Bildungs- und Wissenszentrum Boxberg - Schweinehaltung, Schweinezucht -

# Technische Ansatzpunkte zur Steigerung der Energieeffizienz in der Schweinehaltung

**Thomas Weil**

**Bildungs- und Wissenszentrum Boxberg**
**- Schweinehaltung, Schweinezucht -**

**ALB - Mitgliederversammlung**

27. April 2017

1

## Gliederung

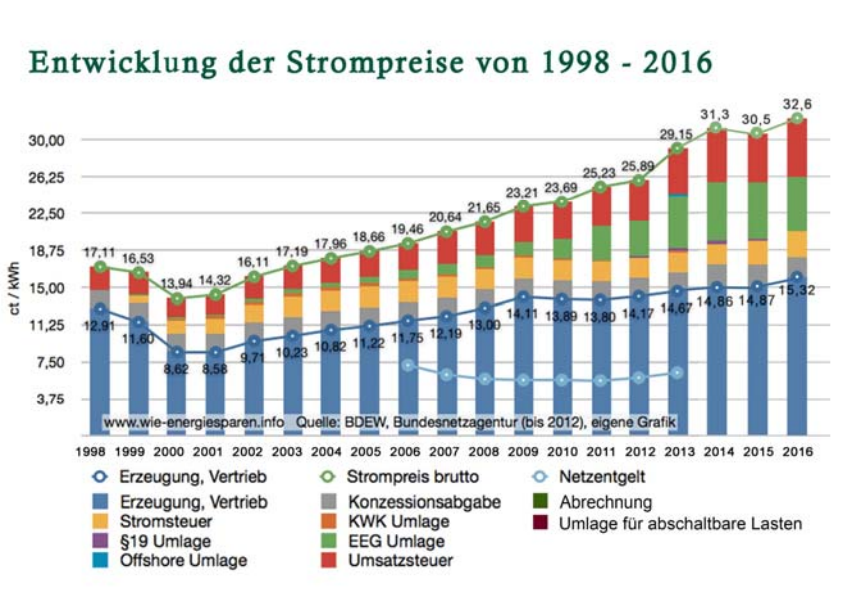
- Kostenstruktur Schweinehaltung unter Berücksichtigung der Energie
- Energieverbraucher und Bewertung von Optimierungen
  - *Lüftung*
  - *Heizung*
  - *Kühlung*
  - *Fütterung*
- Zusammenfassung/Fazit

2

***„Die beste Energie ist die, die man erst gar nicht braucht“***



## Wie entwickelt sich der Strompreis ?



| Kennwert | | rangiert nach DkfL/Sau und Jahr | | |
|---|---|---|---|---|
| | | untere 25% n = 6 | Ø n = 25 | obere 25% n = 7 |
| Durchschnittsbestand | Anzahl | 151 | 231 | 272 |
| verkaufsfähige Ferkel/Sau/Jahr | St. | 21,4 | 24,4 | 25,4 |
| Ferkelgewicht bei Verkauf | kg | 30,8 | 30,5 | 31,1 |
| Erlös/Ferkel | €/St. | 52,45 | 56,69 | 59,84 |
| Erlös/Ferkel | €/kg | 1,70 | 1,86 | 1,92 |
| Erlös Ferkel/Sau/Jahr | € | 1.117,50 | 1.379,31 | 1.505,16 |
| Erlös Tierverkauf/Sau/Jahr | € | 75,01 | 59,72 | 57,45 |
| Sonstiger Erlös/Sau/Jahr | € | 0,54 | 19,62 | 44,32 |
| **Leistungen ges./Sau/Jahr** | **€** | **1.193,05** | **1.459,24** | **1.605,46** |
| Bestandsergänzung/Sau/Jahr | € | 139,93 | 121,71 | 113,55 |
| Futterkosten/Sau | €/dt | 27,84 | 26,48 | 27,08 |
| Futterverbrauch/Sau | dt | 12,6 | 11,8 | 11,2 |
| Futterkosten/Sau/Jahr | € | 348,41 | 310,62 | 301,23 |
| Futterkosten/Ferkel | €/dt | 36,50 | 34,02 | 32,69 |
| Futterverbrauch Ferkel/Sau | dt | 10,1 | 10,8 | 10,7 |
| Futterkosten Ferkel/Sau/Jahr | € | 368,14 | 366,02 | 348,01 |
| Tierarzt/Sau/Jahr | € | 128,40 | 146,32 | 151,01 |
| Deckgeld, Besamung/Sau/Jahr | € | 29,98 | 28,58 | 22,35 |
| Wasser, Energie/Sau/Jahr | € | 125,78 | 94,57 | 75,54 |
| Sonstige Kosten/Sau/Jahr* | € | 29,05 | 22,15 | 9,01 |
| **Direktkosten ges./Sau/Jahr** | **€** | **1.177,19** | **1.098,87** | **1.042,37** |
| Direktkosten ges./Ferkel/Jahr | € | 56,41 | 45,62 | 41,14 |
| **DkfL/Sau/Jahr** | **€** | **15,86** | **360,37** | **563,09** |
| DkfL/Ferkel/Jahr | € | 0,73 | 14,21 | 22,20 |

Quelle: Schweinereport BW

5

| Kennwert | | rangiert nach tägl. Zunahmen | | | rangiert nach DkfL/100 kg Zuwachs | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | untere 25% n = 37 | Ø n = 151 | obere 25% n = 38 | untere 25% n = 37 | Ø n = 151 | obere 25% n = 38 |
| Mastanfangsgewicht | kg | 30,9 | 31,7 | 33,7 | 31,7 | 31,7 | 33,2 |
| Mastendgewicht | kg | 122,8 | 121,8 | 122,1 | 121,6 | 121,8 | 121,8 |
| Mastdauer | Tage | 142 | 122 | 105 | 126 | 122 | 119 |
| **tägliche Zunahmen** | **g** | **648** | **749** | **845** | **727** | **749** | **754** |
| Umtriebe/Jahr | Anzahl | 2,4 | 2,7 | 2,9 | 2,7 | 2,7 | 2,6 |
| Zuwachs/Mastplatz | kg | 218 | 242 | 255 | 240 | 242 | 230 |
| Zuwachs/m² Stallfläche | kg | 252 | 284 | 287 | 284 | 284 | 247 |
| Verluste | % | 4,8 | 3,0 | 1,9 | 4,0 | 3,0 | 2,1 |
| Futterverwertung | 1: | 3,16 | 2,94 | 2,80 | 3,13 | 2,94 | 2,87 |
| Magerfleischanteil [1] | % | ---- | 59,2 | ---- | ---- | 59,2 | ---- |
| Auto-FOM | IXP/Tier | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| Erlös | €/kg LG | 1,20 | 1,19 | 1,19 | 1,17 | 1,19 | 1,27 |
| Erlös/kg Schlachtgewicht | € | 1,52 | 1,51 | 1,52 | 1,48 | 1,51 | 1,61 |
| Erlös/Zuwachstier | € | 146,86 | 143,29 | 139,62 | 140,39 | 143,29 | 151,77 |
| Erlös/100kg Zuwachs | € | 161,61 | 159,98 | 159,36 | 156,87 | 159,98 | 173,01 |
| Sonstiger Erlös/100 kg Zuwachs | € | 0,69 | 0,40 | 0,40 | 0,02 | 0,40 | 1,08 |
| Bestandsveränderung/100 kg Zuwachs | € | -0,36 | 0,28 | 5,62 | -1,91 | 0,28 | 3,09 |
| Leistungen gesamt/Zuwachstier | € | 148,65 | 144,59 | 145,83 | 138,93 | 144,59 | 155,88 |
| **Leistungen gesamt/100 kg Zuwachs** | **€** | **163,43** | **161,40** | **166,21** | **155,27** | **161,40** | **177,60** |
| Ferkelkosten | €/kg | 1,89 | 1,88 | 1,87 | 1,89 | 1,88 | 1,88 |
| Ferkelkosten | €/St. | 56,85 | 58,59 | 61,55 | 59,28 | 58,59 | 60,82 |
| Ferkelkosten/100 kg Zuwachs | € | 66,20 | 67,94 | 73,54 | 68,35 | 67,94 | 72,31 |
| Futterkosten | €/dt | 23,05 | 23,72 | 23,99 | 24,35 | 23,72 | 23,32 |
| Futtermenge/Tier | kg/Tag | 2,05 | 2,19 | 2,37 | 2,27 | 2,19 | 2,16 |
| Futterkosten/Zuwachstier | € | 66,55 | 62,59 | 59,26 | 68,18 | 62,59 | 59,14 |
| Futterkosten/100 kg Zuwachs | € | 72,69 | 69,56 | 67,22 | 75,84 | 69,56 | 67,04 |
| Tierarzt,/100 kg Zuwachs | € | 0,55 | 0,62 | 0,67 | 0,59 | 0,62 | 0,91 |
| Wasser, Energie/100 kg Zuwachs | € | 4,46 | 3,95 | 3,33 | 4,77 | 3,95 | 3,08 |
| Sonstige Kosten/100 kg Zuwachs | € | 0,59 | 0,61 | 0,64 | 1,24 | 0,61 | 0,64 |
| Direktkosten gesamt/Zuwachstier | € | 132,32 | 128,41 | 127,96 | 135,50 | 128,41 | 126,56 |
| **Direktkosten gesamt/100 kg Zuwachs** | **€** | **145,29** | **143,39** | **145,97** | **151,51** | **143,39** | **144,39** |
| DkfL/Zuwachstier | € | 16,33 | 16,18 | 17,87 | 3,43 | 16,18 | 29,33 |
| **DkfL/100 kg Zuwachs** | **€** | **18,14** | **18,02** | **20,25** | **3,76** | **18,02** | **33,21** |
| DkfL/Mastplatz | € | 39,19 | 42,93 | 50,54 | 9,88 | 42,93 | 74,61 |
| DkfL/m² Stallfläche | € | 43,36 | 49,32 | 54,88 | 11,82 | 49,32 | 79,62 |
| Netto-DkfL/100 kg Zuwachs | € | 13,39 | 13,82 | 17,23 | 0,69 | 13,82 | 27,99 |
| Netto-DkfL/Mastplatz | € | 28,86 | 32,98 | 42,68 | 2,74 | 32,98 | 62,88 |

Quelle: Schweinereport BW

6

## Kostenstruktur Schweinehaltung unter Berücksichtigung der Energie

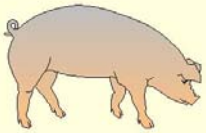
**Ferkelerzeugung**

60 % variable Kosten

(35 % Futter, 8 % Remonte, 11 % Tierarzt + KB, 6 % Energie)

23 % fixe Kosten / 17 % Arbeitskosten

(13 % Gebäude, 10 % Technik)



**Schweinemast**

80 % variable Kosten

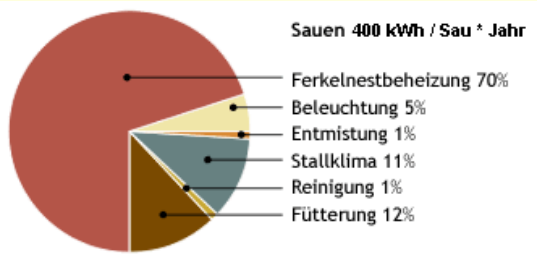
(38 % Futter, 38 % Ferkel, 3 % Energie, 1% TA + sonst.)

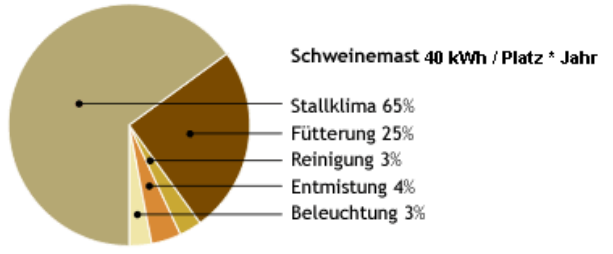
16 % fixe Kosten / 4 % Arbeitskosten

(9 % Gebäude, 7 % Technik)

7

## Elektroenergieverbrauch in der Schweinehaltung




Quelle: LWK NRW / NS

8

# Lüftung

Energieverbraucher: Lüftung 3 Ansätze

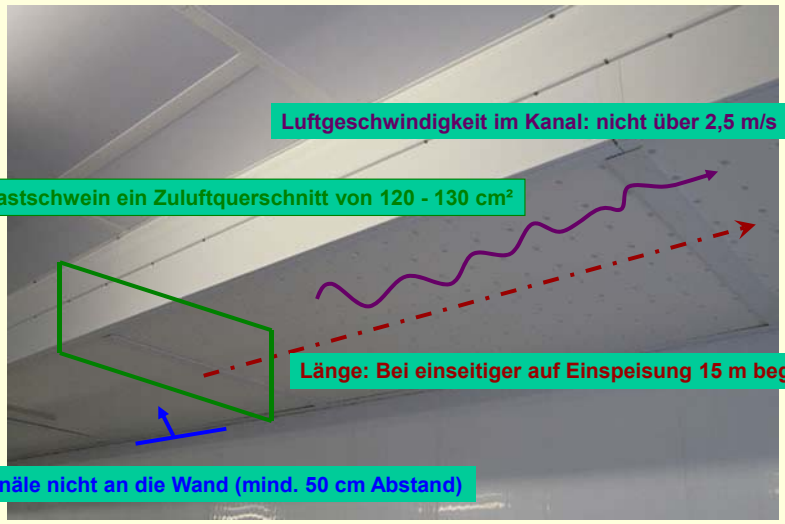
- ausreichend große Dimensionierung Zuluft- und Abluftöffnungen
- Auswahl angepasster Technik (EC-Ventilatoren) zur Leistungsabfrage
- Gute Interaktion mit dem Heizsystem

**Auslegung der Lüftungsanlage in Schweineställen (unter Beachtung der DIN 18910-1)**

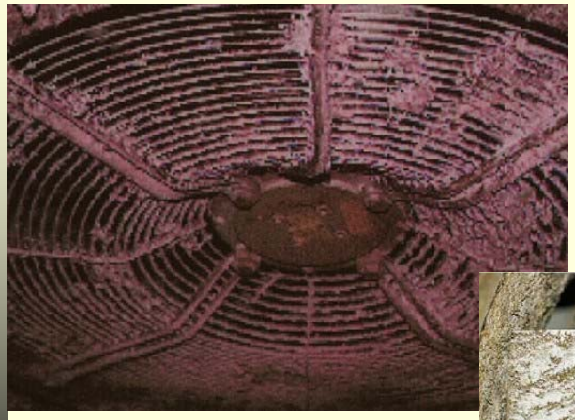
| Tierart | Empfohlene Luftrate $m^3/h$ und Tier |
|---|---|
| Sauen mit Ferkel | 250 |
| Leere und tragende Sauen | 150 |
| Ferkel bis 30 kg | 30 - 40 |
| Mastschweine | 80 - 110 |



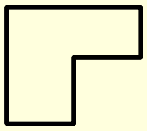
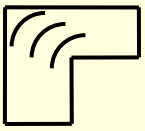
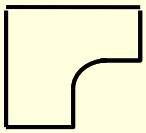
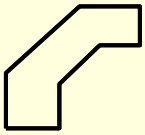
## Dimensionierung Zuluft- und Abluftöffnungen: Praktische Kenndaten



Dimensionierung Zuluft- und Abluftöffnungen: Verschmutzung schafft Wiederstand

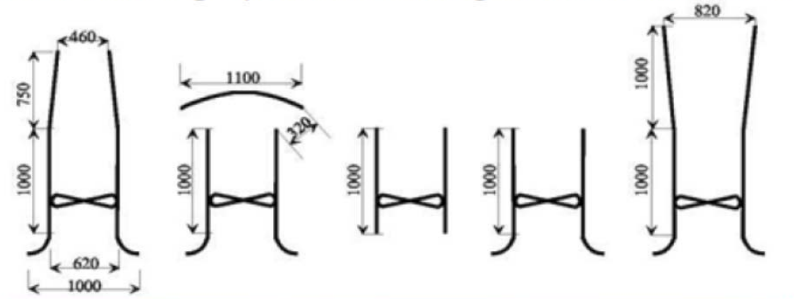


Dimensionierung Zuluft- und Abluftöffnungen: Umlenkungen schaffen Wiederstände und brauchen Strom (Zentralabluft)

| | Knie 90 ° Ecken scharf | Knie 90 ° Ecken scharf mit Leitblechen | Knie 90 ° Ecken schwach abgerundet | Segmentbogen 90 ° |
|---|---|---|---|---|
| Luftge-schwin-digkeit |  |  |  |  |
| 1 m/s | 0,9 Pa | 0,1 Pa | 0,3 Pa | 0,4 Pa |
| 2 m/s | 3,2 Pa | 0,5 Pa | 1,2 Pa | 1,4 Pa |
| 4 m/s | 7,2 Pa | 1,9 Pa | 4,8 Pa | 5,8 Pa |
| **6 m/s** | **32,4 Pa** | **4,3 Pa** | **10,8 Pa** | **13,0 Pa** |

## Abluftaustritt: **Verengungen verbrauchen Energie**

**Fortluftführung:** Spezifische Leistungsaufnahme W/1000 m³ h




| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 66,4<br>142 % | 64,1<br>137 % | 46,8<br>100 % | 42,6<br>91 % | 34,6<br>74 % |

Strömungstechnisch günstige Gestaltung der Fortluftführung steigert den Luftdurchsatz und senkt die Stromkosten, Quelle: S. Pedersen, 1999

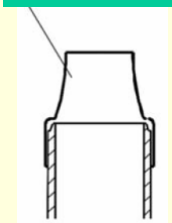


## Dimensionierung Zuluft- und Abluftöffnungen: Abluftöffnungen schaffen Wiederstände und brauchen Strom

**Einströmbereich abgerundet**

**Abdeckung Abluftschacht**

**Weitwurfdüse**



**Diffusor**

Gute Interaktion mit dem Heizsystem:

## Lüftung darf nicht gegen das Heizsystem arbeiten

## Lüftung von „alternativen“ Stall-Bauweisen

Freie, diffuse Lüftung (Trauf-First Lüftung)

## Lüftung von „alternativen“ Stall-Bauweisen

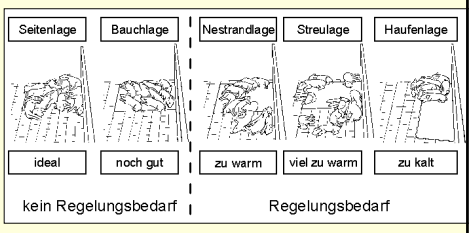
Freie,
diffuse Lüftung

## Energieeinsparung in der Lüftungsanlage

- Optimierung der Zu- und Abluftkanäle
- Sauberkeit der Lüftungsanlage
- Frisch- und Fortluft mit geringen Strömungswiderständen durch den Stall transportieren
- Anpassung der Luftraten an den Lüftungsbedarf
- Energiesparende Ventilatoren
- Abstimmung Ventilator und Regelung

# Heizung: Grundlagen Temperaturansprüche

| Haltungssystem | Temperaturbereich nach DIN 18910 |
|---|---|
| Wartestall /Deckzentrum | 20- 23° C (eigene Erfahrungen) |
| Abferkelstall (Zuchtsau) | 18- 21° C |
| Ferkelaufzucht 3 – 4 Lebenswoche | 26- 30° C |
| Ferkelaufzucht 4 – 6 Lebenswoche | 22- 26° C |
| Vormast | 20- 22° C |
| Endmast | 16- 20° C |

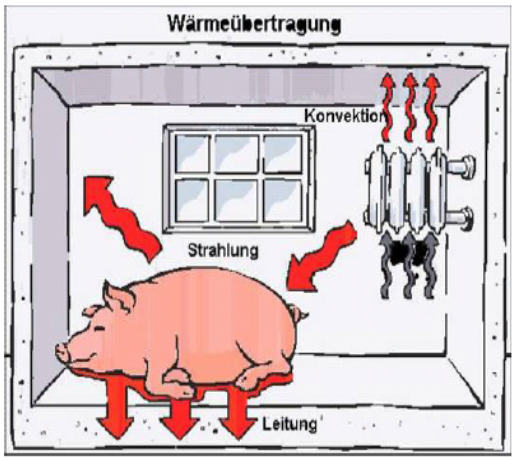



Lufttemperatur im Stall dem Haltungssystem und der Besatzdichte anpassen!



# Vermeidung Wärmeverlust, wo Dämmen?

## Heizung




Wärmeverluste:

| | |
|---|---|
| Lüftung | 75 - 90 % |
| Stalldecke | 15 - 20 % |
| Wand | 3 - 5 % |
| Fenster, Türen | 3- 5 % |
| Bodenplatte | ? % |

Quelle: LWK NRW/NS

## Wie kann man Einzelverbräuche messen?

Strom

Wärme

## Anforderungen an Heizungen im Abferkelstall

| | |
|---|---|
| Temperatur für die Sau: | 20° C bis 22° C um die Geburt |
| | 18° C in der Säugezeit |
| Temperatur für die Ferkel: | 35° C nach der Geburt |
| | 24° C zu Absetzen |

Wärmebedarf Unterschied ohne/mit Abdeckung: ca. 30-35%

## Abferkelstall, welche Heizenergie ist günstig?

### Nutzenergiebedarf bis zum 21. Lebenstag

| System | Nutz-energie je Wurf | Kosten je Wurf |
|---|---|---|
| Elektroinfrarotstrahler | 98 kWh | 18,13 € |
| Gasinfrarotstrahler | 243 kWh | 15,79 € |
| Kunststoffplatten elektrisch | 43 kWh | 7,95 € |
| Polymerbetonplatten Warmwasser | 64 kWh | 4,16 € |

de Baey-Ernsten et al.; ergänzt

23

## Abferkelstall:

Kostenvergleich von Heizplatten elektrisch - warmwassergeführt

**Strom:**

45 kWh je Wurf x 18,5 Ct/kWh = 8,33 €/Wurf

8,33 €/Wurf x 2,35 Würfe je Sau und Jahr ≈ **19,50 € je Sau**

**Warmwasser:**

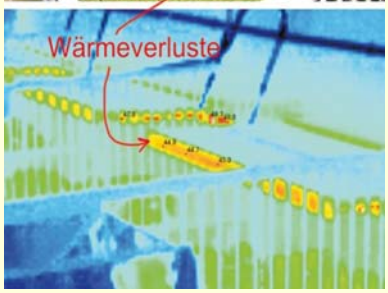
65 kWh je Wurf x 6,5 Ct/kWh x 85% = 4,97 €/Wurf

4,97 €/Wurf x 2,35 Würfe je Sau und Jahr ≈ **11,50 € je Sau**

**Differenz: 8,00 € je Sau**

Quelle: LWK NRW/NS, modifiziert

24



## Heizungsverfahren im Ferkelaufzuchtstall

Raumheizung:

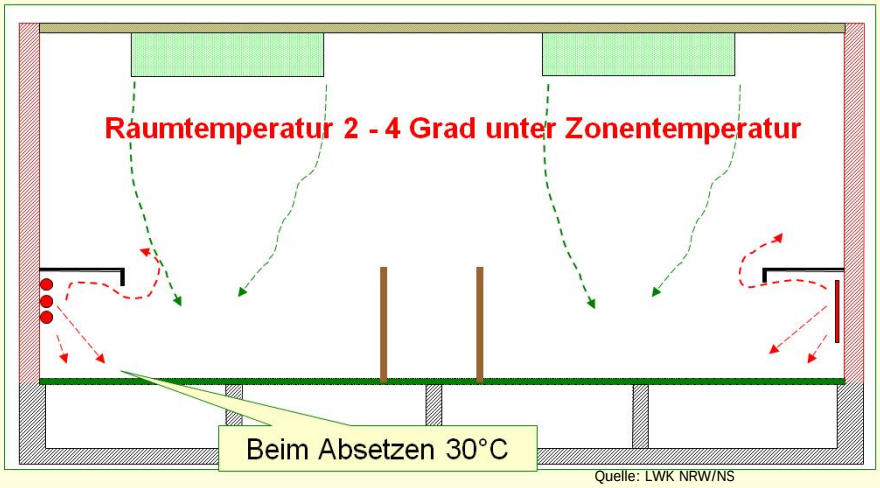
Twin- oder Deltarohre,
Siedewasserrohre,
Wandstrahlelemente
Heizleistung ca. 70 W / Ferkel

oder

Zonenheizung:

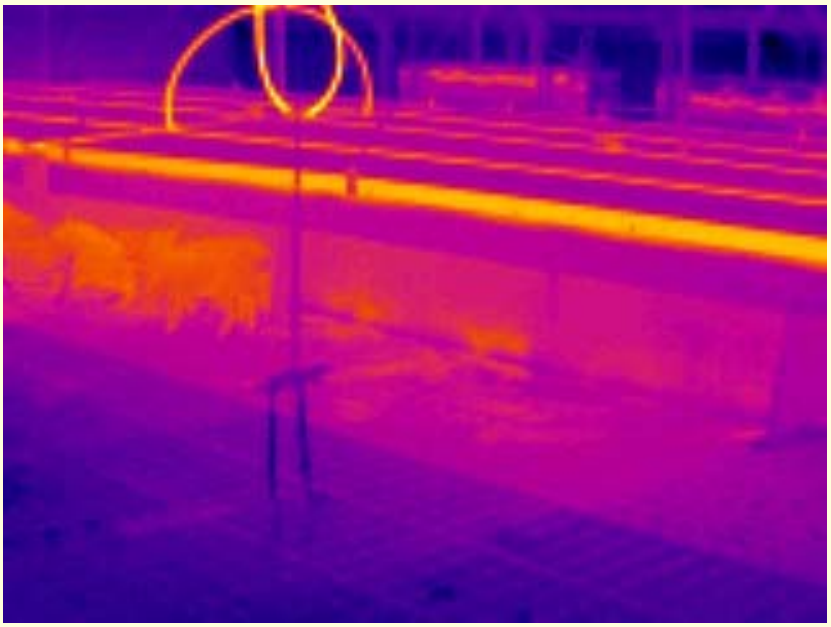
Twin- oder Deltarohre, Fiestaplatten unter Abdeckungen
Heizleistungen ca. 40 W / Ferkel
ergänzt bei Bedarf durch Raumheizung

## Energieeffizienz Ferkelaufzucht




Quelle: LWK NRW/NS

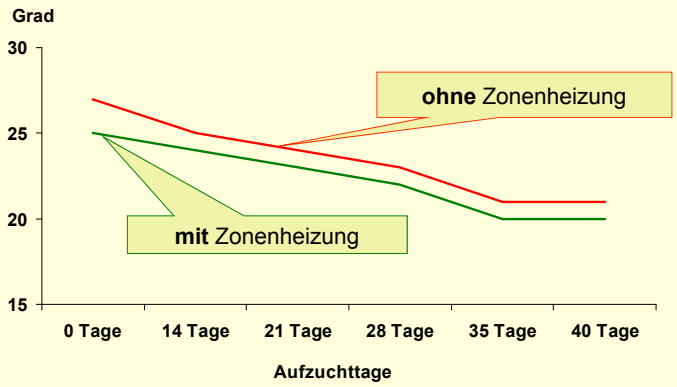
27



28

# Energieeffizienz Ferkelaufzucht

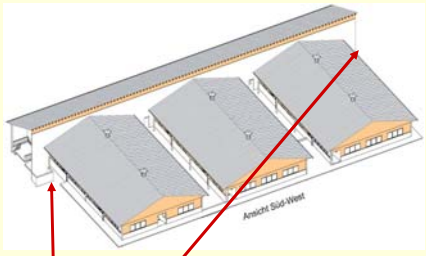
1 °C Temperaturunterschied bewirken ca. 5 % Energieeinsparung !!!






# Kühlung

**Unterflurzuluftkühlung**



**Kühlung über Porendecke**

## Schwerpunkt: Unterflurzuluftführung

-Zusatzeffekt: frei zugängliche Gülleleitungen

31

## Schwerpunkt: Unterflurzuluftführung:

- Möglichkeit zur Zuluftbefeuchtung

32

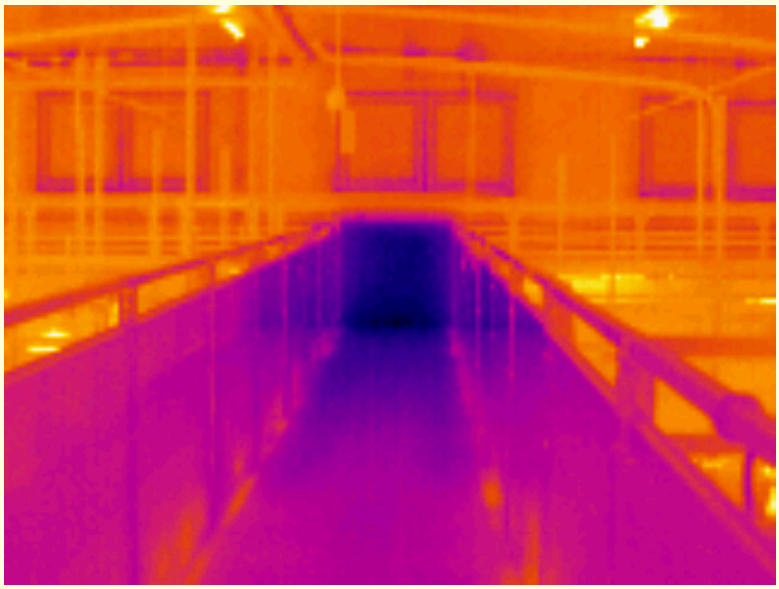
## Schwerpunkt: Unterflurzuluftführung:

- oder Zulufterwärmung über Wasta-Platten (Ferkelaufzucht)

## Unterflurzuluftführung

- mit optimaler Luftdurchströmung der Abteile -

## Temperaturen bei Unterflurzuluft

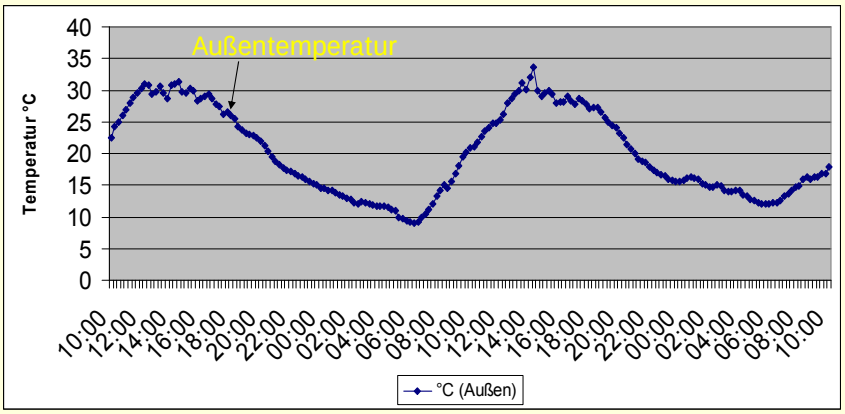




## Schwerpunkt: Unterflurzuluftführung

Ziel: energieeffiziente Stallklimatisierung

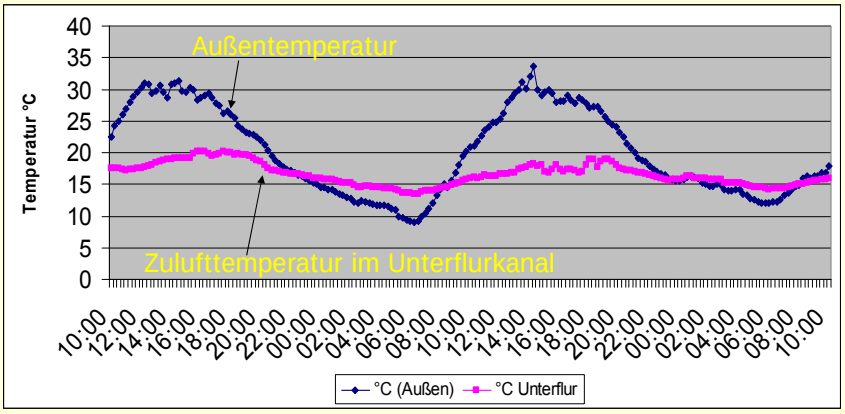
**Ergebnisse: Klimamessungen MPA Boxberg**



## Schwerpunkt: Unterflurzuluftführung

Ziel: energieeffiziente Stallklimatisierung

**Ergebnisse: Klimamessungen MPA Boxberg**

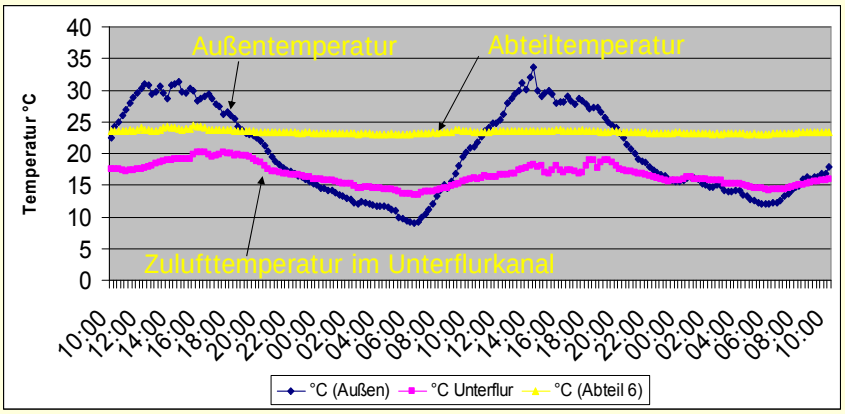





## Schwerpunkt: Unterflurzuluftführung

Ziel: energieeffiziente Stallklimatisierung

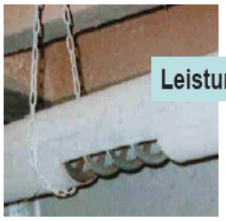
**Ergebnisse: Klimamessungen MPA Boxberg**



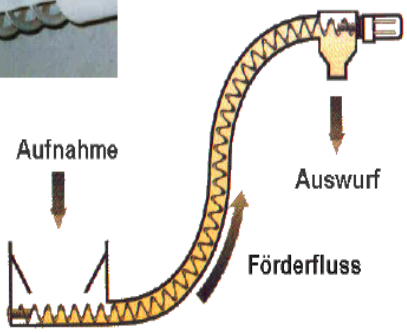
# Fütterung

Fütterung bzw. Futtertransport:
Leistungsbedarf in Abhängigkeit von der Transporttechnik

## Spiralförderer



Leistungsbedarf: 0,25 Wh/kg Trockenfutter *



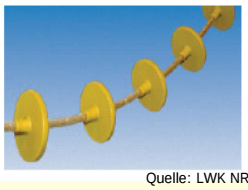

Quelle: LWK NRW/NS



Fütterung bzw. Futtertransport:
Leistungsbedarf in Abhängigkeit von der Transporttechnik

## Seilförderer

Leistungsbedarf: 1,08 Wh/kg Trockenfutter *



Quelle: LWK NRW/NS

## Fütterung bzw. Futtertransport: Leistungsbedarf in Abhängigkeit von der Transporttechnik

### Flüssigfütterung

Leistungsbedarf: 2,97 Wh/kg Trockenfutter *

Quelle: LWK NRW/NS

41

## Fütterung bzw. Futtertransport: Leistungsbedarf in Abhängigkeit von der Transporttechnik

### Druckluft

Leistungsbedarf: 18,81 Wh/kg Trockenfutter *

Quelle: LWK NRW/NS

42

## Kostenvergleich 1.000 Maststall; 2,7 Durchgänge; 90 kg Zunahme; Futterverwertung 3:1

Geförderte Futtermenge:

1.000 Mastplätze * 2,7 Durchgänge * 90 kg Zunahme/Tier * 3 kg Futter/kg Zunahme ≈ 730.000 kg Futter

| Förderart | Futtermenge (kg) | Stromverbrauch (Wh/kg) | Stromverbrauch (kWh gesamt) | Strompreis (€/kWh) | Stromkosten (€ gesamt) |
|---|---|---|---|---|---|
| Druckluft | 730.000 | 18,81* | 13.730 | 0,185 | 2.540 |
| Flüssigfütterung | 730.000 | 2,97* | 2.168 | 0,185 | 400 |
| Seilförderer | 730.000 | 1,08* | 788 | 0,185 | 146 |
| Spiralförderer | 730.000 | 0,25* | 183 | 0,185 | 34 |

* Quelle: LWK NRW/NS



## Zusammenfassung

- Effizienter Energieeinsatz hat gerade in Zeiten niedriger Produktpreise sowie steigenden Energiepreise großes Potential
- Das Lüftungssystem in der Schweinehaltung besitzt größtes Energie-Einsparpotential
- Großes Einsparpotential auch bei der Wahl der Energieform im Abferkel- und Aufzuchtbereich
- Energiebedarf bei den einzelnen baulichen Futtertransport-Einrichtungen sehr unterschiedlich

## Fazit

- Zuerst durch Optimierung der vorhandenen Technik Energiekosten senken
- Bei Neu- und Ersatzinvestitionen den spezifischen Energieverbrauch beachten
- Tarifverträge überprüfen
- Investitionen in Warmwasserheizsysteme erlaubt den Austausch des Energieträgers



**Nicht alles was Energie spart….**

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit**

**….ist auch sinnvoll**