25Q	Vostemans - Multi fan	230	1250 / 1370 x1370		42800	1580	1350	36,9
FC 080- ADQ.6K.5 **	Ziehl-Abegg	400	800 / 970x970	680/490	17500 / 13500**	720 / 440	438 / 285	25,0 / 21,1
FE 071- 6DQ.3F.3	Ziehl-Abegg	400	710 / 850x850	915	13500	550	445	33,0
FC 125- NDL.7ML.3 **	Ziehl-Abegg	400	1250 / 1170x1170	380/250	37500 / 25800	1150 / 560	1060 / 585	28,3 / 22,7
Big fan 20 f	BigASSFans	400	61000	60	210000	550	675	3,2
Big fan 20 f	BigASSFans	400	61000	55	320000	1110	--	3,5

\* nach Herstellerangaben

\*\* Ventilatoren mit Stern-Dreieckschaltung

Freistaat  Sachsen

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

## Vergleich verschiedener Ventilatoren ( DLG - Prüfberichte)

Ventilator typ	Hersteller	Spannung V	Ø innen/ BxH außen mm	Drehzahl n/min	Luftleistung bei 0 Pa * m³/h	Nenn- leistung Watt	Gemess. Leistungs- aufnahme* Watt	Spez. Leistung * W/1000 m³
ES 140 R/R	Gigola & Riccardi	230/400	1270 / 1375x1375	430	33000	750	1107	33,5
ES 120 R/R	Gigola & Riccardi	230/400	990 / 1145x1145	590	23200	550	925	39,9
EOS/ EOR 30	Termotecnica	400	776 / 923x923	690	13700	550	750	54,6
EOS/ EOR 36	Termotecnica	400	930 / 1074x1074	610	20300	550	870	42,9
EOS/ EOR 50	Termotecnica	400	1267 / 1380x1380	408	35300	750	1170	33,2

\* Werte nach DLG-Prüfberichten, bei Termotecnica für die Typenreihe EOS, bei Gigola & Riccardi für die Ausführung mit 400 V Spannungsanschluss

Freistaat  Sachsen

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

## Vergleich verschiedener Ventilatoren ( Herstellerangaben)

Ventilatorotyp	Hersteller	Spannungs- Anschluss	BxH außen (Durchmesser)	Drehzahl*	Luftleistung* bei 0 Pa	Nennleistung	Spez. Leistung
		V	mm	n/min	m³/h	Watt	W/1000 m³
Milchventilator	Vostermans -Multifan	400	1300 x 1300	550	48500 (36500)*	1300 (1286)*	26,2 (35,2)*
K6D71 / DF 710	Vostermans (de Laval)	400	750 x 750	900	16400	500	30,5
ES 100	Gigola & Riccardi	230 /400	960 x 960		16500	550	33,1
6E92Q	Vostermans -Multifan	230	1005 x 1005	900	21100	790	37,4
FE 091- 6DQ.6F.3Z	Ziehl - Abegg	400	1070 x 1070	890	24000	960	40,2

\* Werte aus Kurzzeit-Praxismessung

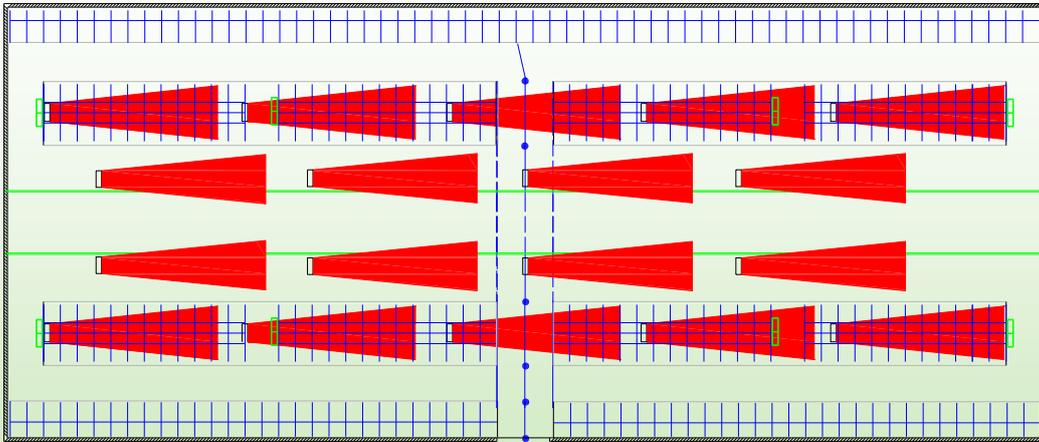
## Relative Vorzüglichkeit verschiedener Ventilatorenanordnungen

Ventilatoren		Gruppe		
Anordnung		I	II	III
über Liegeboxen	Lüfterreihen	2	1	2
über Fressgang	Lüfterreihen	0	1	1
Ventilatoren gesamt	Anzahl	16	16	24
Milchleistung	Kg/Kuh	42,6	44,8	43,8
TS-Aufnahme	Kg/Kuh	25,2	25,2	25,5

Quelle: Brouck, Kansas State-University

## Variante 1: Multifan 130

Das Lebensministerium



**nominal:** 10x 1,65 kW (1,286 kW)\* = 16,5 kW (12,86 kW)\* **Luftrate:** 448.100 m<sup>3</sup> = 1404 m<sup>3</sup>/TPI

**optimal:** 18x 1,65 kW (1,286 kW)\* = 29,7 kW (23,15 kW)\* **Luftrate:** 806.580 m<sup>3</sup> = 2528 m<sup>3</sup>/TPI

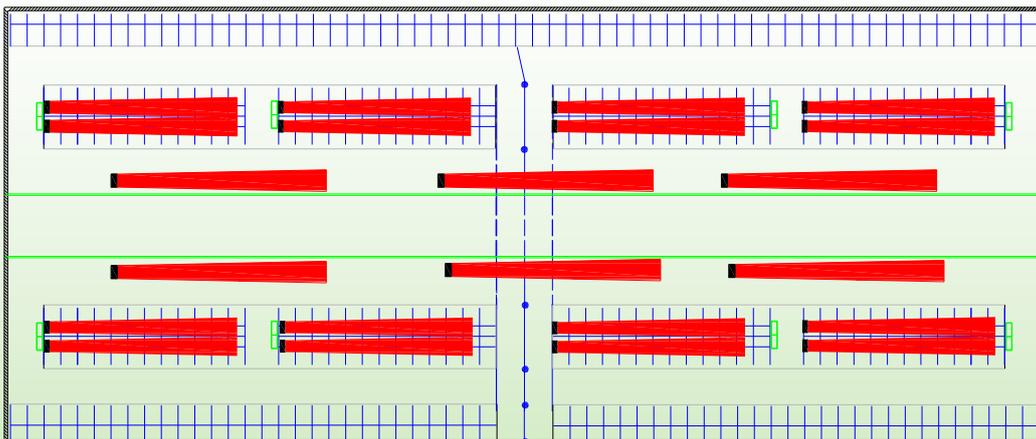
( ) \* gemessen

Freistaat  Sachsen

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

## Variante 2: Ziehl-Abegg FE 071

Das Lebensministerium



**nominal:** 16 x 0,55 kW (0,445 kW)\* = 8,8 kW (7,12 kW)\* **Luftrate:** 216.000 m<sup>3</sup> = 677 m<sup>3</sup>/TPI

**optimal:** 22 x 0,55 kW (0,445 kW)\* = 12,1 kW (9,79 kW)\* **Luftrate:** 297.000 m<sup>3</sup> = 931 m<sup>3</sup>/TPI

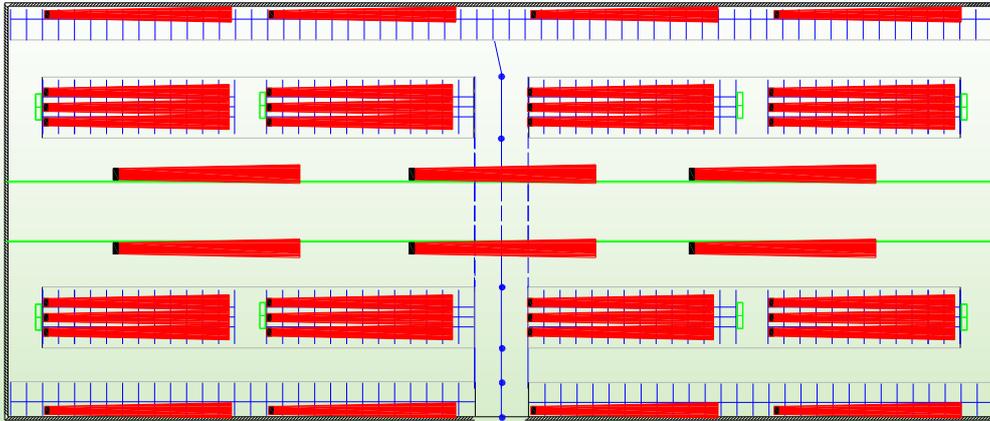
( ) \* gemessen

Freistaat  Sachsen

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

Variante 3: Multifan TB6E50Q

Das Lebensministerium



nominal: 24 x 0,3 kW (0,28 kW)\* = 7,2 kW (7,12 kW)\* Luftrate: 169.440 m<sup>3</sup> = 531 m<sup>3</sup>/TPI

optimal: 30 x 0,3 kW (0,28 kW)\* = 9,0 kW (8,40 kW)\* Luftrate: 211.800 m<sup>3</sup> = 664 m<sup>3</sup>/TPI

luxus: 38 x 0,3 kW (0,28 kW)\* = 11,4 kW (10,64 kW)\* Luftrate: 268.280 m<sup>3</sup> = 841 m<sup>3</sup>/TPI

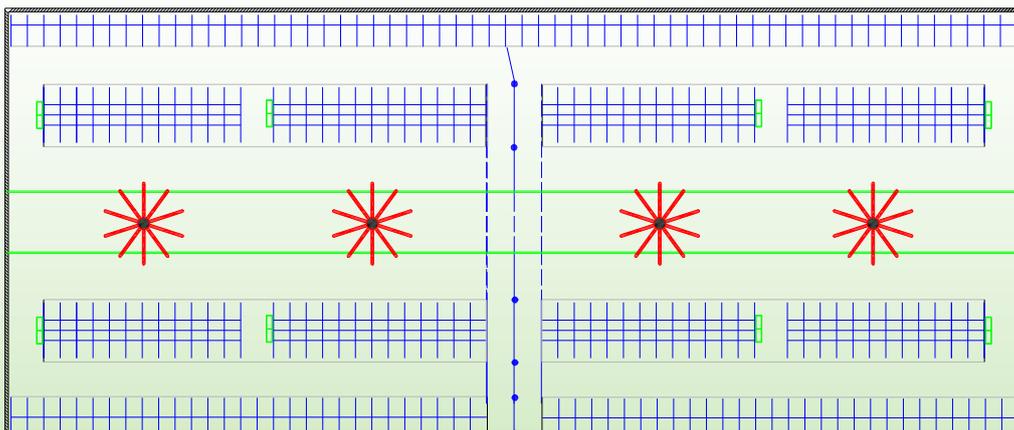


( )\* gemessen

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

Variante 4: Big ASS Fan 20 feet Ø 6,10 m

Das Lebensministerium



nominal: 4 x 1,11 kW = 4,44 kW

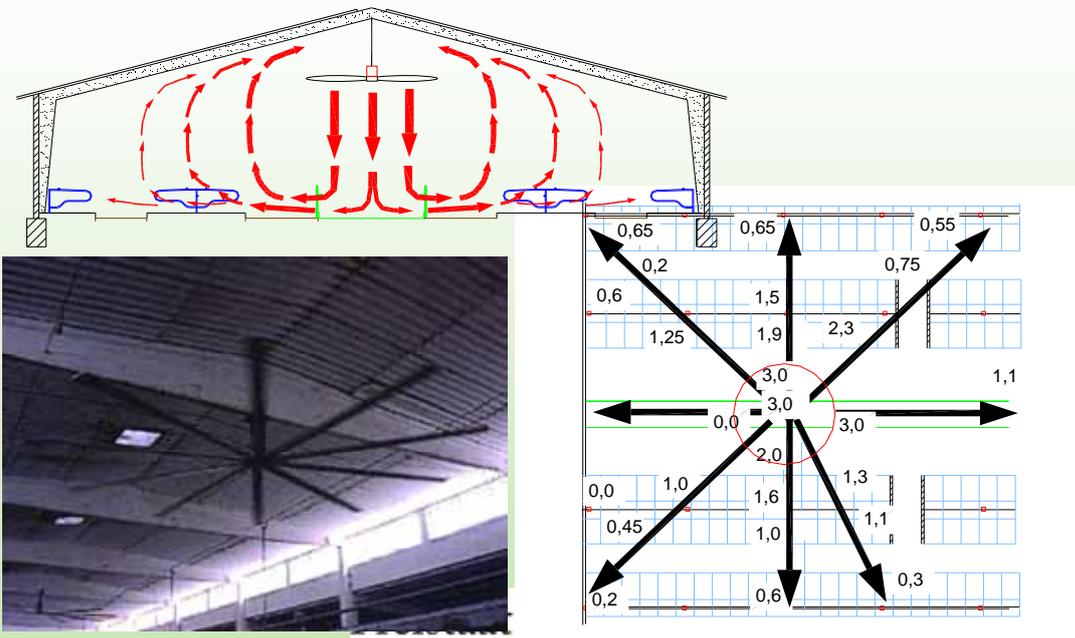
Luftrate: 1.280.000 m<sup>3</sup> = 4010 m<sup>3</sup>/TPI



Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

Variante 4: Big ASS Fan 20 feet Ø 6,10 m

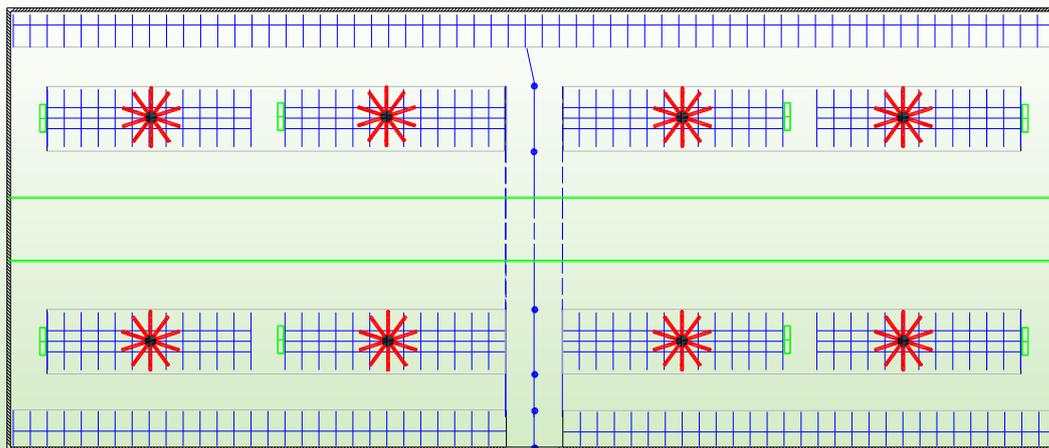
Das Lebensministerium



Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

Variante 4: Big ASS Fan 14 feet Ø 4,27 m

Das Lebensministerium



optimal: 8 x 0,75 kW = 6,0 kW

Luftrate: 1.840.000 m<sup>3</sup> = 5935 m<sup>3</sup>/TPI

Freistaat  Sachsen

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

## Weitere Ventilatoren im Energievergleich



Termotecnica EOR 50



Gigola &amp; Riccardi ES 140

## Energiekostenvergleich für einen Stall mit 320 Kuhplätzen

(Einsatzzeit: 1500 h/a, Energiekosten: 15 ct/kWh, Nutzungsdauer: 8 Jahre)

Hersteller	Ventilator typ	Anzahl	Energiebedarf kW/Fan	kW gesamt*	Energiekosten gesamt in €	Energiekosten/TP*a in €	theor. Mehrinvest. in €
Vostermans -	Multivan 130	10	1,286	12,9	2902	9,07	0
		18	1,286	23,1	5197*	16,24	0
Termotecnica	EOR 50	10	1,170	11,7	2632	8,23	2160
		18	1,170	21,1	4747	14,84	3600
Gigola & Riccardi	ES 140 R/R	10	1,107	11,1	2497	7,80	3240
		18	1,107	19,9	4477	13,99	5760
Vostermans (de Laval)	DF 710	16	0,500	8,32	1872	5,85	8244
		22	0,500	11,44	2574	8,04	20988
Ziehl - Abegg	FE 071-6DQ	16	0,445	7,1	1597	4,99	10440
		22	0,445	9,8	2205	6,89	23940
Multivan	TB6E50Q	24	0,280	6,7	1507	4,71	11160
		30	0,280	8,4	1890	5,91	26460
		38	0,280	10,6	2385	7,45	22500
Big-ASS-Fan	6,10 m 4,27 m	4	1,100	4,4	990	3,09	15300
		8	0,750	6,0	1350	4,22	30780

## Empfehlung zur Steuerung der Ventilatoren

- Thermostatische Steuerung
  - einstufig (bis 16 A Schaltleistung)
  - mehrstufig, mit Einstellung der Schaltstufen
  - mit oder ohne Schaltschütz
- Drehzahlregulierung möglichst nur als Stern-Dreieck-Schaltung
- stall-, abteil- bzw. leistungsgruppenabhängige Regelung



## Energieverbrauch (Versuchsstall)

Kuhstall 326 Plätze, 315 Kühe

installierte Luftleistung: 12 Ventilatoren mit 284000 m<sup>3</sup>/h = 870 m<sup>3</sup>/Tierplatz

Anschlusswert / Tierplatz: 29,7 W

Erhebungszeitraum: 15.05.03 – 05.11.07 ~ 5 Jahre

Verbrauch gesamt:	49098 kWh
Verbrauch je Jahr	9820 kWh
Verbrauch je Kuh* a	31,2 kWh
Verbrauch je Kuh* d (maximal)	0,71 kWh
Stromkosten/Jahr (15 ct/kWh)	1473,00 EUR
Stromkosten/Kuh	4,68 EUR

## Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Investitionen	13600,00	EUR
Inv/platz	42,50	EUR
Abschreibung 12,5 % (8 Jahre)	5,30	EUR
Instandhaltung 2%	0,85	EUR
Arbeitszeitaufwand 10 h	1,00	EUR
Energiekosten	5,00	EUR
<b>Summe</b>	<b>12,15</b>	<b>EUR</b>
Milchleistungserhöhung 120 l	36,00	EUR
Fruchtbarkeitsverbesserung	15,00	EUR
Senkung der Reproduktionsrate	?	

**⇒ Ergebnis: 38,85 EUR + X**

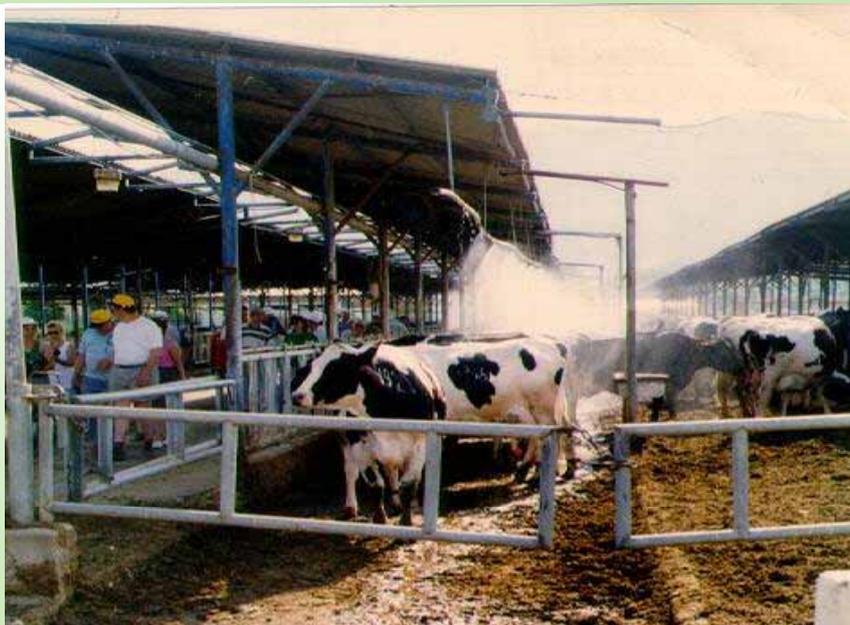
### Trächtigkeiten aus Besamungen vom 10. Juni bis 31.08.2006 in verschiedenen Ställen der Milchviehanlage Iden

Stall, Lage, Ausstattung <small>(Anzahl auswertbare Besamungen)</small>	Jung- kühe	Mehrkalbs- kühe
<b>Stall 1, Süd-Ost</b> <b>keine Lüfter</b> <small>(124)</small>	<b>29 %</b>	<b>19 %</b>
<b>Stall 2, Nord-West</b> <b>Lüfter</b> <small>(41)</small>	<b>48 %</b>	<b>41 %</b>

Quelle: Th. Engelhard, Iden

**> 2.000 € Verluste**

## Kühlung durch Wasserversprühung



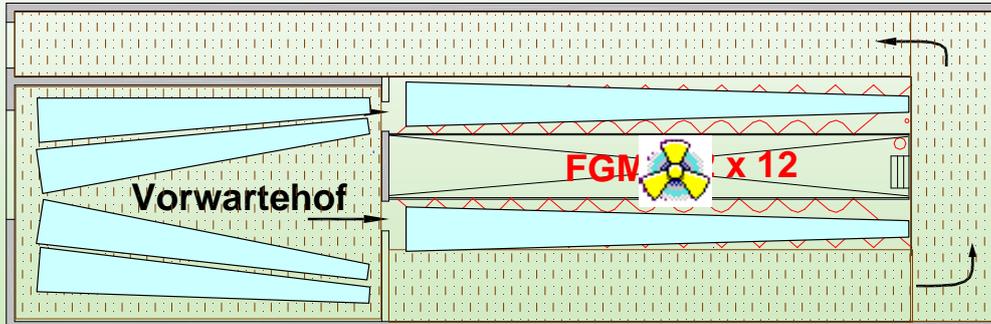
Quelle: Rudovsky

## Wärme-, Wasserdampfproduktion und Luftraten im Melkstand und Vorwarte Hof

Melkstand	Einheit	Winterlüftung 15 C	Sommerlüftung 30 C
Wärmeproduktion	W/ Kuh*Stunde	1010	450
Wasserdampfproduktion	g/ Kuh*Stunde	590	1370
Wasserdampfproduktion aus Reinigungswasser	g/Kuh*Stunde	600	600
<b>Mindestuftraten</b>	<b>m<sup>3</sup>/Kuh*Stunde</b>	<b>160</b>	<b>480</b>
Wartehof	Einheit	Winterlüftung 0 C	Sommerlüftung 30 C
Wärmeproduktion	W/ Kuh*Stunde	1550	450
Wasserdampfproduktion	g/ Kuh*Stunde	580	1370
<b>Mindestluftraten</b>	<b>m<sup>3</sup>/Kuh*Stunde</b>	<b>310</b>	<b>480</b>

## Lüftung im Vorwartehof und Melkstand

### Fischgrätenmelkstand



## Lüftung im Melkstand und Vorwartehof



## Lüftung im Vorwartehof



Freistaat  Sachsen  
Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

## Lüftung im Melkstand und Vorwartehof



Freistaat  Sachsen  
Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

## Lüftung im Melkstand und Vorwartehof



Freistaat  Sachsen

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

## Lüftung im Melkstand und Vorwartehof



Freistaat  Sachsen

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

## Lüftung im Melkstand und Vorwartehof



Freistaat  Sachsen  
Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

...und wenn das alles nichts hilft ...?

...Eigenbelüftung oder baden gehen !!



Quelle: Puckhaber

...danke für Ihre  
Aufmerksamkeit !

Freistaat  Sachsen  
Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft



### 3 Bauliche Maßnahmen zur Minderung von Hitzestress

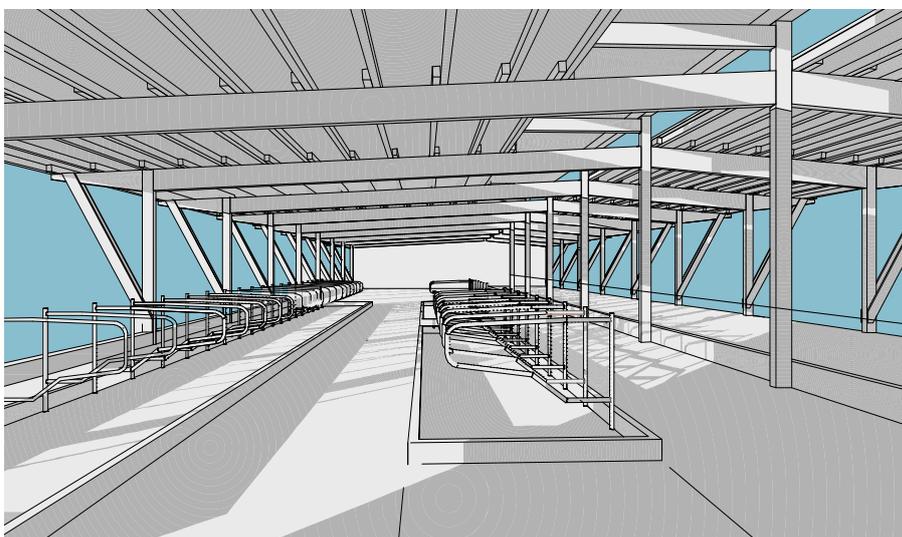
Jochen Simon, Wolfgang Schön und Johannes Zahner

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

Institut für Landtechnik und Tierhaltung



#### Milchviehhaltung Bauliche Maßnahmen zur Minderung von Hitzestress



ILT - Infotag am 23. Juli 2008 in Grub

J. Simon, W. Schön und J. Zahner

## Übersicht

### Bauliche Konzepte zur Temperaturverminderung im Stall

#### 1 Gebäudevolumen

- Einhäusige Bauweise
- Mehrhäusige Bauweise

#### 2 Lüftungskonzept

- Trauf - First - Lüftung
- Querlüftung
- Längslüftung

#### 3 Anordnung des Melkhauses

- Integriertes Melkhaus
- Seitliches Melkhaus
- Separates Melkhaus

## Übersicht

### Bauliche Konzepte zur Hitzeverminderung im Stall

#### 4 Dachkonstruktionen

- Farbgebung
- Material (Wärmedurchgang)
- Aufbau

#### 5 Wandkonstruktionen

- Material (Wärmedurchgang)
- Regulierbarkeit

1

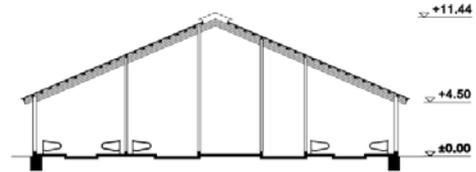
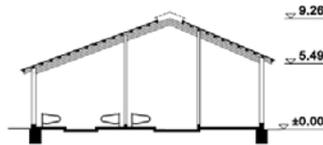
# Gebäudevolumen

## Einfluss der Bauweise von Stallanlagen auf das Raumklima

Gebäudebreite 18,50m

Gebäudebreite 29,50m

Einhäusige Bauweise



Mehrhäusige Bauweise



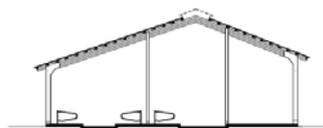
1

# Gebäudevolumen

## Kostenvergleich einhäusige – mehrhäusige Stallanlagen



Betrieb MV 2



Modell II Typ 3

### Rahmenkonstruktionen

- Tragwerk\* Holz, Stahl

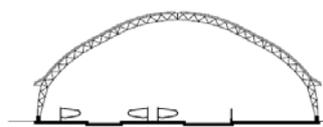


Modell III Typ 3a

- Tragwerk\* Holz, Stahl
- \* Eindeckung Trapezblech



Betrieb MV 13



Modell III Typ 3b

### Bogenkonstruktionen

- Tragwerk Stahl
- \* Eindeckung Folie



1

# Gebäudevolumen

## Kostenvergleich einhäusige – mehrhäusige Stallanlagen



Betrieb MV 14



Modell I Typ 1a

### Pfettendach - Konstruktionen

- Tragwerk Rundholz
- Aussteifung Rundholz



Betrieb MV 16



Modell I Typ 1b

- Tragwerk Holz / Stahl
- Einspannstützen Stahl



Betrieb MV 5



Modell I Typ 3

### Rahmenkonstruktionen

- Einbündiger Rahmen\*\* Holz

\* Eindeckung Trapezblech

\*\* Futtertisch mit Einspannstützen



1

# Gebäudevolumen

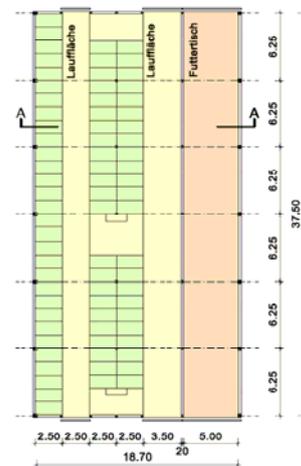
## Kostenvergleich einhäusige – mehrehäusige Stallanlagen

3 – reihiger Liegeboxenlaufstall

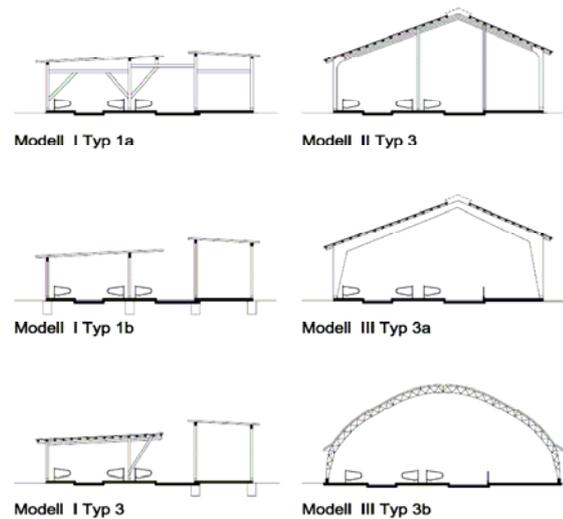
Länge = 37,50 m  
Breite = 18,70 m  
GF = 702,0 m<sup>2</sup>

ca. 75 Plätze  
(= ca. 90 GV)  
Fläche 6,75 m<sup>2</sup>/KP

Fressplatz :  
Tierverhältnis  
= 1 : 1,4



Grundriss



Schnitte

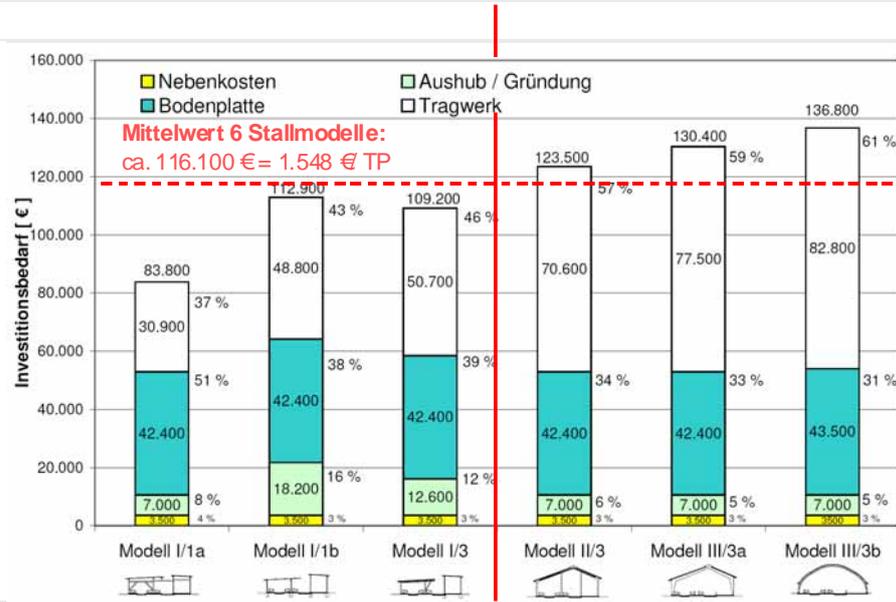
0 1 2 5m



1

# Gebäudevolumen

## Kostenvergleich einhäusige – mehrhäusige Stallanlagen



ESP =  
Einsparungs-  
potenzial

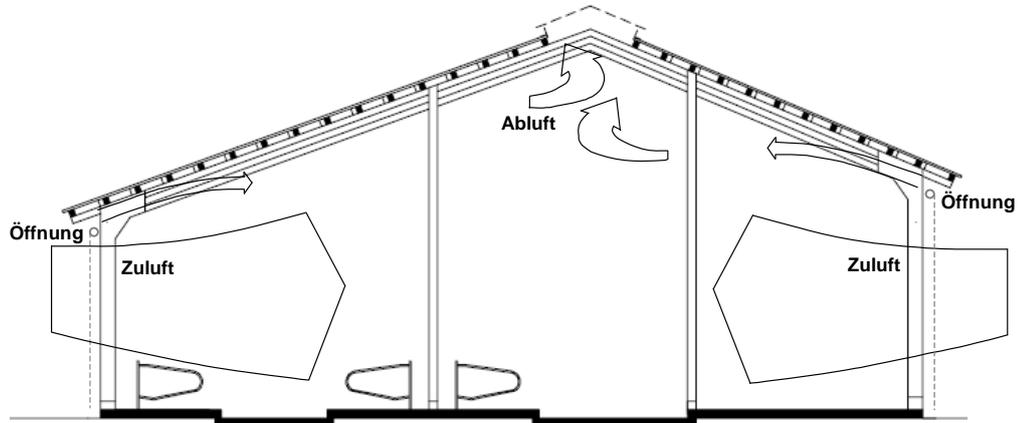


mehrhäusig                      einhäusig  
(Stand 2006/ Kosten ohne Mehrwertsteuer)

## 2

## Lüftungskonzept

### Trauf - First - Lüftung – einhäusige Bauweise



Schema nach ALB:  
Lüftungssysteme bei  
Außenklima-Rinderlaufställen

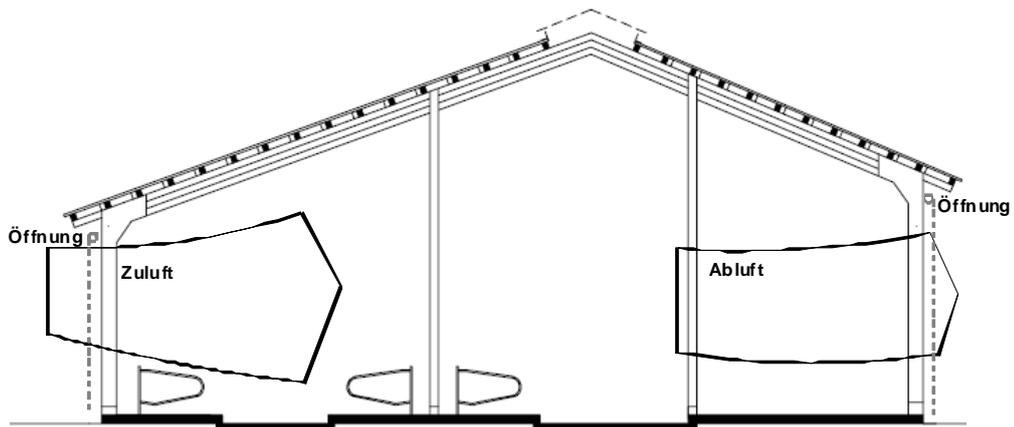


Simon ILT 4c 08 Sj 21 - 10

## 2

## Lüftungskonzept

### Querlüftung - einhäusige Bauweise



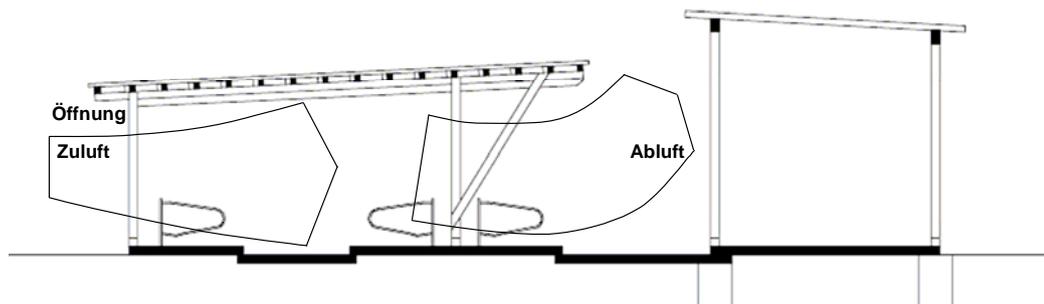
Schema nach ALB:  
Lüftungssysteme bei  
Außenklima-Rinderlaufställen



Simon ILT 4c 08 Sj 21 - 11

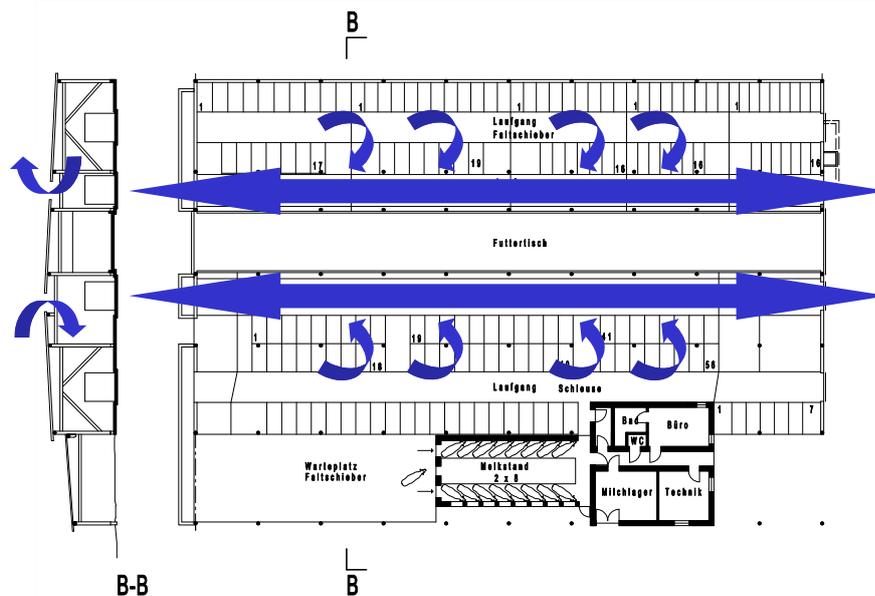
2

## Lüftungskonzept Querlüftung - mehrhäusige Bauweise



2

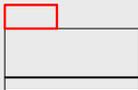
## Lüftungskonzept Längslüftung - mehrhäusige Bauweise



3

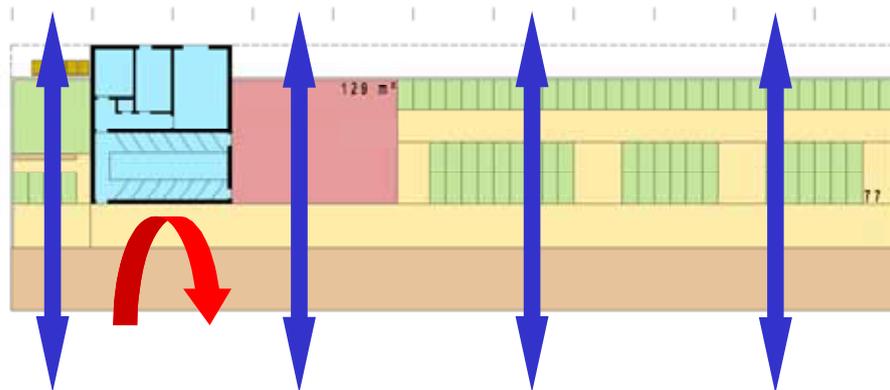
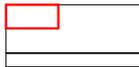
### Anordnung des Melkhauses

> Anordnungsweisen

- Integriertes Melkhaus 
- Seitliches Melkhaus 
- Separates Melkhaus 

3

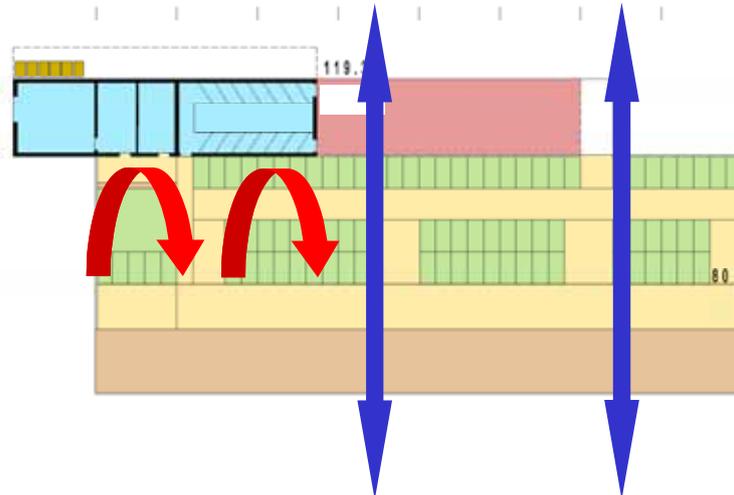
### Anordnung des Melkhauses Integriertes Melkhaus



Uneingeschränkte Querlüftung im Liegebereich

3

### Anordnung des Melkhauses Seitliches Melkhaus



Eingeschränkte Querlüftung im Liegebereich

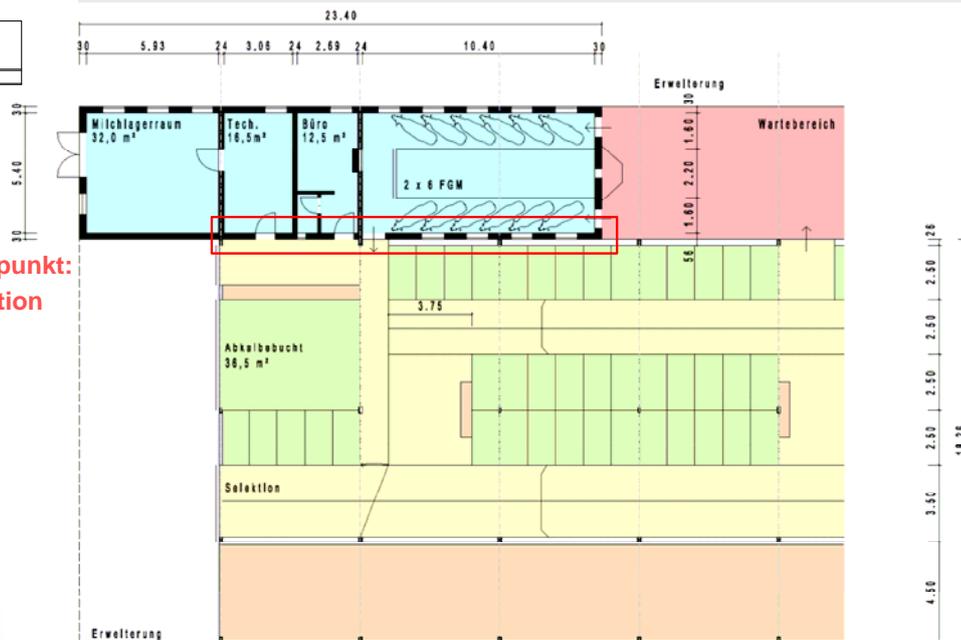


3

### Anordnung des Melkhauses Seitliches Melkhaus

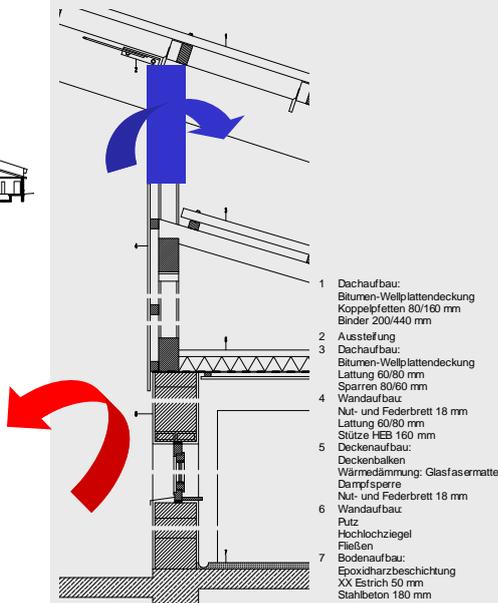
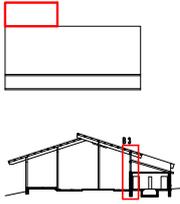


Schwachpunkt:  
Konstruktion  
Lüftung



3

### Anordnung des Melkhauses Seitliches Melkhaus

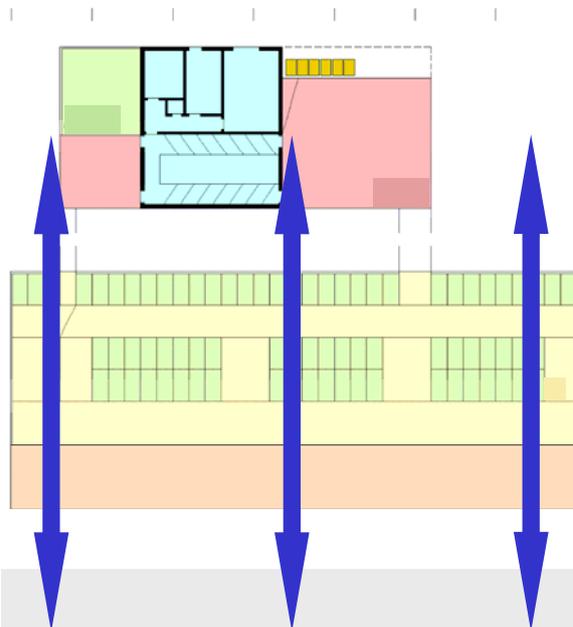


3

### Anordnung des Melkhauses Separates Melkhaus

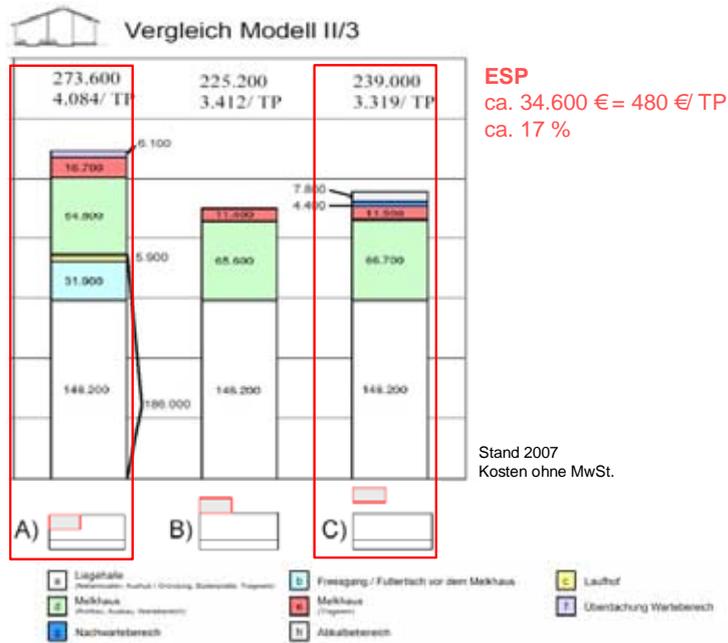
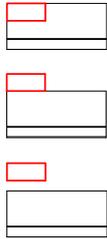


Uneingeschränkte Querlüftung im gesamten Stallbereich



3

### Anordnung des Melkhauses Kosten unterschiedlicher Melkhausanordnungen

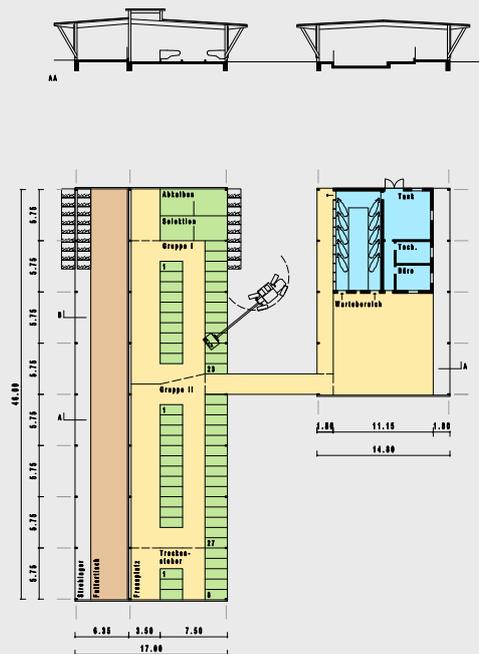


3

### Anordnung des Melkhauses Erweiterbarkeit der Stallanlage bei seitlichem Melkhaus



ca. 70 TP

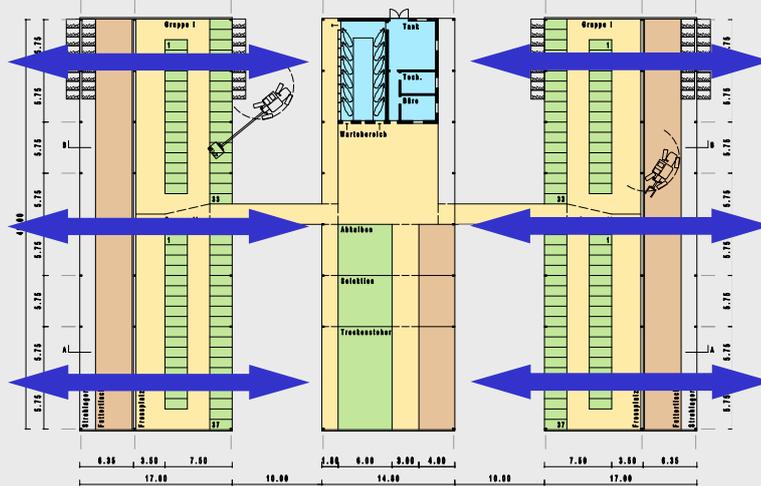
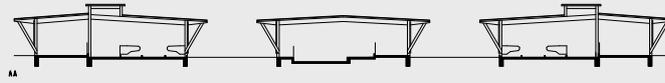


3

### Anordnung des Melkhauses Erweiterbarkeit der Stallanlage bei seitlichem Melkhaus



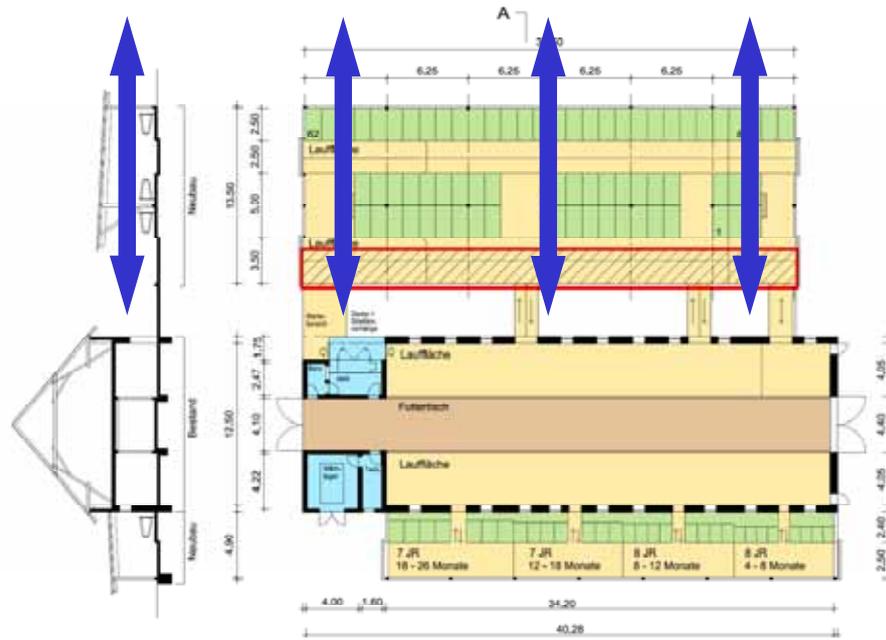
ca. 140 TP



Simon ILT 4c 08 SJ 21 - 23

3

### Anordnung des Melkhauses Optimierung des Stallklimas im Bestand



Schnitt A-A

Grundriss

A

Simon ILT 4c 08 SJ 21 - 24

4

## Dachkonstruktion

### Aufbau

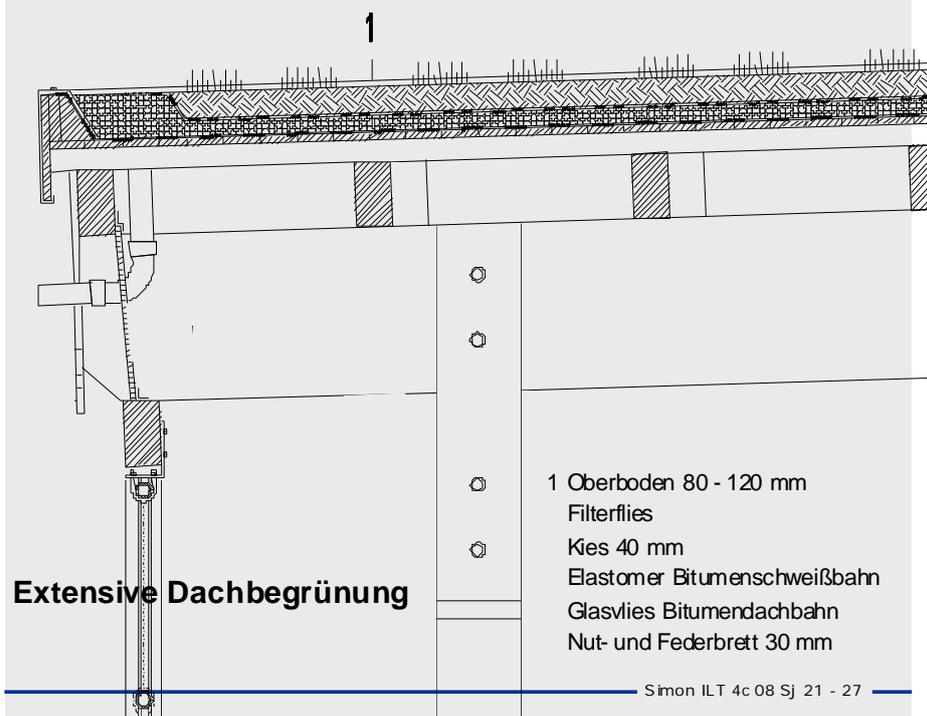


Extensive Dachbegrünung

4

## Dachkonstruktion

### Aufbau



Extensive Dachbegrünung

4

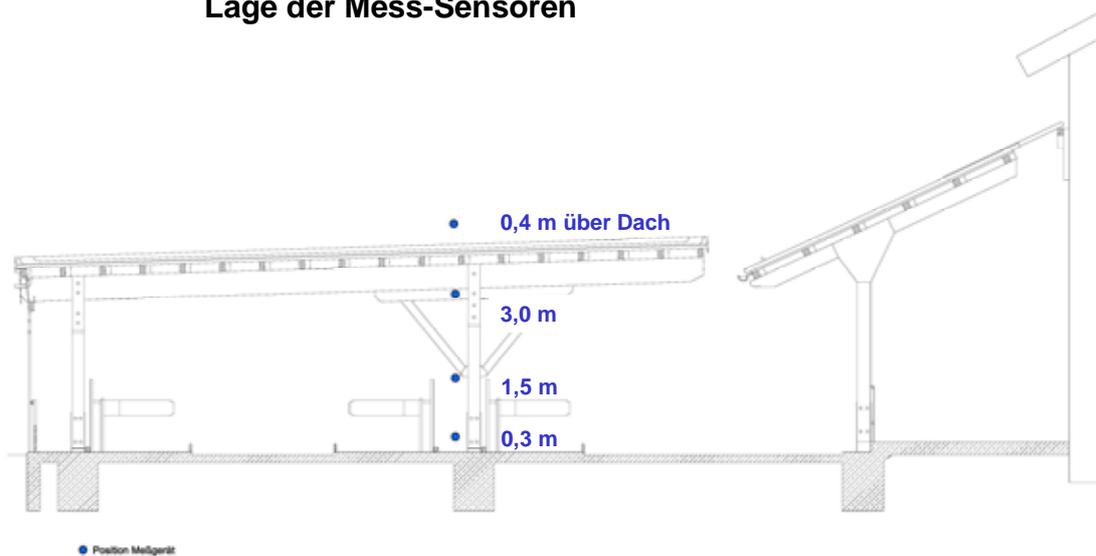
## Dachkonstruktion Aufbau



4

## Dachkonstruktion Temperaturmessung bei extensiver Dachbegrünung

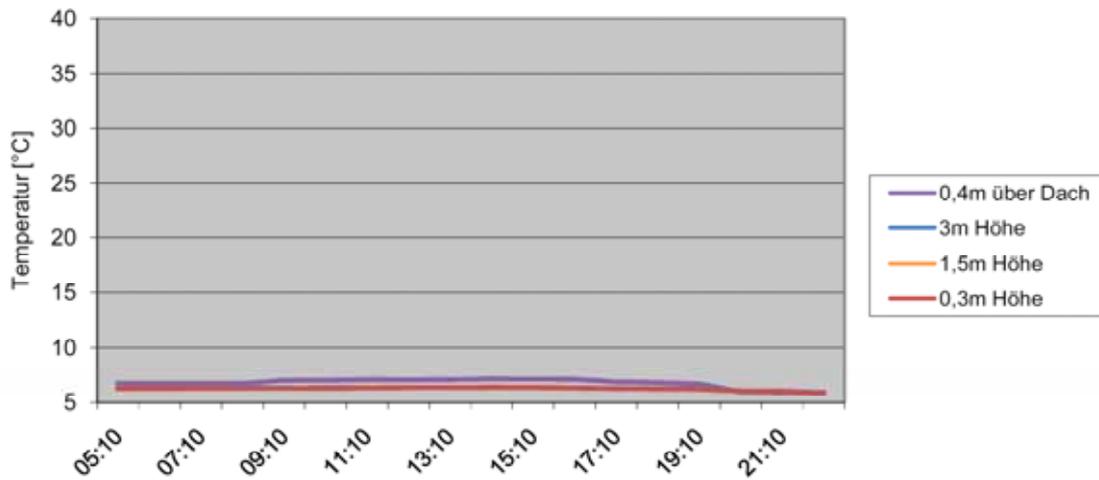
### Lage der Mess-Sensoren



## 4

**Dachkonstruktion****Temperaturmessung bei extensiver Dachbegrünung**

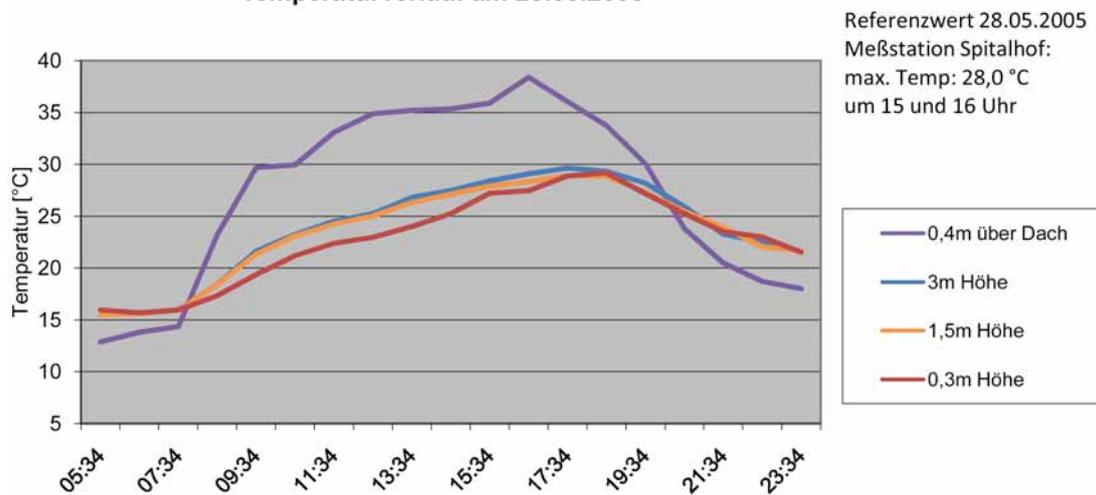
Temperaturverlauf am 7.5.2005



## 4

**Dachkonstruktion****Temperaturmessung bei extensiver Dachbegrünung**

Temperaturverlauf am 28.05.2005



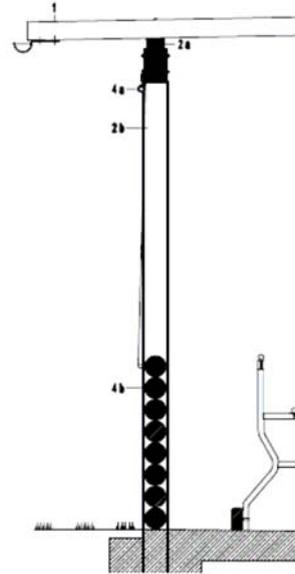
## 5

## Wandkonstruktion

## Regulierbarkeit – Bohlenwand/ Windschutznetz



- 1 Trapezblech 160mm
- 2a Pfette 160/350 mm
- 2b Stütze HEB 220  
Windschutzsystem
- 4a Polyestergewebe
- 4b Rundholzbohlen  
Ø ca. 220 mm



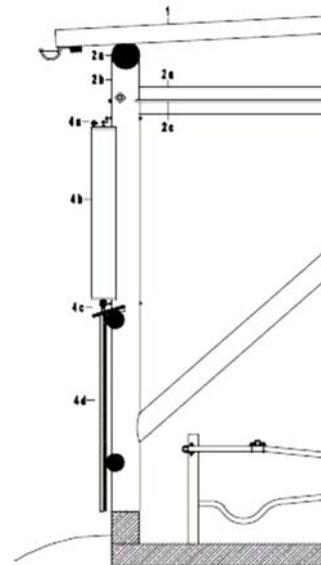
## 5

## Wandkonstruktion

## Regulierbarkeit – Stülpchalung/ Lamelle

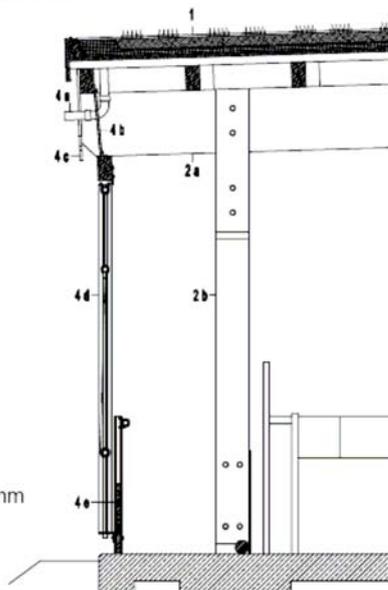


- 1 Trapezblech 180mm
- 2a Rundholzpfette/strebe d = 25 cm
- 2b Rundholzstütze d = 25 cm
- 2c Windverband
- 4a Flachstahl 50/6 mm
- 4b Fichtenbrett sägerau 140/24/2,4 cm
- 4c U-Profil 50/50/6 mm
- 4d Stülpchalung Fichte



5

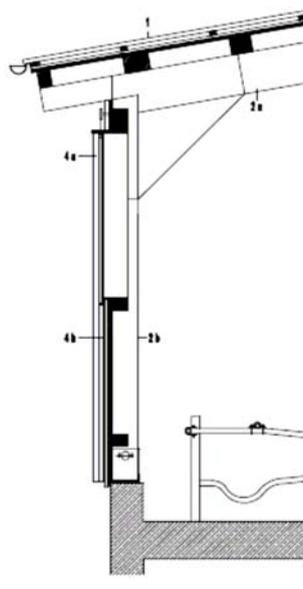
## Wandkonstruktion Regulierbarkeit – Windschutznetz



- 1 Extensive Begrünung 70 mm  
Koppelpfetten 100/180 mm
- 2a Leimbinder 18/46 cm
- 2b Stütze Kantholz 20/26 cm
- 4a Entwässerung KG Rohr DN 50
- 4b Polykarbonatstegplatte transparent 18 mm
- 4c Pfettenbrett
- 4d Windschutzsystem Polyestergewebe
- 4e Fichtenbohlen 3,6/28 cm

5

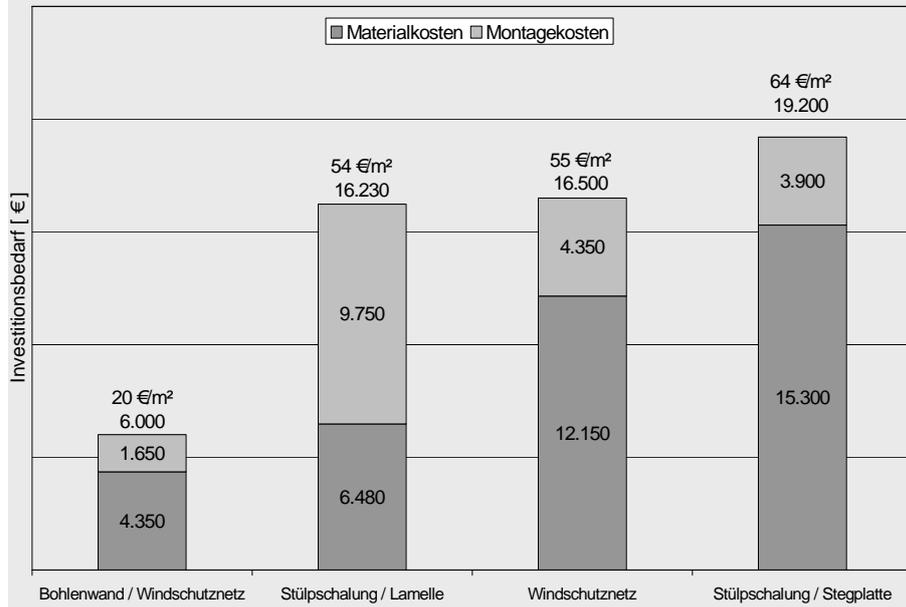
## Wandkonstruktion Regulierbarkeit – Stülpchalung/ Stegplatte



- 1 Trapezblech  
Lattung, Konterlattung 40/60 cm  
Bitumendichtungsbahn  
Schalung
- 2a Leimholzbinder 16/38 cm  
Koppelpfetten 12/16 cm
- 2b Kantholzstütze 20/26 cm
- 4a Absenkbare Stegplatten
- 4b Stülpchalung Fichte

5

## Wandkonstruktion Regulierbarkeit – Kostenvergleich Fassadensysteme



VIELEN  
DANK



## 4 Ausstellerverzeichnis

<b>Firma</b>	<b>Anschrift</b>	<b>Tel./ Internet</b>
Arntjen Germany Agrartechnik	Arntjen Germany An der Brücke 33-35 26180 Rastede	004402/9240-0 <a href="http://www.arntjen.com">www.arntjen.com</a>
Delaval	DeLaval Postfach 1134 21503 Glinde	040 303344 100 <a href="http://www.delaval.com">www.delaval.com</a>
Haas	Haas Fertigbau Industriestraße 8 84326 Falkenberg	08727/180 <a href="http://www.haas-fertigbau.de">www.haas-fertigbau.de</a>
Hörmann	Hörmann Stallbau Rudolf-Hörmann-Straße 1 86807 Buchlohe	08241/96820 <a href="http://www.hoermann-info.de">www.hoermann-info.de</a>
Prix	Prix Dämm- und Klimatechnik Bergstraße 4 86938 Schondorf	08192/93100 <a href="http://www.prix-agro-international.de">www.prix-agro-international.de</a>
Stierhof	Stierhof E- Technik gmbH Unternesselbach 41 91413 Neustadt a.d. Aisch	09164/344 <a href="http://www.stierhof-etechnik.de">www.stierhof-etechnik.de</a>
Sonntag	Sonntag Stalleinrichtungen Amselweg 8 87764 Legau	08330/94050 <a href="http://www.Sonntag-stalleinrichtungen.de">www.Sonntag-stalleinrichtungen.de</a>
Wolf	Wolf Systembau Am Stadtwald 20 94486 Osterhofen	09932/37203 <a href="http://www.wolfsystem.de">www.wolfsystem.de</a>
Ziehl	Ziehl-Abegg Ventilatorentechnik Heinz-Ziel-Str 74653 Künzelsau	07940/160 <a href="http://www.ziehl-abbeg.de">www.ziehl-abbeg.de</a>