

## Hitzestress → Was tun?

- verschiedene bauliche Lösungen



### Gliederung

- Einleitung
- Definitionen
- Regulation durch die Kuh
- Möglichkeiten dem Stress zu begegnen:
  - (Management/Fütterung)
  - Stallbau
    - Technische Möglichkeiten
      - Systeme und deren Einsatzmöglichkeiten
      - bzw. deren Grenzen
- Zusammenfassung

## Hitzestress → Was tun?

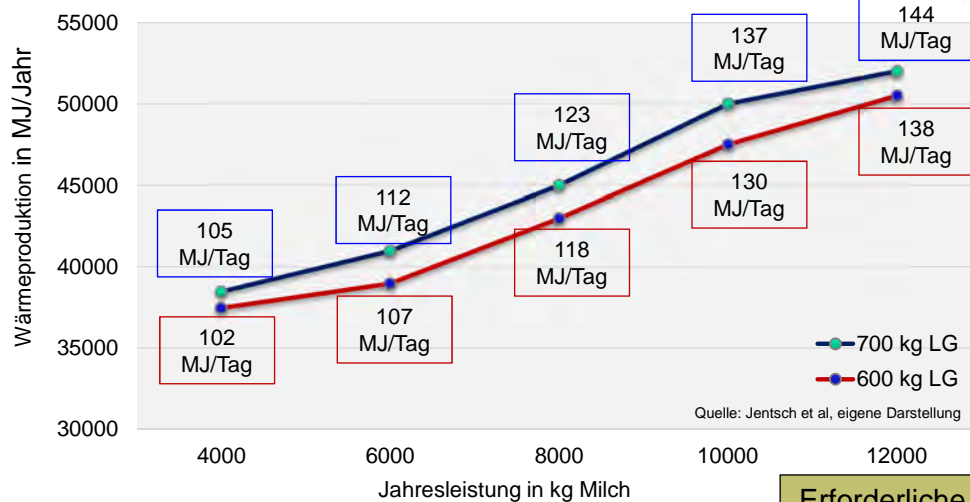
- verschiedene bauliche Lösungen



### Wie entsteht Hitzestress?

Wenn die metabolische Wärme und der äußere Hitzeeinfluss das Wärmeabgabevermögen der Kuh übersteigen, dann baut sich ein Hitzestau auf, der zum Hitzestress führt.

## Wärmeproduktion von Milchkühen (in MJ/Jahr)



Mit zunehmender Leistung steigt die Wärmeproduktion  
Mit zunehmendem Gewicht steigt die Wärmeproduktion

### Beachten:

- es handelt sich um Ø-Werte
- Kühe mit sehr hohen Leistungen (frische Kühe) ?
- Tiere mit besonderen Ansprüchen: Kalbung, Kranke, .....
- Überbelegung

Erforderliche Luftraten in m<sup>3</sup> pro Stunde  
bei 10.000-12.000 kg Leistung (1984)

1. Lakt.-Drittel	569-632
2. Lakt.-Drittel	473-517
3. Lakt.-Drittel	412-439

**Heute:**  
**800 – 1200 m<sup>3</sup>/Kuh/h**  
**Luftleistung**

Herbert Rieder, Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) EIFEL  
www.dlr-eifel.rlp.de

### Beachten:

- Kühe mit sehr hohen Leistungen (frische Kühe) ?
- Tiere mit besonderen Ansprüchen: Kalbung, Kranke, .....
- **Überbelegung**
- Warteraum, .....



Überbelegung



Viel Tiervolumen/-  
masse auf wenig  
Raum



Tiere mit  
besonderen  
Ansprüchen

### 3 Temperaturzonen: wie „regelt“ die Kuh in diesen Zonen?

**Heiße Zone:**  
Kuh benötigt Energie zum  
Abkühlen bzw. Unterstützung

**Thermoneutrale  
Zone**  
Komfortbereich  
~ 4° - 17°

**Kalte Zone:**  
Kuh benötigt die Zufuhr von  
Energie zum Aufwärmen

Ab ca. 25° C Umgebungstemperatur muss die Kuh die Temperatur **aktiv** steuern, um im optimalen Bereich zu bleiben.

- **Atmung, Atemfrequenz, Schwitzen**
- **Änderung Verhalten:**
  - **Futteraufnahme**
  - **Wasseraufnahme**
  - **Liegezeiten**
  - .....

In der Thermoneutralen Zone hält die Kuh ihre Körpertemperatur selbst ohne Steuer- oder Anpassungsmechanismen konstant. Wärmeproduktion und Wärmeabgabe sind konstant.

**Kühe mögen keine Hitze:**

Sie produzieren viel Körperwärme aufgrund hoher Stoffwechselleistung:  
> Milch = > Futteraufnahme = mehr Wärmeproduktion  
(~31 % der aufgenommenen Energie wird in Wärme umgesetzt (LfL Bayern))

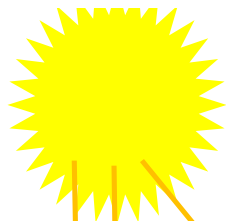
### Temperatur – Luftfeuchtigkeits-Index (Temperatur-Humiditäts-Index) (THI) (Zusammenwirken von Umgebungstemperatur und Luftfeuchte)

TH-Index <small>nach Zscheischner und Collatz 2009</small>	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	62	63	63	63	63	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	67	68	68	68	69	69	69	70
22	66	66	66	67	67	67	68	68	69	69	69	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	78	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	80	81	81	82	82	83
30	74	74	75	76	77	77	78	79	80	81	81	82	82	83	83	84	84
31	75	75	76	77	78	79	80	80	81	82	83	83	84	84	85	85	86
32	76	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	85	86	87	87	88	89
33	77	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	89	90	91
34	78	79	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	92
35	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	92	93	93
36	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	93	94	94
37	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	95	96
38	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	97

■ kein Hitzestress ■ milder Hitzestress ■ mäßiger Hitzestress ■

THI	Stressniveau	Symptome
< 68	Kein Hitzestress	
69-71	Leichter Hitzestress	Aufsuchen von Schatten Erhöhte Atemfrequenz Erweiterung der Blutgefäße Erste Auswirkung auf die Milchleistung
72-79	Mäßiger Hitzestress	Erhöhte Speichelproduktion Erhöhte Atmungsrate Erhöhte Herzfrequenz Rückgang Futteraufnahmen Erhöhte Wasseraufnahmen Rückgang Milchproduktion Rückgang Fruchtbarkeit
80-89	Starker Hitzestress	Unwohlsein aufgrund der zunehmenden Symptome
> 90	Gefahr	Todesfälle möglich

**Strahlung**



Wärmeaustausch mit der Umgebung

direkt



**Luftströmung**



Schwitzen (~70%)

**Verdunstung**

Atmung (~30 %)

**Leitung**

**Wärmeaustausch zwischen Kuh und Umwelt**



**Luftvolumen:**

Stall: > 80 m<sup>3</sup>/Kuh  
Wartebereich: 40-45 m<sup>3</sup>/Kuh

**Verdunstung**  
(Evaporation)

Atmung, Atemfrequenz,  
Schwitzen über die Haut

**Maßnahmen:**

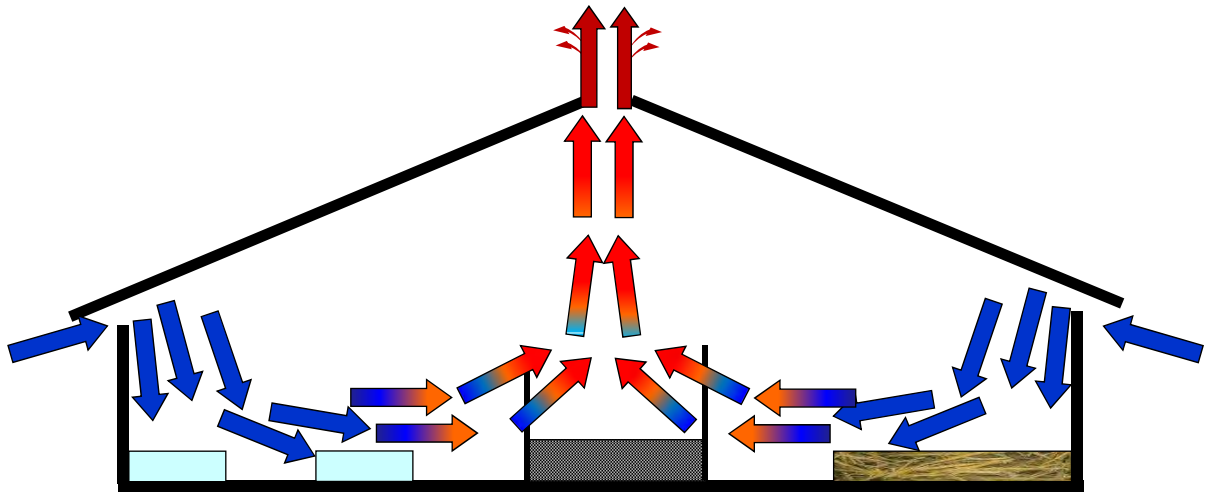
Erhöhung eines hohen  
Luftaustausches

- Ausrichtung Stallgebäude
- Bauweise: offene Seitenwände
  - Curtain
  - Netze
  - First

# Evaporation: Realisierung eines hohen Luftaustausches

Was ist von der planerischen Seite möglich?

- Trauf-First-Lüftung

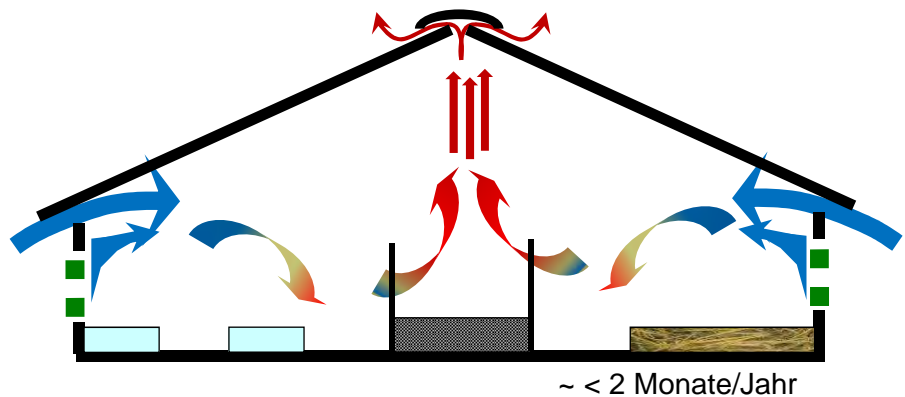
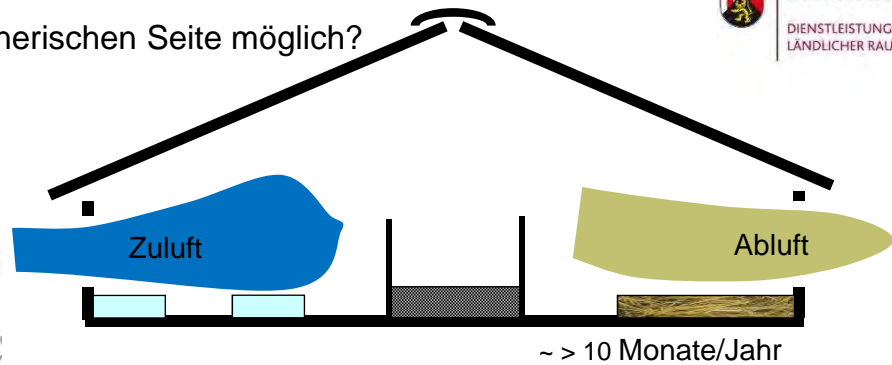
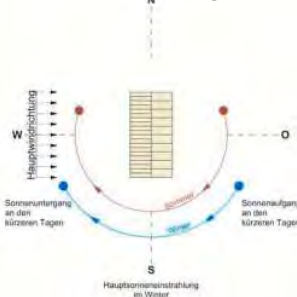


Herbert Rieder, Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) EIFEL  
www.dlr-eifel.rlp.de

# Evaporation: Realisierung eines hohen Luftaustausches

Was ist von der planerischen Seite möglich?

- Querlüftung



Herbert Rieder, Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) EIFEL  
www.dlr-eifel.rlp.de

## Evaporation: Realisierung eines hohen Luftaustausches



Rieder, 2008

- First offen
- Querlüftung
- Geschlossene Dachhaut



Rieder, 2014

- Querlüftung
- Dach isoliert
- Tore geöffnet

## Evaporation: Realisierung eines hohen Luftaustausches



- Seitenwände teilweise geöffnet



## Luftvolumen:

Stall: ~ 80 m<sup>3</sup>/Kuh  
 Wartebereich: 40-45 m<sup>3</sup>/Kuh

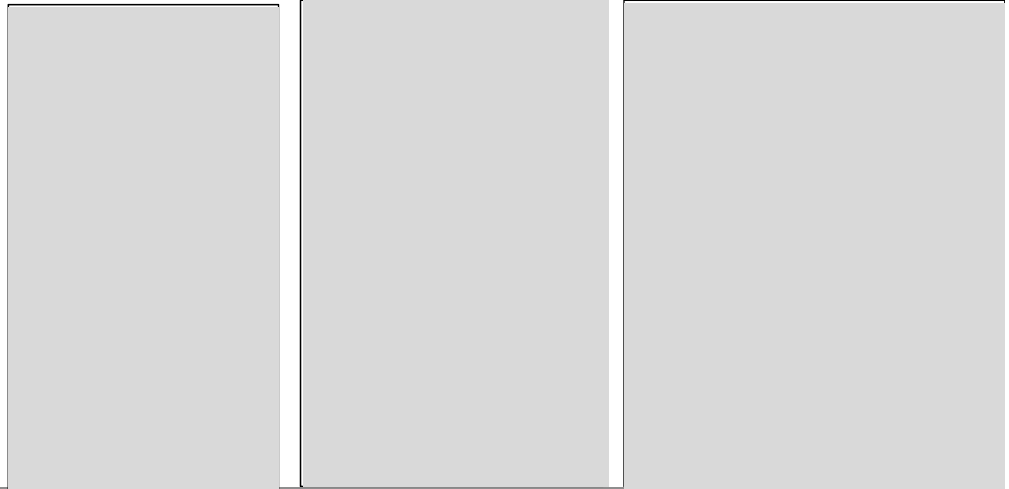
## Wärmeleitung

(Konduktion)

Austausch an die Umwelt.  
 Je > der Temperatur-  
 unterschied umso schneller  
 der Austausch

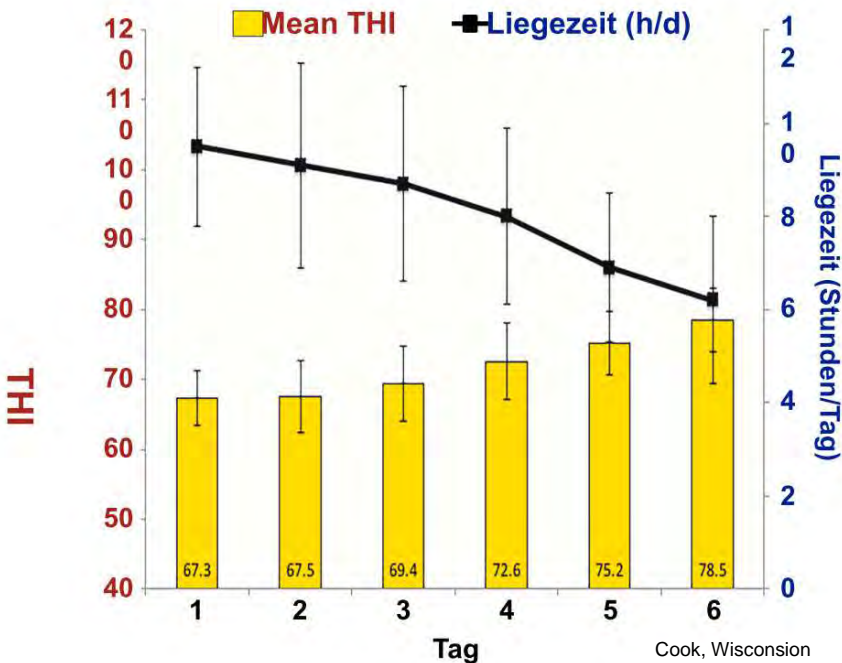
### Maßnahmen:

Einsatz von Liegeflächen mit  
 hoher Wärmeleitfähigkeit und  
 geringen Speichervermögen



Herbert Rieder, Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) EIFEL  
 www.dlr-eifel.rlp.de

## Ableiten in die Umgebung => hohe Wärmeleitfähigkeit und geringe Wärmespeichervermögen (Konduktion)



Kühe verändern ihr Liegeverhalten bei Hitzestress

- Beim Liegen bauen sie Hitze weiter auf
- Beim Stehen geben sie Hitze ab

**Ableiten in die Umgebung = hohe Wärmeleitfähigkeit und geringe Wärmespeichervermögen (Konduktion)**



Herbert Rieder, Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) EIFEL  
www.dlr-eifel.rlp.de

**Wärmeaustausch zwischen Kuh und Umwelt**



**Luftvolumen:**

Stall: ~ 80 m<sup>3</sup>/Kuh  
Wartebereich: 40-45 m<sup>3</sup>/Kuh

**Wärmestrahlung (Radiation)**

**Maßnahmen:**

- Minimierung der Wärmeeinstrahlung:
- Helle Dacheindeckung
  - Wenige o. keine Lichtplatten im Dach
  - Dachüberstände
  - Schatten auf der Weide
  - .....

Herbert Rieder, Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) EIFEL  
www.dlr-eifel.rlp.de



## Dächer strahlen Wärme ab

Wärmeeintrag bei ungedämmten Dächern und Luftrate zum  
Abtransport der zusätzlichen Wärme

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
notwendige Luftrate in m <sup>3</sup> /Kuh*h	174	348	521	695	869	1.043

Heidenreich, 2009



Herbert Rieder, Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) EIFEL  
[www.dlr-eifel.rlp.de](http://www.dlr-eifel.rlp.de)

## Verhindern von Wärmestrahlung (Radiation)

### Verdunstung (Evaporation)



- First offen
- Querlüftung
- Geschlossene Dachhaut
- Lichtplatten an Nordseite



- First offen
- Querlüftung
- Geschlossene Dachhaut

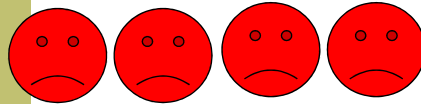
## Verhindern von Wärmestrahlung (Radiation)

## Verdunstung (Evaporation)



- First offen
- Querlüftung
- Geschlossene Dachhaut
- Lichtplatten

- Brenneffekt durch Lichtplatten



## Verhindern von Wärmestrahlung (Radiation)

## Verdunstung (Evaporation)



- Schatten ?? → freier Zugang zum Stall sinnvoll
- Anzahl der Tränken
- Wassernachfluss
- Wasserqualität



### Luftvolumen:

Stall: ~ 80 m<sup>3</sup>/Kuh  
Wartebereich: 40-45 m<sup>3</sup>/Kuh

### Wärmeübertragung (Konvektion)

#### Maßnahmen:

Erhöhung der

Windgeschwindigkeit:

- Ventilatoren (welche, Kombinationen mit Wasser, ...)
- Schlauchlüftung
- Ziel: 40-60 Luftwechsel/h an der Kuh (Wind-Chill-Effekt)

Herbert Rieder, Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) EIFEL  
www.dlr-eifel.rlp.de

**Erhöhung der Windgeschwindigkeit durch  
technische Maßnahmen (Ventilatoren, ....)  
(Konvektion)**

**Aufgaben der Ventilation** (abhängig auch von der Jahreszeit):

- Luftbewegung sollte zur direkten Kühlung der Kühe führen → sog. Wind-Chill-Effekt, ab ~ 2m/sec Luftgeschwindigkeit
- Reduzierung der Luftfeuchte
- Versorgung der Tiere/Milchkühe mit frischer Luft
- Verbesserung der Luftqualität → Reduzierung der Schadgase und Keime im Stall

**= Verbesserung der Bedingungen für Mensch und Tier**

## Steuerung der Ventilatoren

- Einstufig
  - unter Dauerlastbetrieb
- Mehrstufig
  - mit manueller Einstellung der Schaltstufen → einstellbare Drehzahl  
oder
  - mit automatischer Steuerung über die Temperatur → in Abhängigkeit der Umgebungstemperatur reguliert sich Drehzahl
- Alle Systeme mit und ohne Schaltschutz

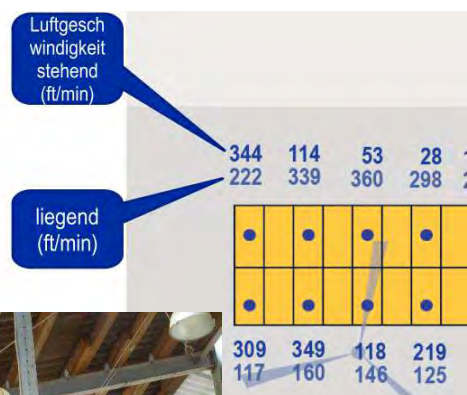
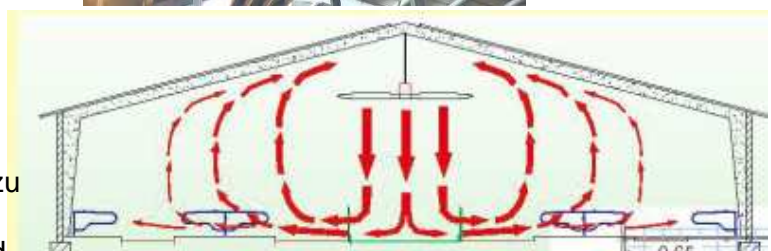
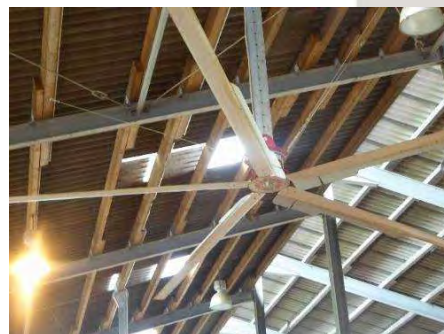
Herbert Rieder, Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) EIFEL  
www.dlr-eifel.rlp.de

### Erhöhung der Windgeschwindigkeit durch technische Maßnahmen (Ventilatoren, ....) (Konvektion)

#### Vertikalventilator

##### Bauweise:

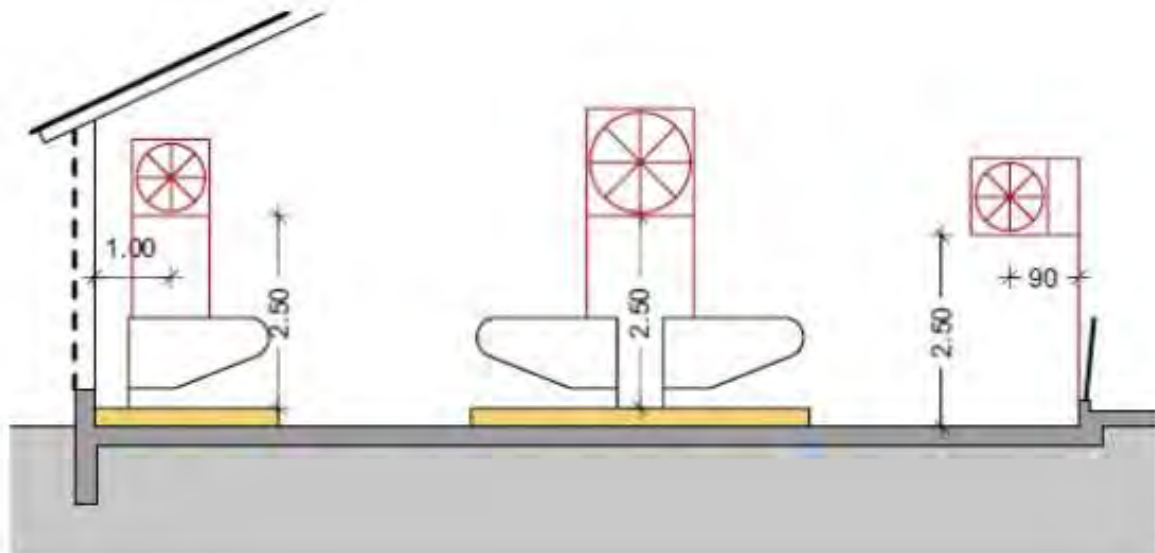
- Ø bis zu 6,30 m
- Hohe Gebäude erforderlich
- >200.000 m<sup>3</sup>/h Luftbewegung möglich
- Mit zunehmender Entfernung lässt die Wirkung schnell nach
- Je nach Witterung starke Beeinflussung durch natürlich auftretende Windbewegungen
- Tiere, Stalleinrichtungen, Aufkantungen beeinflussen die Wirkung erheblich
- Drückt Luft von oben nach unten → bewegt „gebrauchte“ Luft
- Kaum oder nur wenig Nachfluss an Frischluft
- Wenig geeignet um die Kühe direkt zu kühlen
- Geeignet für Warteräume, Melkstand



Auszug: Cook, Wisconsin

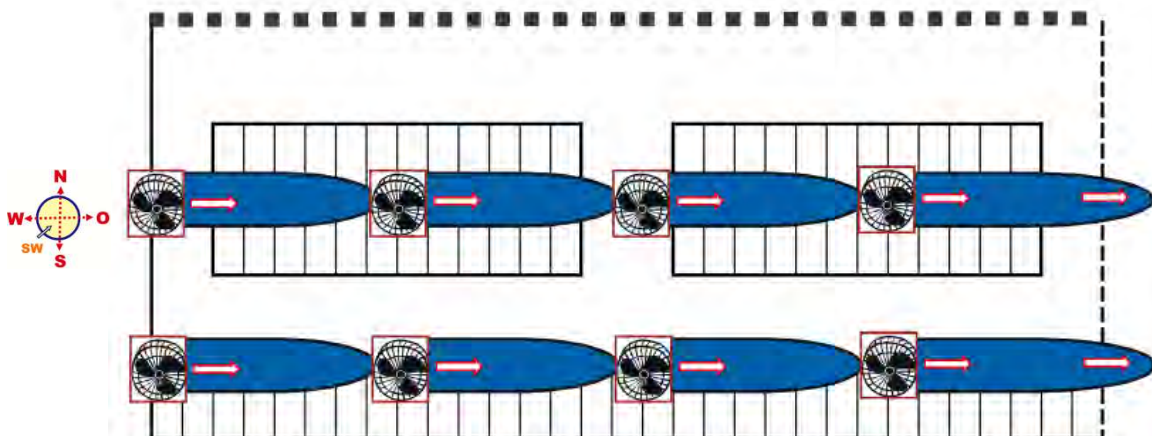
Skizze: LfL

## Axialventilator



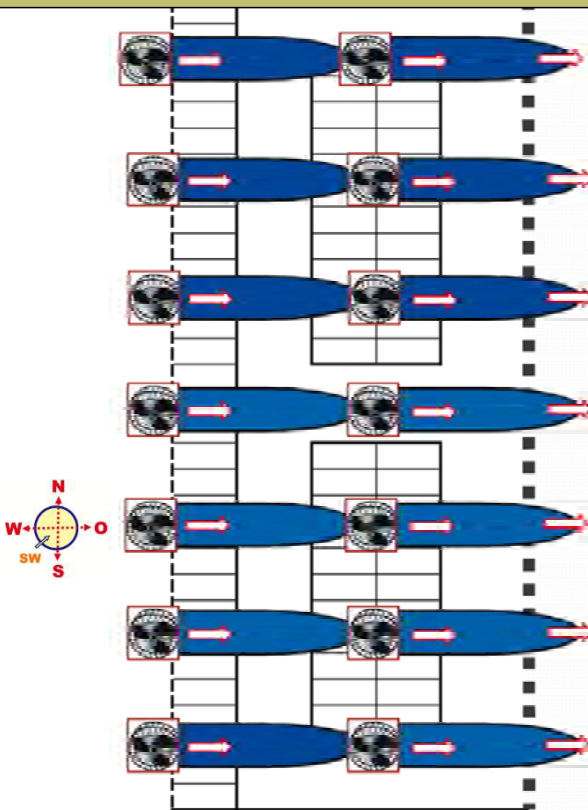
Herbert Rieder, Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) EIFEL  
[www.dlr-eifel.rlp.de](http://www.dlr-eifel.rlp.de)

## Axialventilator: Installation



- Nach Möglichkeit in Windrichtung
- Immer mit Frischluft von außen ansaugen
  - → direkte Kühlung der Kühe
  - → Verbesserung der Luftqualität
- Achten: auf ausreichend große Abluftöffnungen
- Meist verwendete Installation der Ventilatoren.

## Axialventilator: Installation



- Nach Möglichkeit in Windrichtung
- Immer mit Frischluft von außen ansaugen
  - → direkte Kühlung der Kühe
  - → Verbesserung der Luftqualität
- Achten: auf ausreichend große Abluftöffnungen
- Installation in Querrichtung:
  - Beachten: wesentlich mehr Hindernisse vorhanden, die die Wirkung schnell reduzieren wie z.B. Aufkantungen am Futtertisch, Fressgitter, Tiere am Fressgitter, Kotkante, ....

Herbert Rieder, Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) EIFEL  
www.dlr-eifel.rlp.de

## Axialventilator: Installation

Empfohlene Zu- und Abluftflächen für Milchkühe	
Leistung 10.000 kg Milch/Jahr, Außenwindgeschwindigkeit 1 m/s	
Wärmedämmter Stall	
einzeln stehend Queranströmung	von anderen Gebäuden beeinflusst bzw. ungünstige Lage
0,4 - 0,5 m <sup>2</sup>	0,5 - 0,8 m <sup>2</sup>
Außenklimastall	
einzeln stehend Queranströmung	von anderen Gebäuden beeinflusst bzw. ungünstige Lage
0,8 - 1,0 m <sup>2</sup>	1,0 - 1,2 m <sup>2</sup>

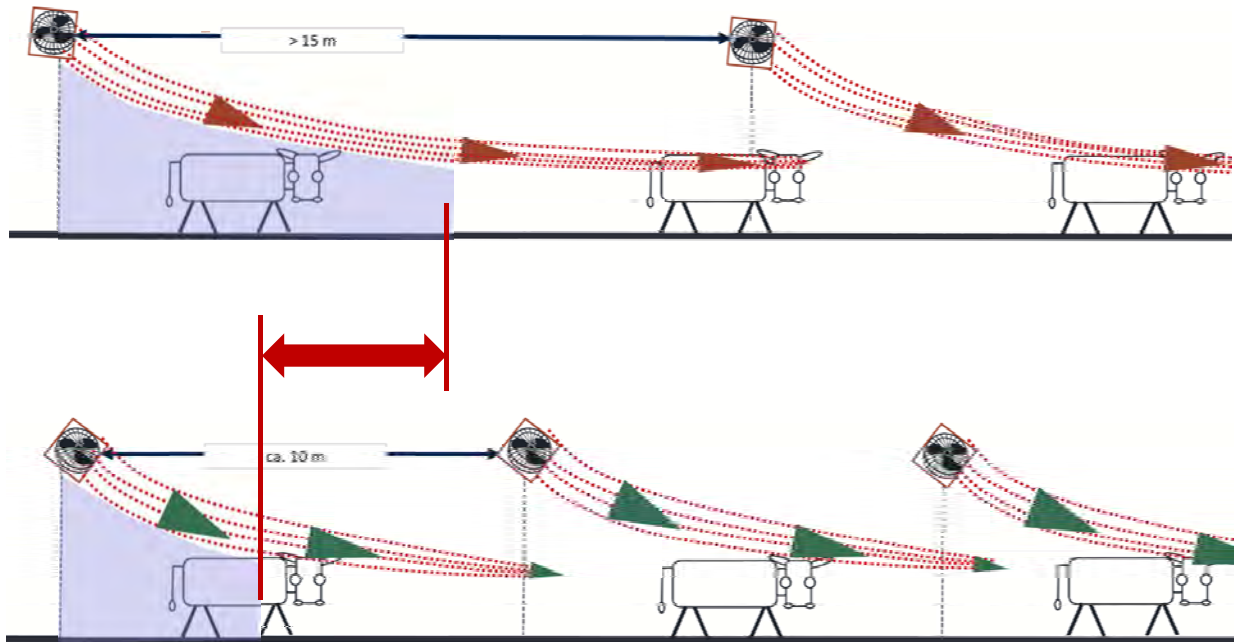
Heidenreich, 2015

**Achten:**

- auf ausreichend große Abluftöffnungen

Herbert Rieder, Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) EIFEL  
www.dlr-eifel.rlp.de

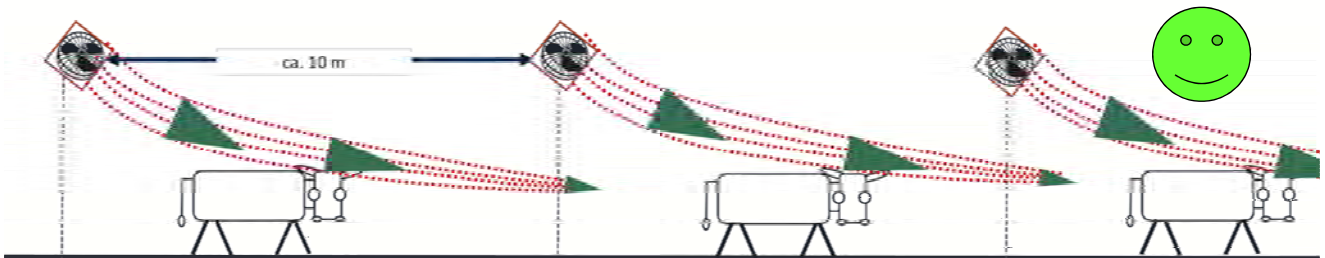
## Axialventilator: Installation



Kühe mögen eine schnelle Luftbewegung, wenn sie erhitzt sind.

Herbert Rieder, Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) EIFEL  
www.dlr-eifel.rlp.de

## Axialventilator: Installation



### Montage:

- Montage an Pfosten oder hängend an Ketten von der Decke, Höhe ca. 2,80 m (>2,50 m),
- Montage mit Neigungswinkel von  $\sim 15^\circ$  nach vorne, um den Luftstrom auf die Tiere zu lenken
- Wurfweite der Luft  $\sim 10-12$  m,
- $\varnothing$  sehr unterschiedlich (ab 1,00 m – >1,50 m)
- Sehr unterschiedliche Luftbewegungen möglich. Meist zw. 30.000 und 50.000 m<sup>3</sup>/h, abhängig vom  $\varnothing$ )
- In Abhängigkeit der Wurfweite sind mehrere Ventilatoren in Reihe zu schalten.
- Hohe Luftraten und Windgeschwindigkeiten (bis zu 5 m/sec. problemlos möglich)
- Ab ca. 2 m/sec. tritt Wind-Chill-Effekt“ auf
- Haltbarkeit der Tiefbuchten beachten
- Stalleinrichtungen, Aufkantungen und bauliche Hindernisse können die Wirkung einschränken.
- Langsamläufer (ca. 500 U/min sind von Vorteil  $\rightarrow$  niedrigere Lautstärke gegenüber Schnellläufern. Schnellläufer aufgrund der Leistung und Lautstärke ungeeignet

Herbert Rieder, Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) EIFEL  
www.dlr-eifel.rlp.de

Erhöhung der Windgeschwindigkeit durch technische Maßnahmen (Ventilatoren, ....)  
(Konvektion)

**Axialventilator**



- Mehrere Ventilatoren in Reihe geschaltet

- ~ 15 °

Erhöhung der Windgeschwindigkeit durch technische Maßnahmen (Ventilatoren, ....)  
(Konvektion)



Achtung:

- Richtige Einstellung wichtig



**Erhöhung der Windgeschwindigkeit durch technische Maßnahmen (Ventilatoren, ....)  
(Konvektion)**

**Schlauchlüftung**



**Futtertisch**

- Ansaugen von Außen = Frischluft

**Liegebuchten**

- Ansaugen von Außen = Frischluft

**Erhöhung der Windgeschwindigkeit durch technische Maßnahmen (Ventilatoren, ....)  
(Konvektion)**

**Schlauchlüftung**



**Melkstand**

- Ansaugen von Außen = Frischluft

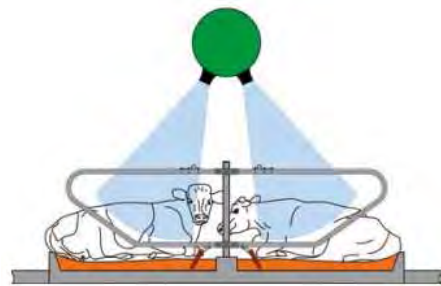


**Warteraum**

- Ansaugen von Außen = Frischluft

## Erhöhung der Windgeschwindigkeit durch technische Maßnahmen (Ventilatoren, ....) (Konvektion)

### Schlauchlüftung



Quelle: Fa. Huesker, Gescher

#### Bauweise/Montage:

- Sehr einfache Montage am Dach bzw. über Seile/Ketten erfolgt die Aufhängung
- Montage direkt über den Liegebuchten und dem Futtertisch in Längsrichtung
- Gezielter Luftaustritt über den Tieren möglich
- 1 Ventilator pro Laufgang/Liegereihe
- Montage an der Giebelwand. Ansaugen von frischer Außenluft
- Stromverbrauch gegenüber Axialventilation geringer
- Sehr gut geeignet um frische Luft in den Stall zu bekommen. Um einen Kühleffekt an der Kuh zu erreichen sind die Windgeschwindigkeiten eher zu niedrig.
- Gut geeignet im Vorwartebereich, Melkstand, Kälberstall
- Hygienisch am besten → Frischluft
- Sehr gezielte Steuerung der Luft möglich durch die Öffnungen am Schlauch. Dadurch kaum Verluste durch Hindernisse im Stall.
- Wurfweiten eher gering
- Wenige Erfahrungen vorhanden.
- Berechnungen erforderlich hinsichtlich Ventilator, Luftaustausch, Beispiele aus England: günstiger, ohne Berechnungen, .....

Herbert Rieder, Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) EIFEL  
www.dlr-eifel.rlp.de

## Wärmeaustausch zwischen Kuh und Umwelt



### Luftvolumen:

<b>Stall:</b>	~ 80 m <sup>3</sup> /Kuh
<b>Wartebereich:</b>	40-45 m <sup>3</sup> /Kuh

### Wärmeleitung

(Konduktion)

Austausch an die Umwelt.  
Je > der Temperaturunterschied umso schneller der Austausch

#### Maßnahmen:

Einsatz von Liegeflächen mit hoher Wärmeleitfähigkeit und geringen Speichervermögen

### Verdunstung

(Evaporation)

Atmung, Atemfrequenz, Schwitzen über die Haut

#### Maßnahmen:

Erhöhung eines hohen Luftaustausches

- Ausrichtung Stallgebäude
- Bauweise: offene Seitenwände
  - Curtain
  - Netze
  - First

### Wärmestrahlung

(Radiation)

#### Maßnahmen:

Minimierung der Wärmeeinstrahlung:

- Helle Dacheindeckung
- Wenige o. keine Lichtplatten im Dach
- Dachüberstände
- Schatten auf der Weide
- .....

### Wärmeübertragung

(Konvektion)

#### Maßnahmen:

Erhöhung der

Windgeschwindigkeit:

- Ventilatoren (welche, Kombinationen mit Wasser, ....)
- Schlauchlüftung
- Ziel: 40-60 Luftwechsel/Min. an der Kuh (Wind-Chill-Effekt)
- Luftleistung der Ventilatoren soll 800-1200 m<sup>3</sup>/Kuh betragen

Herbert Rieder, Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) EIFEL  
www.dlr-eifel.rlp.de

**Wärmeübertragung/Kühlung  
(Konvektion)  
Kondensation von Wasser**



Sprinkleranlage in einem Laufhof (Niederdruck)  
Wasser wird großtropfig auf die Kühe versprüht

Foto: S. Möcklinghoff

Herbert Rieder, Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) EIFEL  
[www.dlr-eifel.rlp.de](http://www.dlr-eifel.rlp.de)

**Wärmeübertragung/Kühlung  
Kondensation von Wasser**

Verneblung des Wassers:  
Feinste Wasserteilchen werden als Nebel in  
die Stallluft gebracht (*Hochdruck*)

Wasser verdampft sofort und kühlt  
dadurch die Luft

**Effekte:**

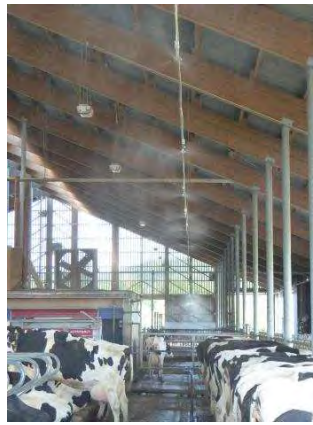
- Senkung des Wärmestaus
- Erhebliche Erhöhung der Luftfeuchte
- Wichtig: Luftaustausch muss sichergestellt sein
- Wirkung je nach Luftfeuchte eingeschränkt/bedenklich
- Kompletter Stall wird feucht
- Schadorganismen, Pilze werden gefördert
- Zeitliche Begrenzungen unbedingt erforderlich

Herbert Rieder, Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) EIFEL  
[www.dlr-eifel.rlp.de](http://www.dlr-eifel.rlp.de)

## Kuhdusche: Mehrreihig über den Laufgängen im Stall



## Kuhdusche: Wasser wird sehr fein versprüht/vernebelt



### Vorteile:

- Temperatur abhängige Steuerung möglich
- Zeitliche begrenzte Steuerung möglich oder ab bestimmter Temperatur ist ein Dauerbetrieb möglich
- Laufgänge sind immer feucht, bleiben griffiger
- Relativ günstige Anschaffung
- Überschaubarer Wasserverbrauch

### Nachteile:

- Erhöhung der Luftfeuchte. Mit zunehmendem Anstieg der Luftfeuchte geht die Kühlwirkung verloren
- Häufig keine Ventilatorentechnik vorhanden, die das Wasser aus dem Stall bläst
- Alle Kühe werden nass, keine Selektion möglich
- Extrem Wind anfällig, insbesondere bei den äußeren Laufgängen
  - Futter nass
  - Liegebuchten nass

## Wärmeübertragung/Kühlung Kondensation von Wasser

Wasser wird großtropfig  
**direkt**  
auf die Kühe gebracht (*Niederdruck*)

Fell der Kühe wird nass.  
Die Körpertemperatur trocknet das  
Wasser

### Effekte:

- Senkung des Wärmestaus
- Kombination: Warme Körperoberfläche und kühles Wasser → Verdunstung und d.h. Erhöhung der Luftfeuchte
- Wichtig: Luftaustausch muss sichergestellt sein, zeitlich begrenzen
- Wirkung je nach Luftfeuchte eingeschränkt
- Vorteil: Nur bestimmte Stallbereiche sind betroffen → Laufhof, Fressgang.
- Kühe wählen individuell

## Wärmeübertragung/Kühlung Kondensation von Wasser



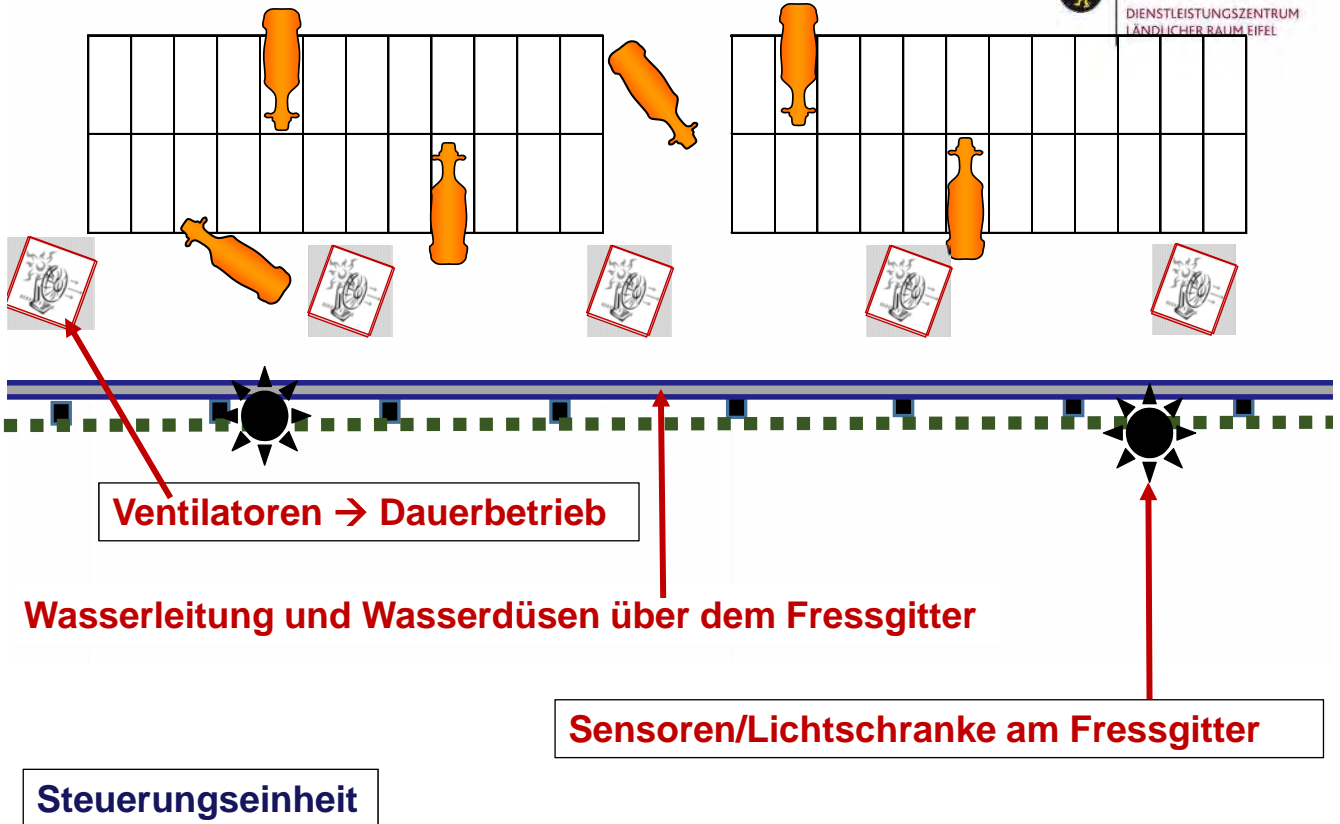
Bsp.: System De Laval, Installation Haus Düsse



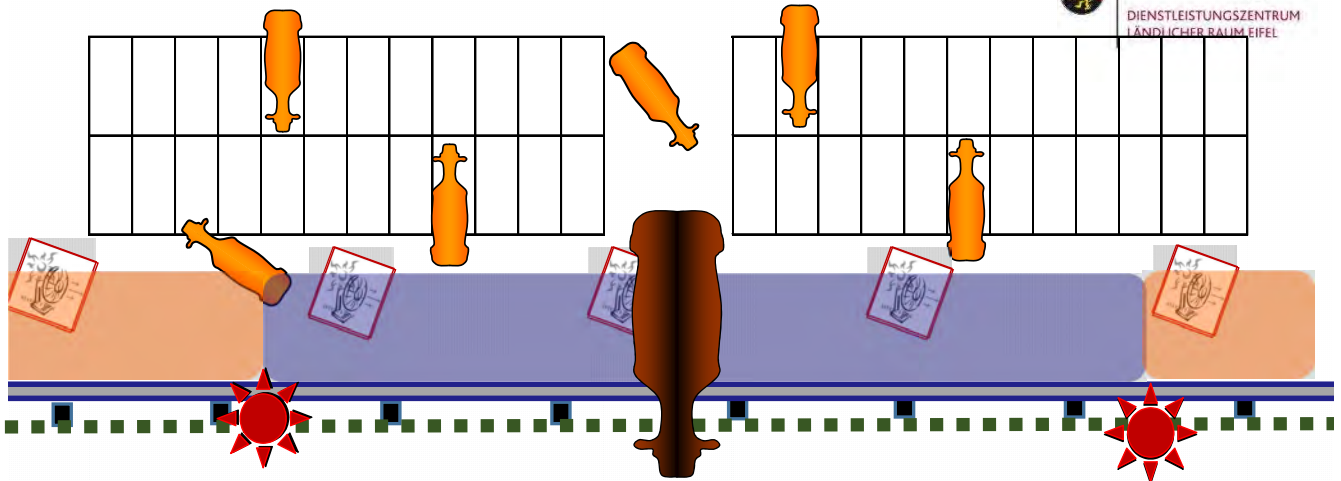
Herbert Rieder, Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) EIFEL  
www.dlr-eifel.rlp.de

Bsp.: De Laval, Haus Düsse  
Darstellung: Rieder-2019

**Installation:**



Herbert Rieder, Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) EIFEL  
www.dlr-eifel.rlp.de

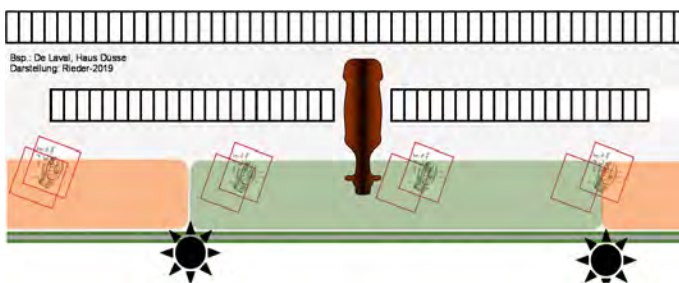


### Ventilation:

- Dauernd in Betrieb

### Wasserstrahl:

- ausgelöst durch Tiererkennung
- Dauer bis zu ca. 10 Sekunden, einstellbar
- Neuer positiver Impuls für den Wasserstrahl durch diese Kuh:
  - erst nach ca. 10 Min., variabel einstellbar
- Neue positive Impulse:
  - innerhalb der Frist durch andere Kühe möglich, dennoch Begrenzung möglich
- .....

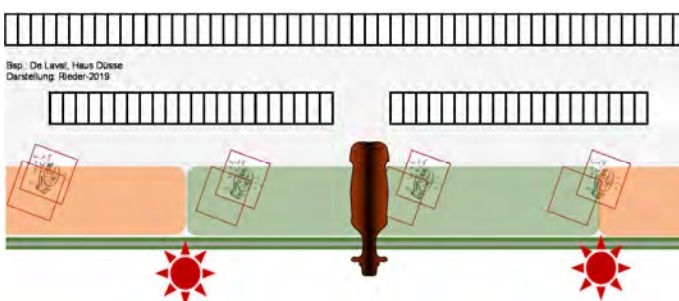


### Vorteile:

- Kühe können individuell „duschen“
- Nur im Fressgang
- Geringer Wasserverbrauch
- Kombinierbar mit anderen Ventilatoren
- Laufgang bleiben feucht, trittsicher im Sprühbereich
- .....

### Nachteile:

- Stromverbrauch
- Investition
- Schnittstellen mit anderen Systemen ??
- Futter kann nass werden
- Im Trockenbereich sind die Laufgänge u.U. trocken, schmierig und rutschig
- .....



# Wärmeübertragung/Kühlung Kondensation von Wasser

Temperatur – Luftfeuchtigkeits-Index  
(Temperatur-Humiditäts-Index) (THI)

THI-Index Temperatur (°C)	Luftfeuchtigkeit [rel %]																
	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
16	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
17	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81
18	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82
19	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83
20	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84
21	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85
22	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
23	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87
24	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88
25	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89
26	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
27	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91
28	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92
29	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93
30	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94
31	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
32	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96
33	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97
34	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98
35	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99
36	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

THI	Stressniveau	Symptome
< 68	Kein Hitzestress	
69-71	Leichter Hitzestress	Aufsuchen von Schatten Erhöhte Atemfrequenz Erweiterung der Blutgefäße Erste Auswirkung auf die Milchleistung
72-75	Mäßiger Hitzestress	Erhöhte Speichelproduktion Erhöhte Atmungsrate Erhöhte Herzfrequenz Rückgang Futtermittelaufnahmen Erhöhte Wasseraufnahmen Rückgang Milchproduktion Rückgang Fruchtbarkeit
80-89	Starker Hitzestress	Unwohlsein aufgrund der zunehmenden Symptome
> 90	Gefahr	Todesfälle möglich

Verneblung des Wassers:  
Feinste Wasserteilchen werden als Nebel in die Stallluft gebracht (Hochdruck)

Wasser verdampft sofort und kühlt dadurch die Luft

- Effekte:**
- o Senkung des Wärmestaus
  - o **Erhebliche Erhöhung der Luftfeuchte**
  - o **Wichtig: Luftaustausch muss sichergestellt sein**
  - o Wirkung je nach Luftfeuchte eingeschränkt/bedenklich
  - o Kompletter Stall wird feucht
  - o Schadorganismen, Pilze werden gefördert
  - o **Zeitliche Begrenzungen unbedingt erforderlich**

Wasser wird großtropfig **direkt** auf die Kühe gebracht (Niederdruck)

Fell der Kühe wird nass. Die Körpertemperatur trocknet das Wasser

- Effekte:**
- o Senkung des Wärmestaus
  - o **Kombination: Warme Körperoberfläche und kühles Wasser → Verdunstung und d.h. Erhöhung der Luftfeuchte**
  - o **Wichtig: Luftaustausch muss sichergestellt sein, zeitlich begrenzen**
  - o Wirkung je nach Luftfeuchte eingeschränkt
  - o Vorteil: Nur bestimmte Stallbereiche sind betroffen → Laufhof, Fressgang.
  - o Kühe wählen individuell

- o Beide Systeme lindern sofort den Hitzestress
- o Beide Systeme erhöhen die Luftfeuchte
- o Deshalb den Wassereinsatz zeitlich begrenzen
- o Ventilation notwendig um die Luftfeuchte aus dem Stall zu befördern
- o Ausreichend Abluftöffnungen vorhalten

Herbert Rieder, Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) EIFEL  
www.dlr-eifel.rlp.de

## Zusammenfassung:

- o Kühe mögen keine Hitze
- o Kühe produzieren viel Wärme, die sie an die Umgebung abgeben müssen
- o Alle Rinder im Auge behalten, auch Trockensteher, Kranke, .....
- o Anpassung der Fütterung: Energiedichte erhöhen, Struktur sicherstellen, Mineralisierung und Viehsalz erhöhen, Futtermittelaufnahme, Konservierung/Futterzusätze, Silovorschub, ....
- o Wasserversorgung:
  - Anzahl der Tränken, Wassernachfluss, Entfernung zu den Tränken, beachte: Weidegang
- o Bei Weidegang ausreichend Schattenplätze, Weidegang in die Abend-Nachtstunden verlegen
- o Optimierung der einfachen Dinge:
  - Öffnung aller Möglichkeiten wie Tore, Curtain, Netze, First, ....
  - Neubau: Windrichtung beachten → natürliche Querlüftung anstreben, möglichst viele/alle Seiten öffnen, Baumaterialien überdenken (hellere anstatt dunklere, ggf. das Dach dämmen, Hindernisse im Stall reduzieren, .....
  - Altbau: überprüfen in wie weit die Seiten/Giebel geöffnet werden können, Tore öffnen, ...
- o Technische Maßnahmen:
  - Ventilatoren (Axial oder Vertikal, Schlauchlüftung)
    - **Vertikal:** meist nur für Luftaustausch, Luftgeschwindigkeiten lassen schnell nach um eine direkte Kühlung an der Kuh zu erreichen, geeignet: Wartebereiche, Melkstand
    - **Axial:** je größer der Ø umso größer auch die Luftbewegung, meist mit einer Wurfweite der Luft von 12-15 m, deshalb mehrere in Reihe schalten,
    - **Schlauchlüftung:** Anordnung direkt über den Liegeflächen und dem Futtertisch, Montagehöhe ↔ Haltbarkeit, hohe Windgeschwindigkeiten bedingt zu erreichen
- o Wasser kann zur Kühlung helfen
  - Ein ausreichender Luftaustausch muss sichergestellt sein, ansonsten erhöht sich die Luftfeuchte im Stall. Je nach Luftfeuchte im Stall problematisch. Der Einsatz ist immer zeitlich zu begrenzen (gilt beim Vernebeln und beim großtropfigem Wassereinsatz)



Wenn es noch zu heiß ist, dann doch lieber „Baden“ gehen.



Vielen Dank.

Kontaktdaten: Herbert Rieder, DLR Eifel; 06561-9480432