

# Ihre innovative und kompetente Partnerin rund um Rind und Schwein !



**Baubetreuung**

**Spezialberatung Fütterung**

**Spezialberatung Schweine**

**Scannerservice Schweine**

**Herdbuchführung Schweine**

Wilfried Brede

Landwirtschaftlicher Unternehmensberater

Holzhausen, Nordhessen

Spezialberatung Schweine

- Intensivproduktionsberatung
- Bauberatung
- Bauleitung & Baumanagement
- Arbeitskreisbetreuer
- Diverse Ausschussarbeiten
  - DLG
  - ALB Hessen
  - etc.



# Planung von Heizungs- und Kühlsystemen

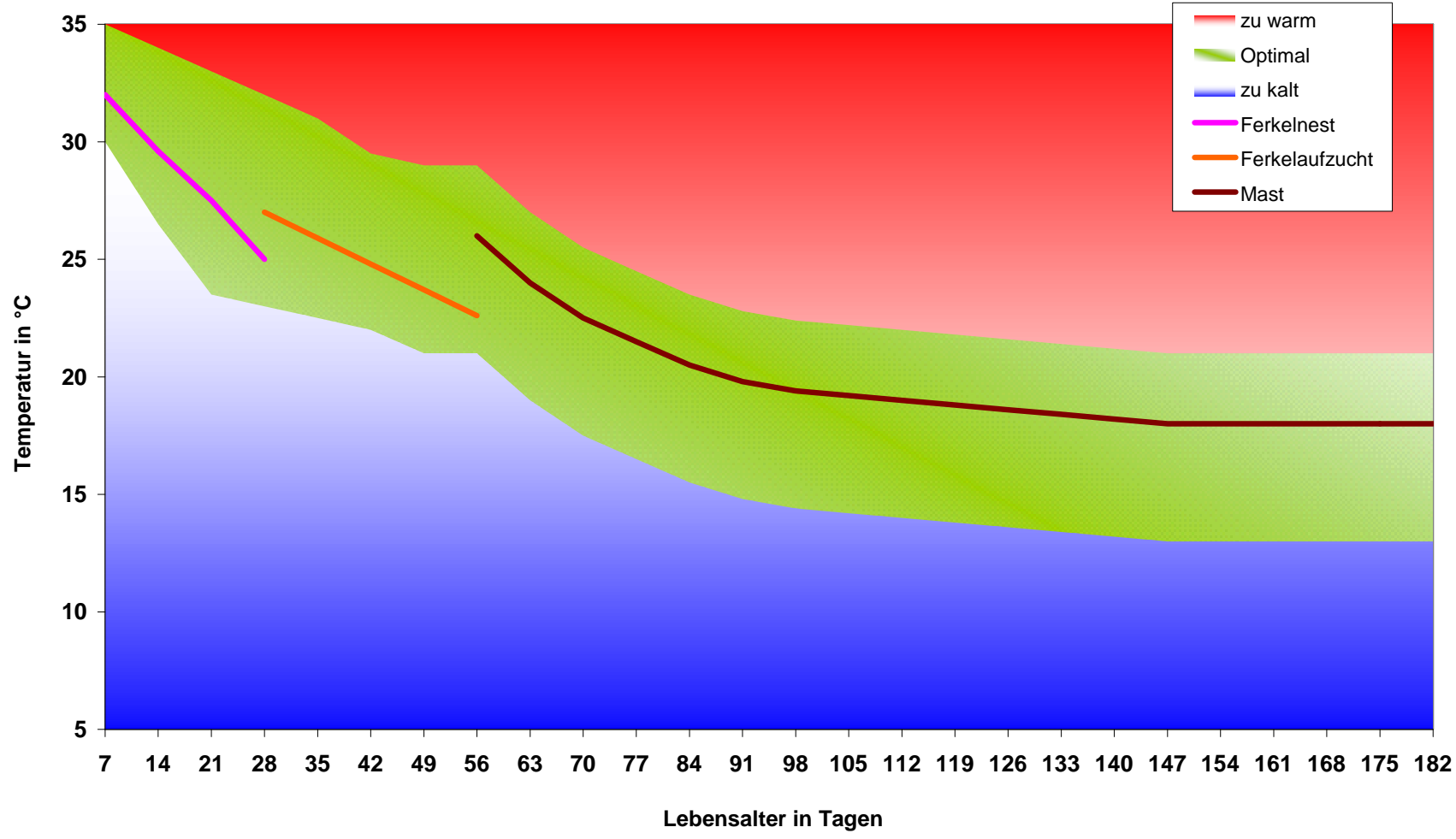
Ein Teil vom CO<sub>2</sub>  
Fußabdruck ????



## Gliederung

- **Grundlagen**
- **Energiekosten in der Veredlung**
- **Heizungssysteme**
  - Möglichkeiten
  - Heizelemente
  - Anlagenplanung
  - Wärmetauscher
- **Kühlungssysteme**
  - Möglichkeiten
  - Dämmung
  - Befeuchungskühlung
  - Luftkühler
  - Luftkühler im Eigenbau
- **Heizen und Kühlen mit einem System**
  - Erdwärmetauscher
- **Zusammenfassung**

## Optimale Temperaturen



## Temperatur, Schadgase, Luftfeuchte, Luftraten

	Temperatur	Ammoniak*	Kohlendioxid**	Luftfeuchte	Luftrate je Tier	
	° Celsius	ppm	Vol. %	%	mindestens	maximal
Abferkelstall	18 – 21	15	0,20	65 - 70	20	280
Ferkelnest	32 – 20*	15	0,20	60		
Deckzentrum	14 – 20	15	0,20	60 - 80	10	200
Wartestall	16 – 20	15	0,20	60 - 80	10	200
Flatdeck 3-5 Woche	28 – 24*	15	0,20	60 - 80	2	20
Flatdeck 5 – 10 Woche	24 – 22*	15	0,20	60 - 80	4	40
Vormast kontinuierlich	20 – 22	15	0,20	60 - 80	6	60
Vormast Rein-Raus	24 – 20*	15	0,20	60 - 80	6	60
Endmast kontinuierlich	18 – 19	15	0,20	60 - 80	9	110
Endmast Rein-Raus	20 – 16*	15	0,20	60 - 80	9	110

\* mit zunehmenden Tiergewicht abnehmend ; \*\* jeweils max. Werte  
Ställe mit Teilspalten können ca. 1 °C, Ställe mit Stroheinstreu können ca. 4 °C niedriger gefahren werden

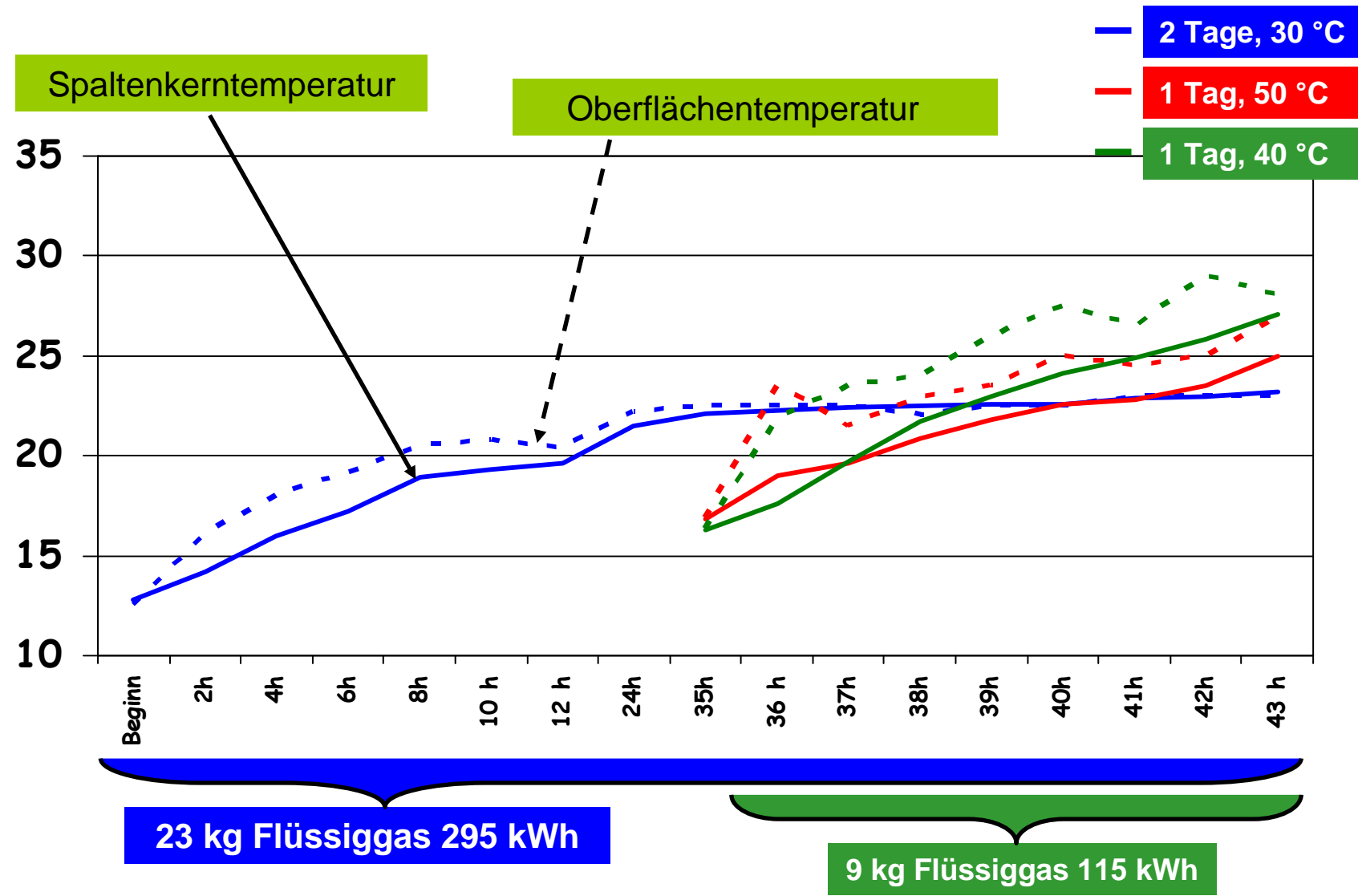
**EINSTALLTEMPERATUR :**

**+ 4 K**

**LUFT**

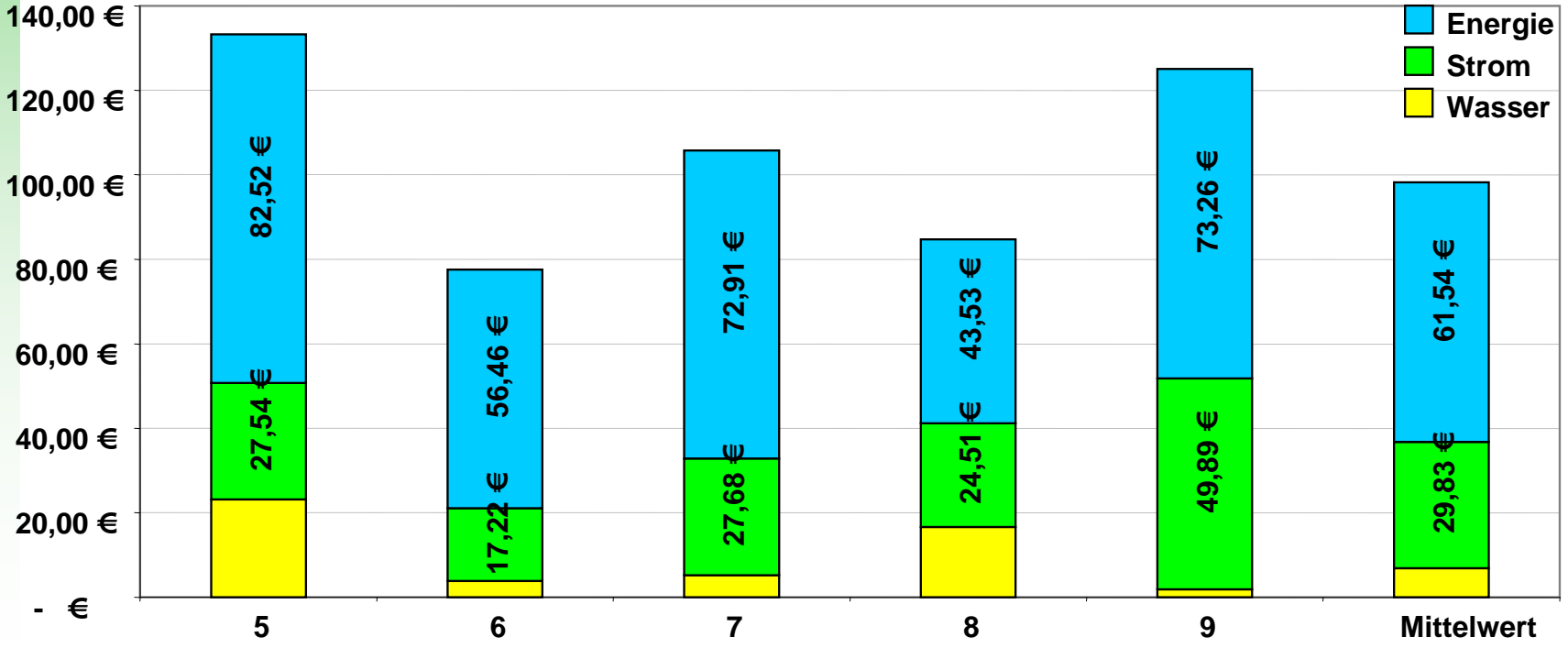
**BODEN**

## Verlauf der Bodentemperatur bei unterschiedlichen Aufheizverfahren



## Energiekosten bei Ferkelerzeugern

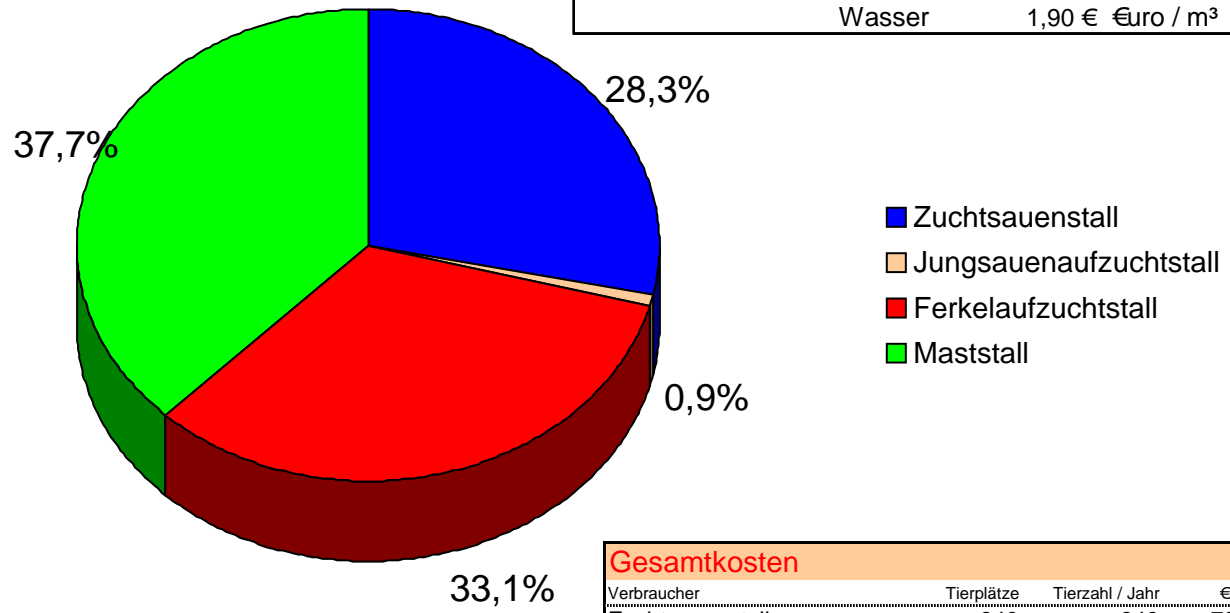
28 kg Ferkel	5	118	23,19 €	17,4	27,54 €	20,7	82,52 €	61,9	133,25 €
	6	209	3,83 €	4,9	17,22 €	22,2	56,46 €	72,8	77,51 €
	7	271	5,17 €	4,9	27,68 €	26,2	72,91 €	68,9	105,75 €
	8	204	16,67 €	19,7	24,51 €	28,9	43,53 €	51,4	84,71 €
	9	158	1,90 €	1,5	49,89 €	39,9	73,26 €	58,6	125,05 €
	<b>Mittelwert</b>	211	<b>6,89 €</b>	<b>7,8</b>	<b>29,83 €</b>	<b>29,3</b>	<b>61,54 €</b>	<b>62,9</b>	<b>98,25 €</b>





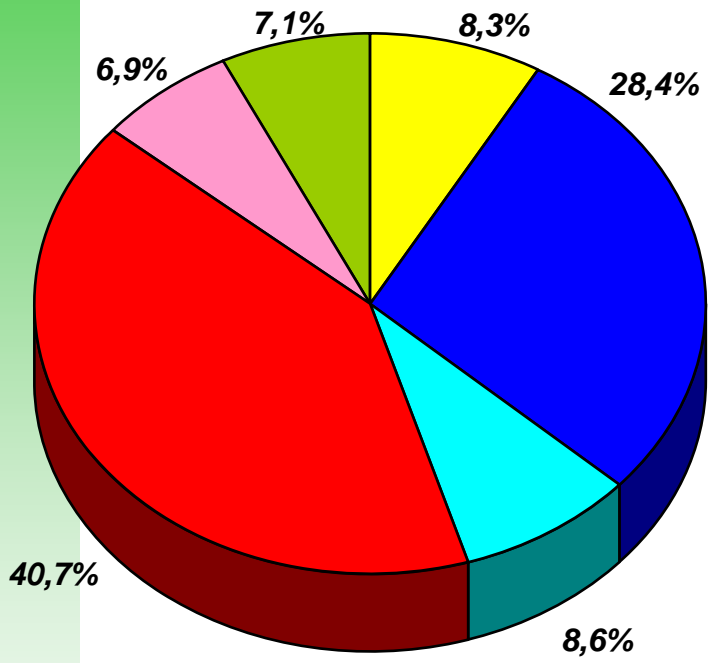
## Energiebedarf

BASISDATEN						
Zuchtsauenstall	340	Plätze	24,0	Fe / ZS & Jahr	8160	Tiere / Jahr
Deckzentrum	32	Plätze				
Wartestall	288	Plätze				
Abferkelstall	96	Plätze				
Jungsauenaufzuchtstall	60	Plätze	2,50	Umtriebe / Jahr	150	Tiere / Jahr
Ferkelaufzuchtstall	1440	Plätze	5,80	Umtriebe / Jahr	8352	Tiere / Jahr
Maststall	2508	Plätze	2,90	Umtriebe / Jahr	7273	Tiere / Jahr
<hr/>						
Elektrizität	0,20 €	Euro / Kilowattstunde				
Heizenergie	0,10 €	Euro / Kilowattstunde				
Wasser	1,90 €	Euro / m <sup>3</sup>				



Gesamtkosten						
Verbraucher	Tierplätze	Tierzahl / Jahr	€uro / Tier	€uro / Platz	€uro / Jahr	%
Zuchtsauenstall	340	340	70,40 €	70,40 €	23.937,36 €	28,3
Jungsauenaufzuchtstall	60	150	5,01 €	12,53 €	752,04 €	0,9
Ferkelaufzuchtstall	1440	8352	3,34 €	19,39 €	27.922,38 €	33,1
Maststall	2508	7273	4,38 €	12,69 €	31.835,15 €	37,7
<b>Summe</b>					<b>84.446,93 €</b>	

## Kostenverteilung Elektrizität



- Fütterungsanlagen
- Futterherstellung
- Beleuchtung
- Lüftung
- Gülletechnik
- Sonstiges

Futterherstellung						
Verbraucher	Tierzahl / Jahr	Futter / Tier	kWh / dt	kWh / Jahr	€uro / kwh	€uro / Jahr
Zuchtsauenstall	340	14,00	1,3	6188	0,20 €	1.237,60 €
Jungsauenaufzuchtstall	150	2,60	1,3	507	0,20 €	101,40 €
Ferkelaufzuchtstall	8352	0,38	1,3	4126	0,20 €	825,18 €
Maststall	7273	2,60	1,3	24583	0,20 €	4.916,68 €
<b>Summe</b>				<b>35404</b>		<b>7.080,86 €</b>

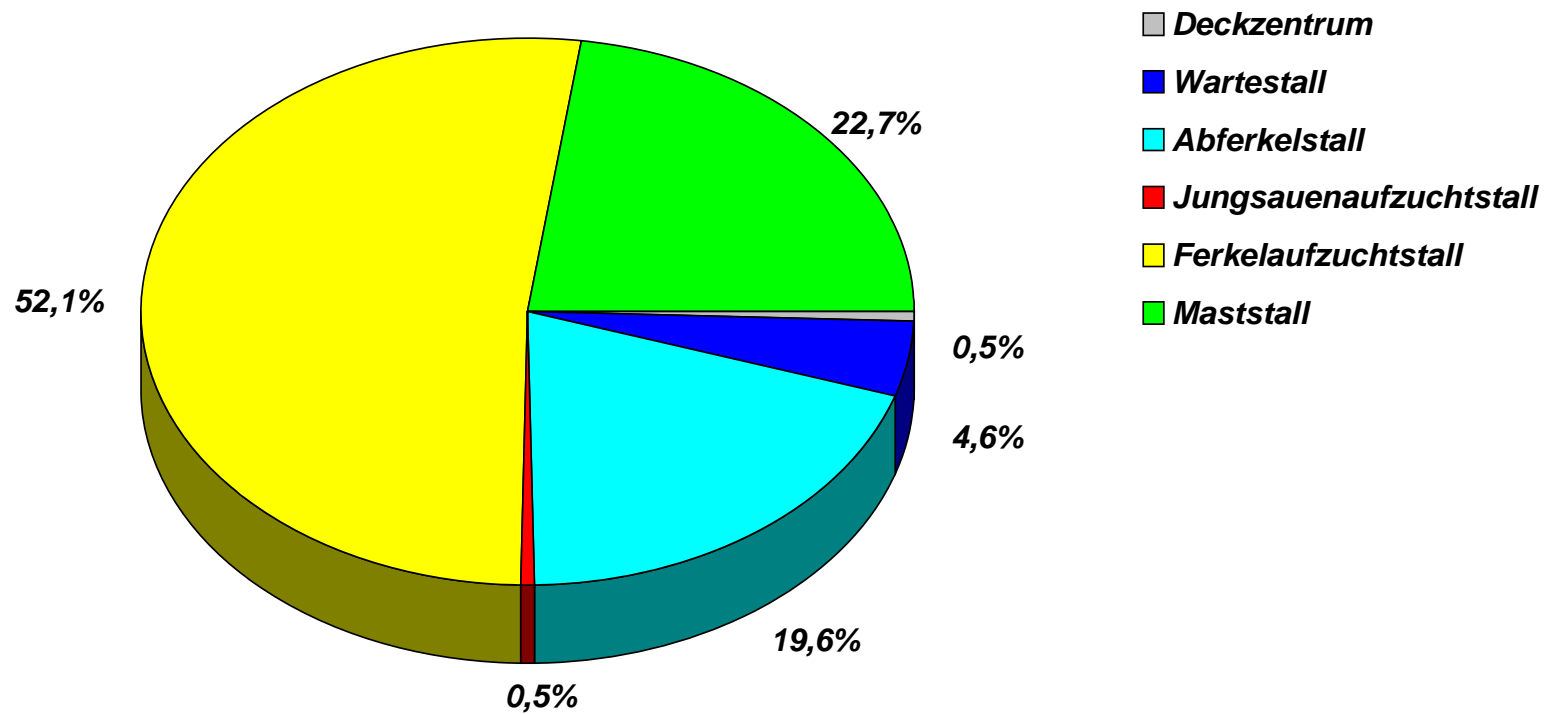
Beleuchtung					
Verbraucher	Tierplätze	kWh / Platz	kWh / Jahr	€uro / kwh	€uro / Jahr
Zuchtsauenstall	340	18,0	6120	0,20 €	1.224,00 €
Jungsauenaufzuchtstall	60	1,5	90	0,20 €	18,00 €
Ferkelaufzuchtstall	1440	0,5	720	0,20 €	144,00 €
Maststall	2508	1,5	3762	0,20 €	752,40 €
<b>Summe</b>			<b>10692</b>		<b>2.138,40 €</b>


Lüftung					
Verbraucher	Tierplätze	kWh / Platz	kWh / Jahr	€uro / kwh	€uro / Jahr
Zuchtsauenstall	340	30,0	10200	0,20 €	2.040,00 €
Jungsauenaufzuchtstall	60	13,0	780	0,20 €	156,00 €
Ferkelaufzuchtstall	1440	5,0	7200	0,20 €	1.440,00 €
Maststall	2508	13,0	32604	0,20 €	6.520,80 €
<b>Summe</b>			<b>50784</b>		<b>10.156,80 €</b>

Elektrizität				
Verbraucher	kWh / Jahr	€uro / Jahr	%	
Fütterungsanlagen	10349	2.069,79 €	8,3	
Futterherstellung	35404	7.080,86 €	28,4	
Beleuchtung	10692	2.138,40 €	8,6	
Lüftung	50784	10.156,80 €	40,7	
Gülletechnik	8616	1.723,20 €	6,9	
Sonstiges	8848	1.769,60 €	7,1	
<b>Summe</b>	<b>124693</b>	<b>24.938,65 €</b>		

Wasser						
Verbraucher	Tierplätze	m³ / Platz	m³ / Jahr	€uro / m³	€uro / Jahr	%
Zuchtsauenstall	340	11,0	3740	1,90 €	7.106,00 €	44,2
Jungsauenaufzuchtstall	60	1,5	90	1,90 €	171,00 €	1,1
Ferkelaufzuchtstall	1440	0,5	720	1,90 €	1.368,00 €	8,5
Maststall	2508	1,4	3511	1,90 €	6.671,28 €	41,5
Reinigungswasser	5,00 % des Verbrauches		403	1,90 €	765,81 €	4,8
<b>Summe</b>			<b>8464</b>		<b>16.082,09 €</b>	

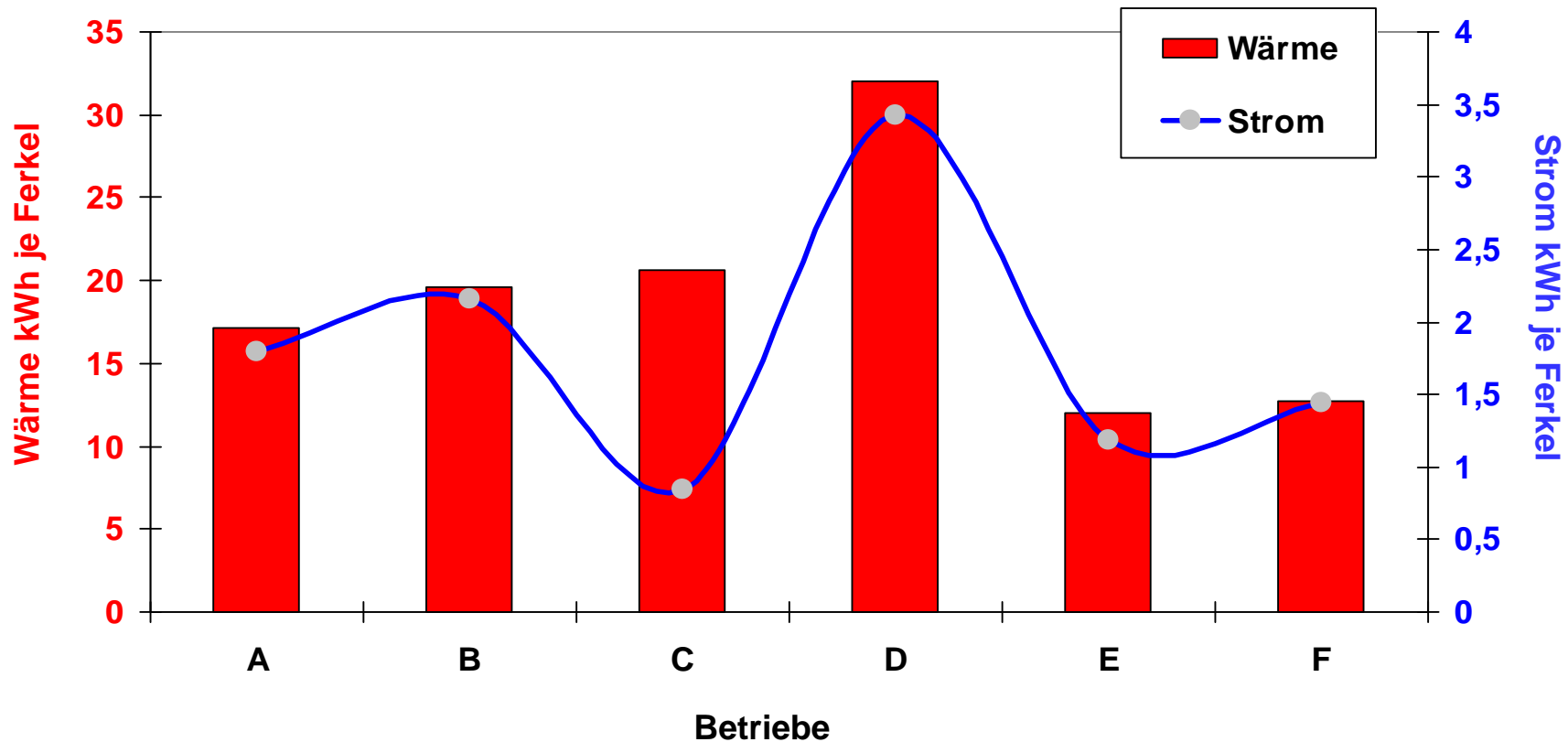
## Kostenverteilung Heizenergie



Heizenergie 						
Verbraucher	Tierplätze	kWh / Platz	kWh / Jahr	€uro / kwh	Euro / Jahr	%
Deckzentrum	32	70	2240	0,10 €	224,00 €	0,5
Wartestall	288	70	20160	0,10 €	2.016,00 €	4,6
Abferkelstall	96	900	86400	0,10 €	8.640,00 €	19,6
Jungsauenaufzuchtstall	60	40	2400	0,10 €	240,00 €	0,5
Ferkelaufzuchtstall	1440	160	230400	0,10 €	23.040,00 €	52,1
Maststall	2508	40	100320	0,10 €	10.032,00 €	22,7
<b>Summe</b>			<b>441920</b>		<b>44.192,00 €</b>	

## Management & Energieverbrauch

### Energieverbrauch verschiedener Betriebe -Auswertung aus 110 Durchgängen-



## Planungsdaten Überschlag

### Wärmebedarf je Stallplatz & Jahr

		Anschlusswert	Verbrauch
Abferkelstall	Ferkelnestbeheizung	150 W / Nest	680 kWh / Platz
	Raumheizung	150 W / Platz	180 kWh / Platz
Beleg- & Wartestall		150 W / Platz	60 - 160 kWh / Platz
Zuchtsauenstall	(ohne Ferkelaufzucht)		330 kWh / Platz
	(mit Ferkelaufzucht)		990 kWh / Platz
Ferkelaufzucht		80 W / Platz	170 kWh / Platz
Schweinemast		50 W / Platz	70 kWh / Platz

## Bedarfsplanung

### 1. Stallmaße

Tiergruppe od. Abteil	Länge m	Breite m	Höhe m	Tierbesatz Stück	Insgesamt		je Tier	
					m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>
Mastabteil 1	13,01	8,40	2,80	120	109,3	306,0	0,91	2,55

### 2. Berechnung des Transmissionswärmestroms

Bezeichnung der Bauteile	Länge od. Breite m	Höhe od. Breite m	Fläche m <sup>2</sup>	Anzahl Flächen Stück	Brutto- fläche m <sup>2</sup>	Netto- fläche m <sup>2</sup>	U-Wert W/m <sup>2</sup> K	Temp. differenz K	Transmissions- wärmestrom Watt
Wand 1	13,01	2,80	36,43	1	36,43	33,43	0,65	40	869,13
Wand 2	8,40	2,80	23,52	1	23,52	18,52	0,65	10	120,38
Wand 3	13,01	2,80	36,43	1	36,43	33,43	0,65	40	869,13
Wand 4	8,40	2,80	23,52	1	23,52	23,52	0,65	40	611,52
Tür 1	1,00	2,00	2,00	0	0,00	0,00	0,92	10	0,00
Tür 2	1,00	2,00	2,00	1	2,00	2,00	0,92	10	18,40
Tür 3	1,00	2,00	2,00	0	0,00	0,00	0,92	10	0,00
Tür 4	1,00	2,00	2,00	0	0	0	0,92	10	0,00
Fenster 1	1,00	1,00	1,00	3	3,00	3,00	2,60	30	234,00
Fenster 2	1,00	1,00	1,00	3	3,00	3,00	2,60	30	234,00
Fenster 3	1,00	1,00	1,00	3	3,00	3,00	2,60	30	234,00
Fenster 4	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	2,60	30	0,00
Stalldecke	13,01	8,40	109,28	1	109,28	109,28	0,45	20	983,56
Summe									4174,11

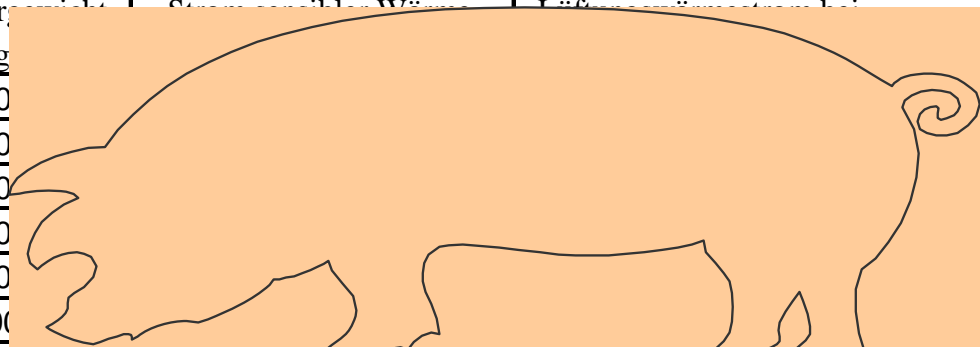
## Bedarfsplanung

### 3. Berechnung des Stroms sensibler Wärme und des Lüftungswärmestroms

Tiergruppe	Einzeltiergewicht kg	Anzahl der Tiere Stück	Strom sensibler Wärme		Lüftungswärmestrom	
			je Tier W	gesamt W	je Tier W	gesamt W
Mastschweine	30	120	81	9720	67	8040

### 3 a. Wertetabelle des Stroms sensibler Wärme und des Lüftungswärmestroms

Mastschweine & Ferkelaufzucht  REIN-RAUS  ϑi 24°C bis 16 °C ϕi = 80%	Einzeltiergewicht	Strom sensibler Wärme	Lüftungswärmestrom	in Watt - 16 °C
		kg		
	20			66
	30			75
	40			80
	50			91
	60			101
	100			136



## Bedarfsplanung

### 4. Berechnung der Wärmestrombilanz

Strom sensibler Wärme ( Wärmeeinfall durch Tiere )	9720,00	Watt
Lüftungswärmestrom ( Wärmeverlust durch Lüftung )	8040,00	Watt
Transmissionswärmestrom ( Wärmeverlust durch Bauteile )	4174,11	Watt
Wärmeüberschuß ( + ) bzw. Wärmedefizit ( - )	-2494,11	Watt

### 5. Berechnung der Wärmeleistung der Zuluftheizung

Um zu verhindern das zu kalte Luft in die Ställe einfällt, ist es ratsam eine Zuluftheizung zu installieren.

Der berechnete Wert ist die benötigte Wärme in Watt bei **-12 °C** mittlerer Außentemperatur im Winter und einer gewünschten Zulufttemperatur von **5 °C**.

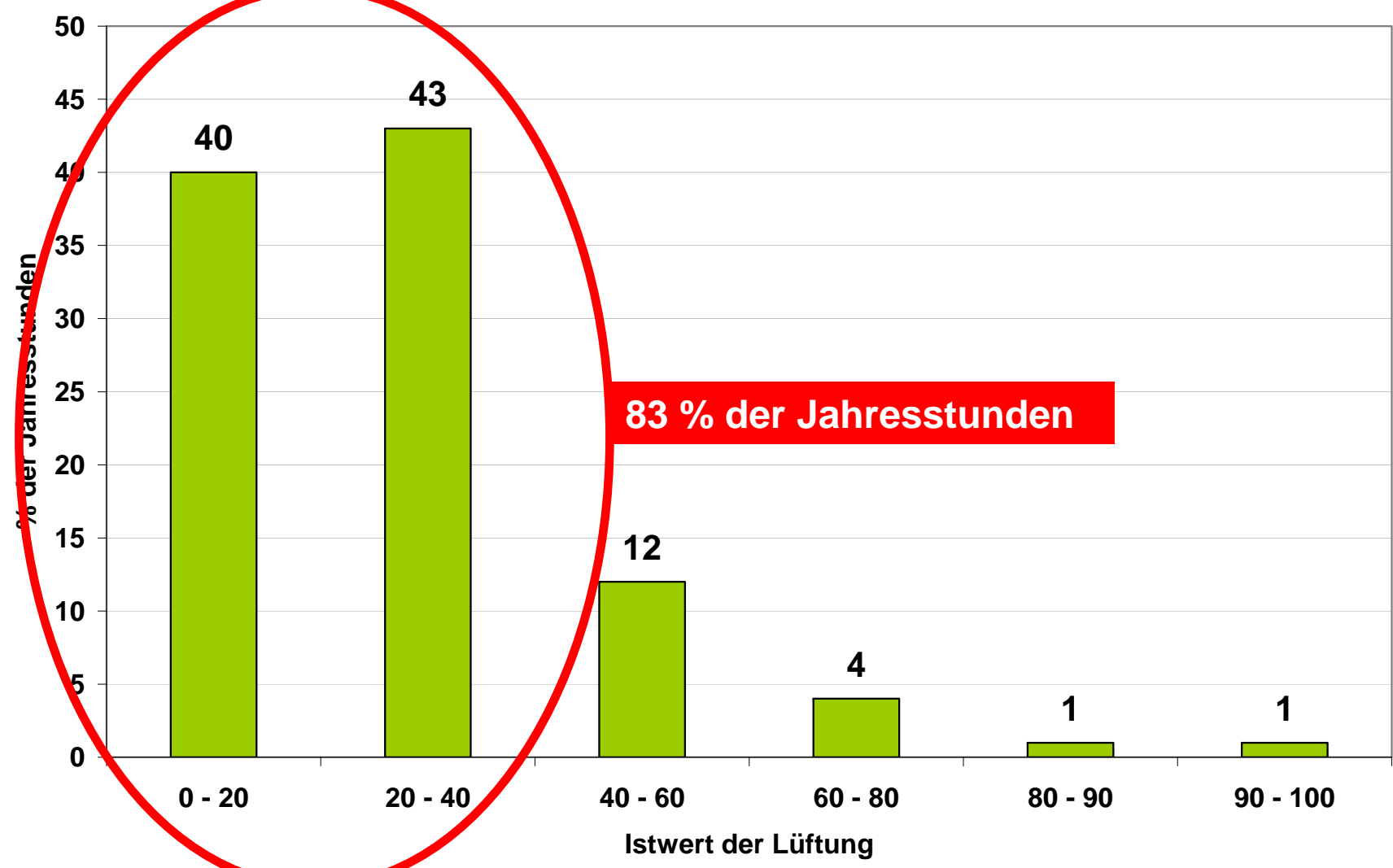
Mindestluftfrate	Gewicht	trockene Luft	Wärmeeinheit	Temperaturdiff.	Zuluftheizung
m <sup>3</sup> / h	kg / m <sup>3</sup>	kg / h	Wh / kg tr. Luft	K	Watt
1320	1,33	1755,6	0,28	17	8357

**AEL Stallklima-  
Berechnung**

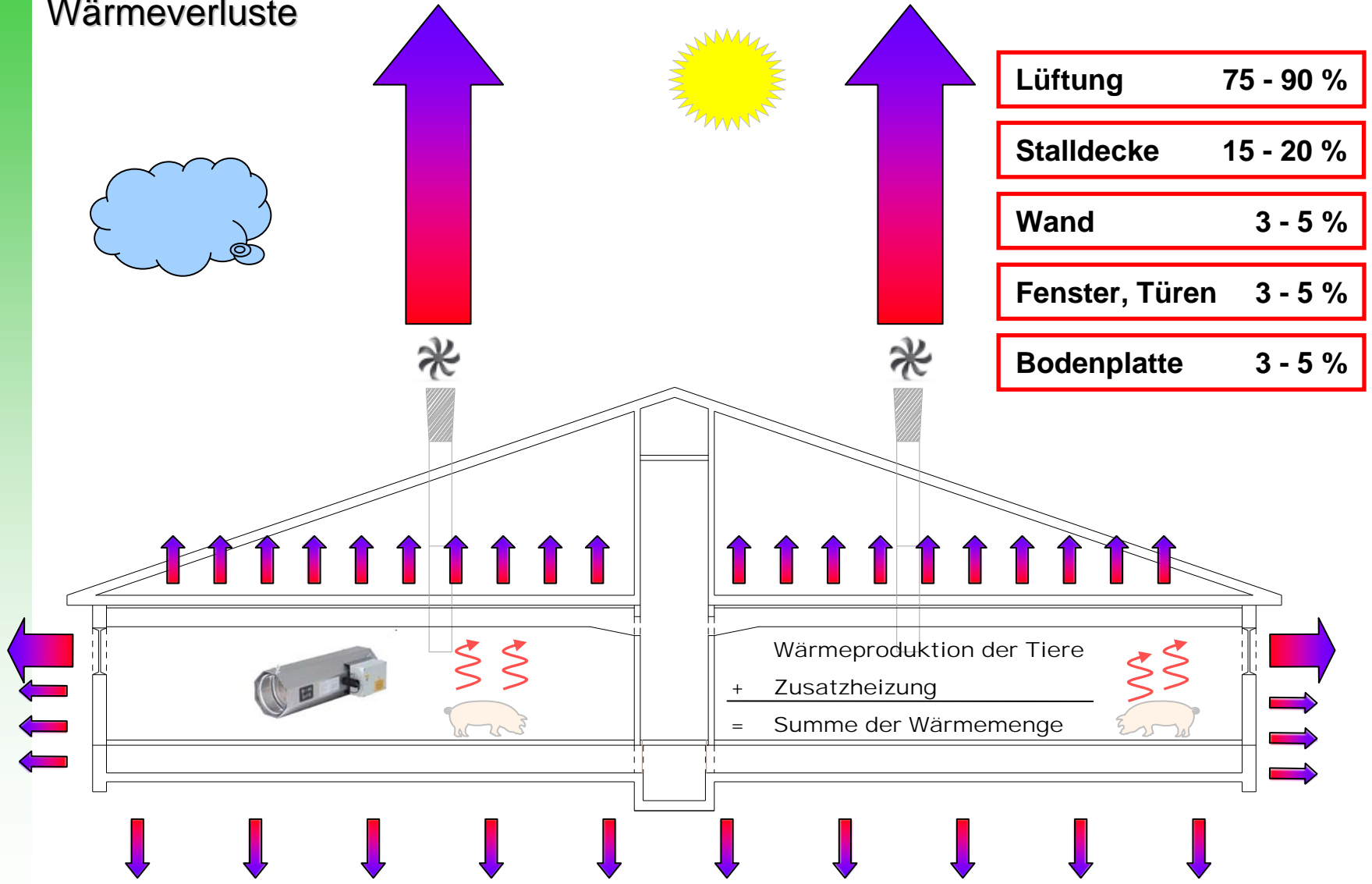
Basierend auf DIN 18910 "Wärmeschutz geschlossener Ställe" (November 2004)



## Anteile an Luftraten



## Wärmeverluste



## Wärmeverluste durch die Bauteile

Beispiel 336 Sauen; 3 Wochenrhythmus

Stallmaß 55,43 m x 31,40 m

Höhe 2,75 m

55 m<sup>2</sup> Fenster & Türen

Klimadaten Außentemperatur: -10 °C

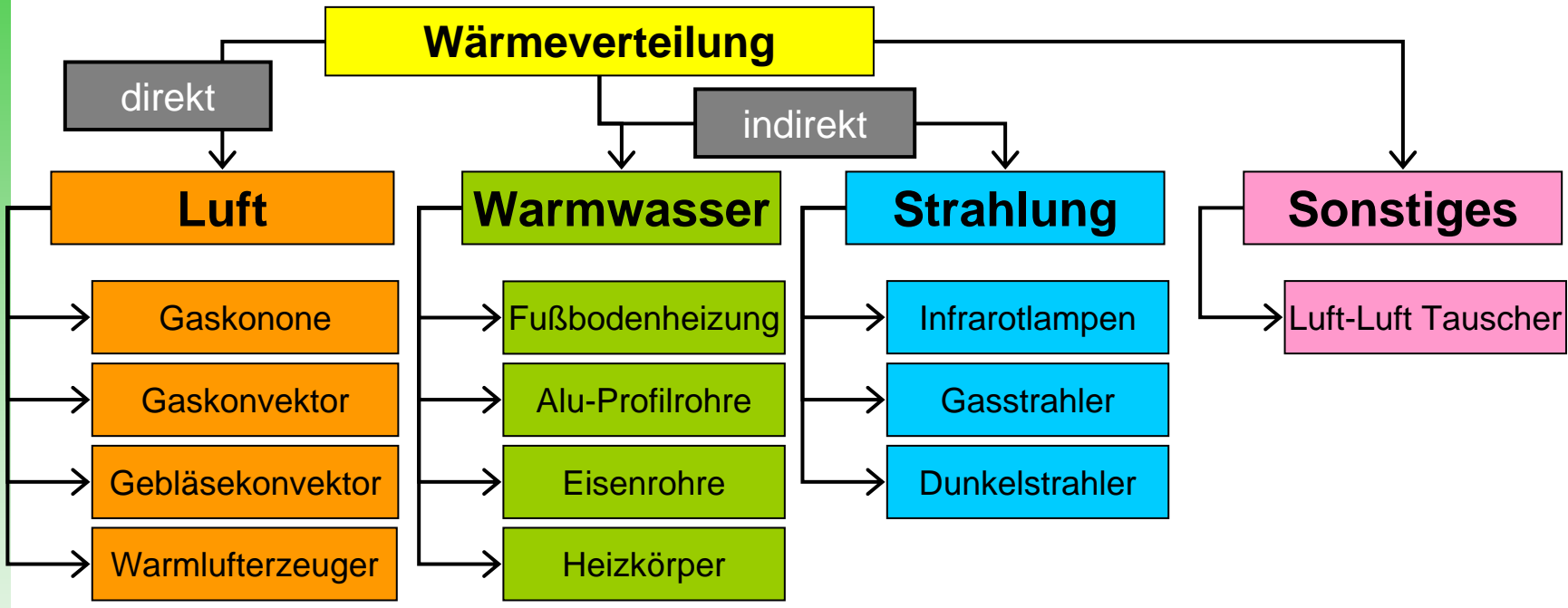
Raumtemperatur: 20 °C

U-Wert Wand	0,35	0,40	0,52	0,60	
U-Wert Decke	0,40	0,40	0,40	0,40	
Wand	4.463	5.100	6.630	7.650	4%
Fenster/Türen	3.630	3.630	3.630	3.630	3%
Decke	20.880	20.880	20.880	20.880	18%
Baukörper	28.973	29.610	31.140	32.160	26%
Lüftung	85.590	85.590	85.590	85.590	74%
Wärmeverlust	114.563	115.200	116.730	117.750	100%
Wärmeanfall	95.142	95.142	95.142	95.142	
<b>Wärmebilanz</b>	<b>-19.142</b>	<b>-20.058</b>	<b>-21.588</b>	<b>-22.608</b>	

## Grundaussage

**Die Planung eines  
Heizsystems steht in  
direkten Zusammenhang  
mit der Planung der  
Lüftung!**

## Heizungssysteme



## Energieträger

- Heizöl
- Erdgas
- Flüssiggas

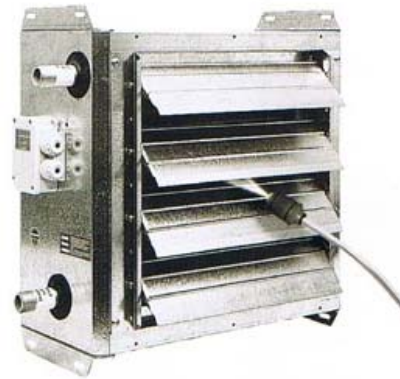
- Heizöl
- Erdgas
- Flüssiggas
- altern. Energien

- Heizöl
- Erdgas
- Flüssiggas
- Strom

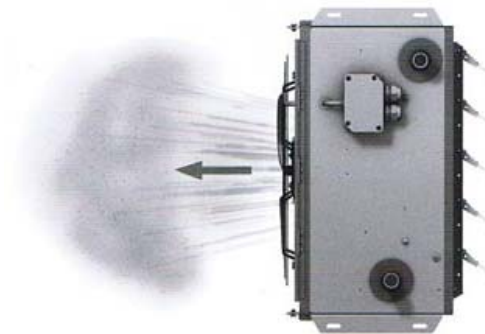
## Gaskanone, Gasgebläsekonvektor



## Warmwassertauscher



Wandgerät



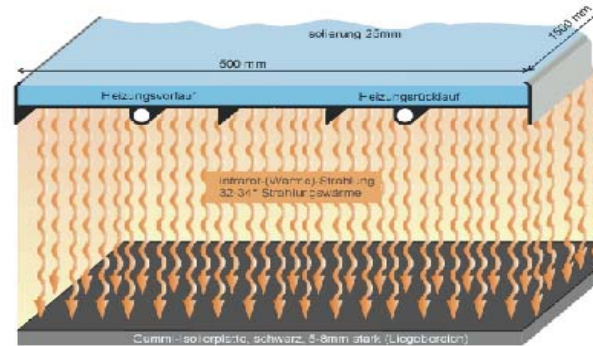
Einfache Wärmetauscher-Reinigung mit Hochdruckreiniger oder durch Drehrichtungsumkehr



Deckengerät, Beispiel mit Luftverteiler in 4 Richtungen;  
Ventilator und Luftverteiler aufgeklappt



## Strahlungswärme im Ferkelstest

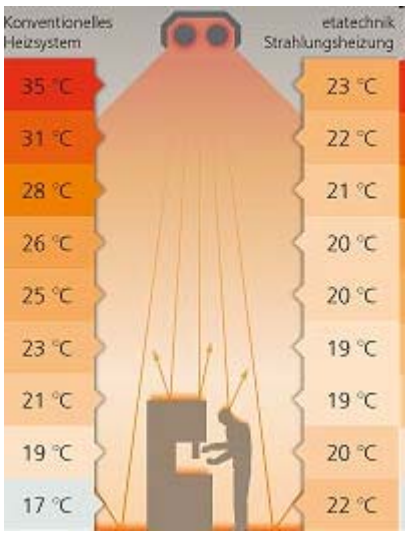
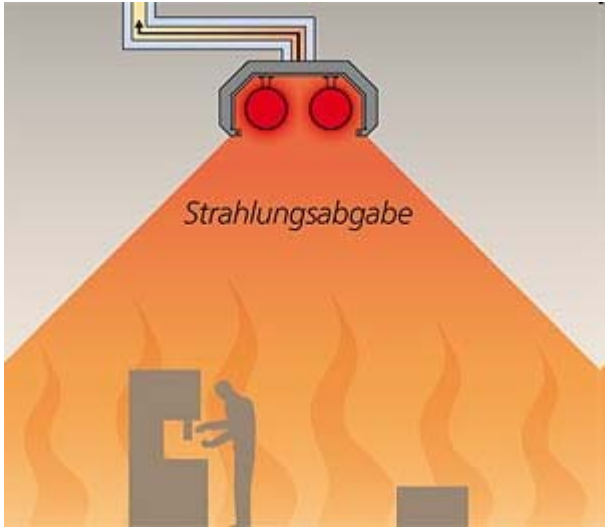


## Energiebedarf von bis zum 21. Lebenstag

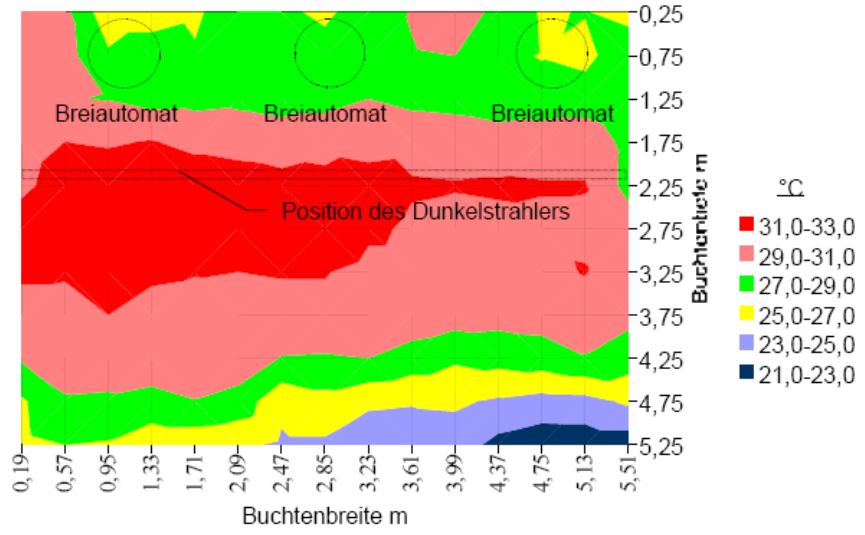
System	Nutzenergie je Wurf	Kosten je Wurf
Elektroinfrarotstrahler	98 kWh	14,62 €
Gasinfrarotstrahler	243 kWh	13,58 €
Kunststoffplatten elektrisch	43 kWh	6,41 €
Polymerbetonplatten Warmwasser	64 kWh	3,52 €



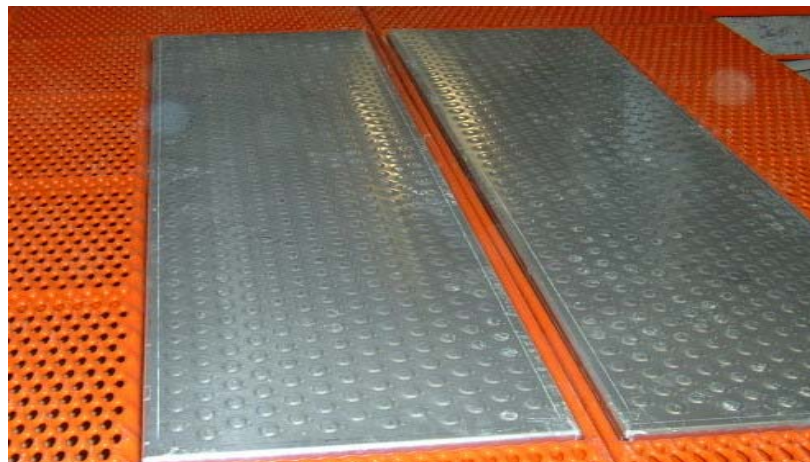
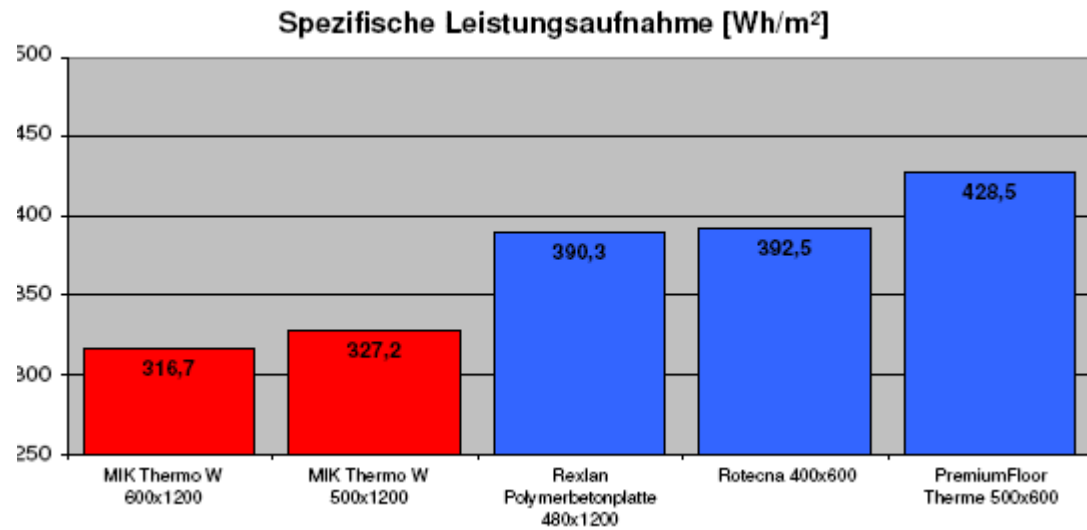
## Dunkelstrahler



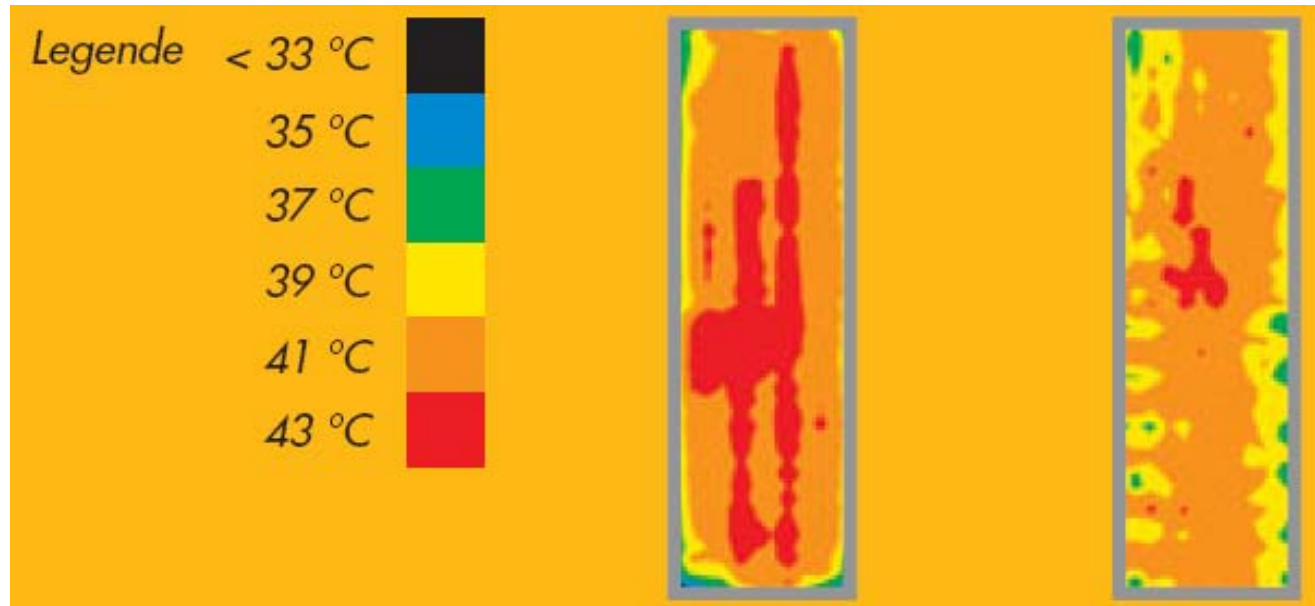
Oberflächentemperatur des Betonspaltenbodens



## Fußbodenheizung, Anlagenplanung



## Fußbodenheizung, Anlagenplanung



Anteil vorteilhafte Temperatur	83 %
Anteil optimale Temperatur	55 %
Leistungsaufnahme	184 W
Energiebedarf	0,22 kWh/m <sup>2</sup>
Energieeffizienzklasse	C +

Anteil vorteilhafte Temperatur	93 %
Anteil optimale Temperatur	57 %
Leistungsaufnahme	100 W
Energiebedarf	0,11 kWh/m <sup>2</sup>
Energieeffizienzklasse	A +++

## Heizungsverfahren im Abferkelstall

Ferkelnest 0,70 m<sup>2</sup> Warmwasser, Elektro, Gas  
Heizleistung ca. 150 W / Nest,  
Infrarotlampe Heizleistung 150 bis 250 W  
Gasstrahler

Raumheizung Warmwasser oder Luft  
Heizleistung 150 W / ZS  
Twin- oder Deltarohre,  
Gaskonvektor, Gaskanone

Zuluftheizung Warmwasser oder Luft  
Twin- oder Deltarohre,  
Gaskonvektor,  
Gaskanone



## Heizungsverfahren im Deck- und Wartestall

### Raumheizung

Warmwasser oder Luft  
Twin- oder Deltarohre,  
Siedewasserrohre,  
Heizung durch die Aufstallung,  
Gebläsekonvektoren, Gaskanonen,

### Zuluftheizung

Warmwasser oder Luft  
Twin- oder Deltarohre, Heizkörper  
Gaskonvektor,  
Gaskanone





## Heizungsverfahren im Maststall

### Raumheizung

Warmwasser oder Luft

Heizleistung ca. 70 W / MP

Twin- oder Deltarohre, Heizkörper

Siedewasserrohre, Warmwasserkonvektoren

Wandstrahlelemente

Gebläsekonvektoren, Gaskanonen

### Zuluftheizung

Warmwasser oder Luft

Twin- oder Deltarohre,

Heizkörper

Warmwasserkonvektoren

Gaskonvektor,

Gaskanone



## Heizungsverfahren im Ferkelaufzuchtstall

**Fußbodenheizung** Warmwasser, Elektro, Gas

nur bedingte Eignung, da bei wachsenden Tieren eigene Wärmeproduktion zu groß ist

**Zonenheizung** Warmwasser, Elektro, Gas

Heizleistung ca. 30 W / FAP & Raumheizung

Twin- Deltarohre, Fistaplatten (Abdeckung)

**Raumheizung** Warmwasser oder Luft

Heizleistung 70 W / FAP

Twin- oder Deltarohre,  
Gaskonvektor, Gaskanone

**Zuluftheizung** Warmwasser oder Luft

Twin- oder Deltarohre,  
Gaskonvektor, Gaskanone



## Vor- & Nachteile einer Warmwasserheizung

# BIOGAS.....



### VORTEILE

- Flexibler Einsatz von kostengünstiger Energieträger
- Kopplung bzw. Vernetzung verschiedener Energieträger
- Gute Regelbarkeit
- Sehr gute Stallluftqualität
- Errichtung von Kleinklimazonen

### NACHTEILE

- Aufwändige Wärmeverteil- & Regeltechnik
- Hohe Investitionskosten
- Wärmeverluste beim Wärmetransport
- Schaffung von Energielagern



## Planungsgrundlagen

**Pumpenwarmwassersysteme sollen die Wärme gleichmäßig entsprechend dem jeweiligen Bedarf in die Abteile verteilen.**

**Dem Prinzip des geringsten Widerstandes gemäß versucht das erwärmte Wasser auf kürzesten Weg zurück zum Wärmeerzeuger zu kommen.**

### **Fehleinschätzungen aus der Praxis:**

- zu kleine Pumpen
- zu geringe Vorlauftemperaturen
- zu kleine Wärmeerzeuger

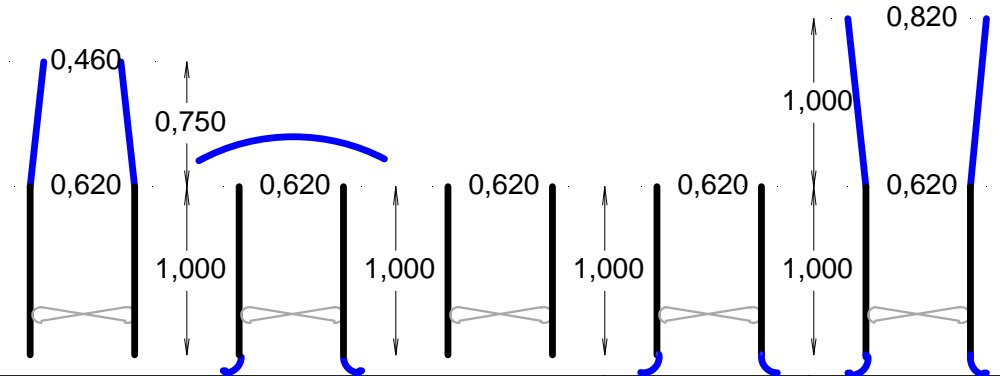


- **Energieverbrauch**
  - Wärmeverbrauch
  - Wärmeverteilung
- **Strömungsgeräusche**
- **Ungleiche Temperaturen**

### **Abhilfe mit durchdachter Planung und Installation:**

- Querschnittberechnung, Widerstandsüberprüfung, Pumpenplanung
- Anschluss nach Tichelmann (gleiche Rohrleitungslängen)
- Einsatz von Regelventilen mit stetig öffnenden Regelschürzen

## Widerstände minimieren



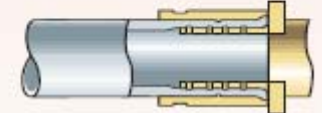
Drehzahl	U / min	<b>821</b>	<b>814</b>	<b>790</b>	<b>805</b>	<b>832</b>
Leistungsaufnahme	W	<b>390</b>	<b>390</b>	<b>403</b>	<b>401</b>	<b>378</b>
Volumenstrom	m <sup>3</sup> / h	<b>5870</b>	<b>6090</b>	<b>8620</b>	<b>9410</b>	<b>10930</b>
	%	<b>68</b>	<b>71</b>	<b>100</b>	<b>109</b>	<b>127</b>
Spezifischer Volumenstrom	m <sup>3</sup> / kWh	<b>15050</b>	<b>15620</b>	<b>21390</b>	<b>23470</b>	<b>28920</b>
	%	<b>70</b>	<b>73</b>	<b>100</b>	<b>110</b>	<b>135</b>
Spezifische Leistungsaufnahme	W / 1000 m <sup>3</sup>	<b>66,4</b>	<b>64</b>	<b>46,8</b>	<b>42,6</b>	<b>34,6</b>
	%	<b>142</b>	<b>137</b>	<b>100</b>	<b>91</b>	<b>74</b>



## Widerstände minimieren



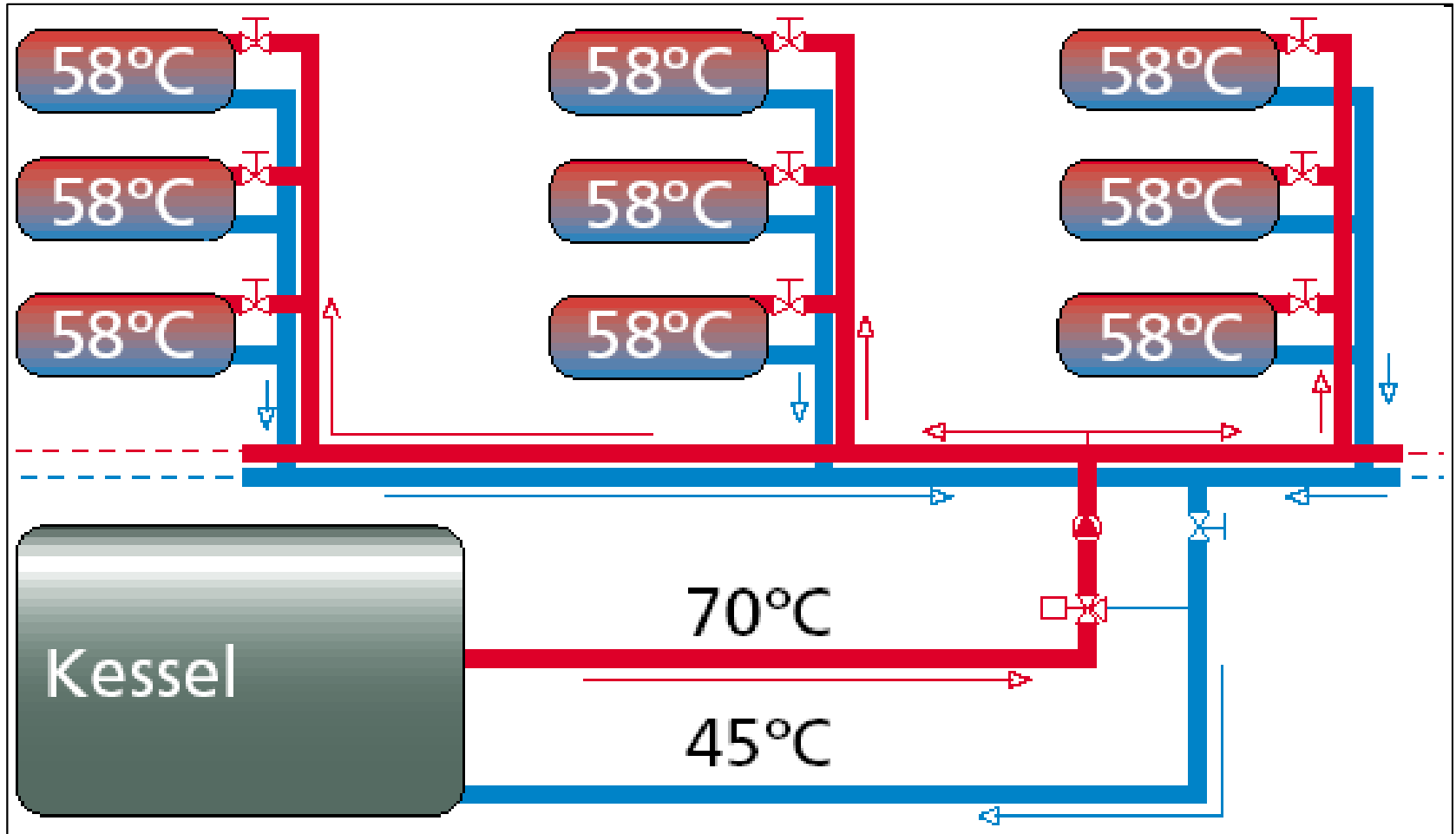
Ohne  
Querschnittsveränderung  
(„außen dichtend“)



Mit  
Querschnittsveränderung  
(„innen dichtend“)

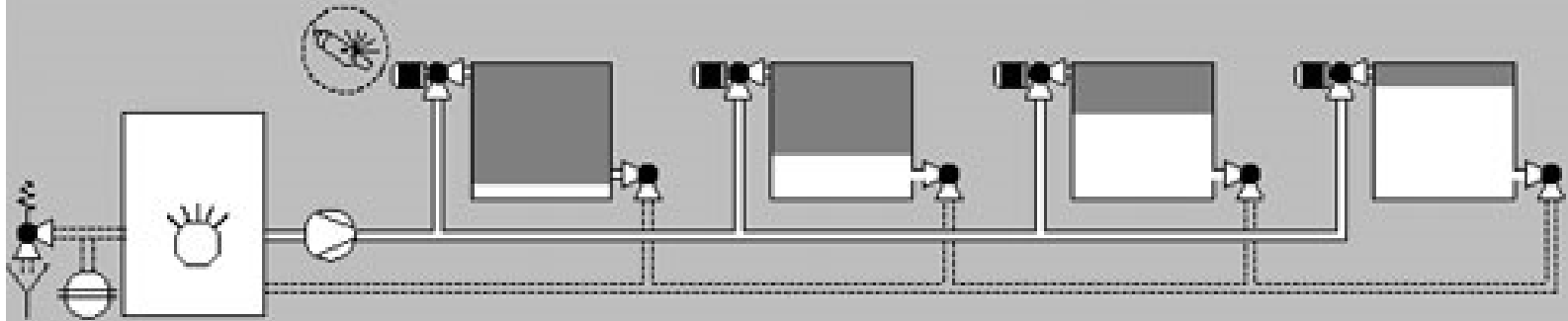
Berechnungsbeispiel		Kupferrohr 15 x 1	Verbundrohr 16 x 2
Massenstrom	kg/h	200	200
Fließgeschwindigkeit im Rohr	m/s	0,42	0,50
Fließgeschwindigkeit im Fitting	m/s	0,42	1,27
Druckverlust Verbindungsstelle	%	100	903

## Hydraulischer Abgleich

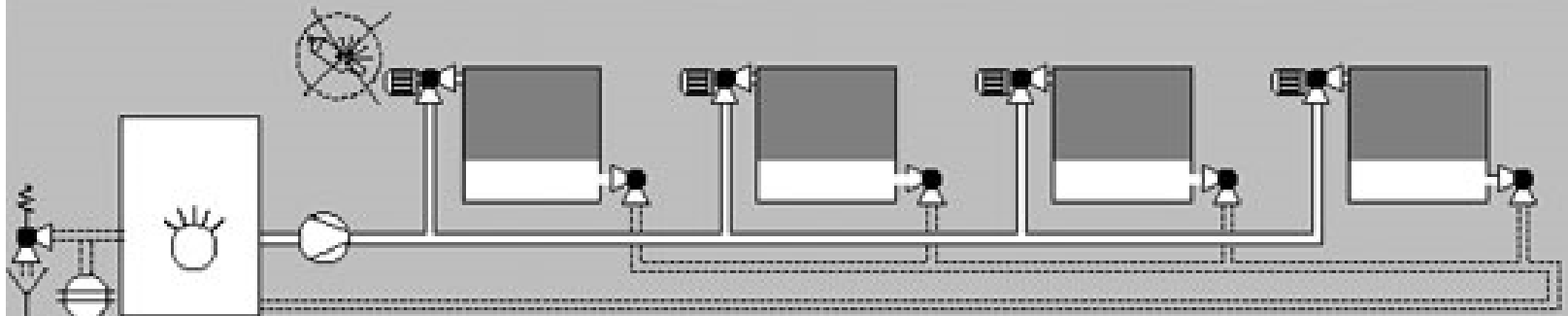


## Hydraulischer Abgleich

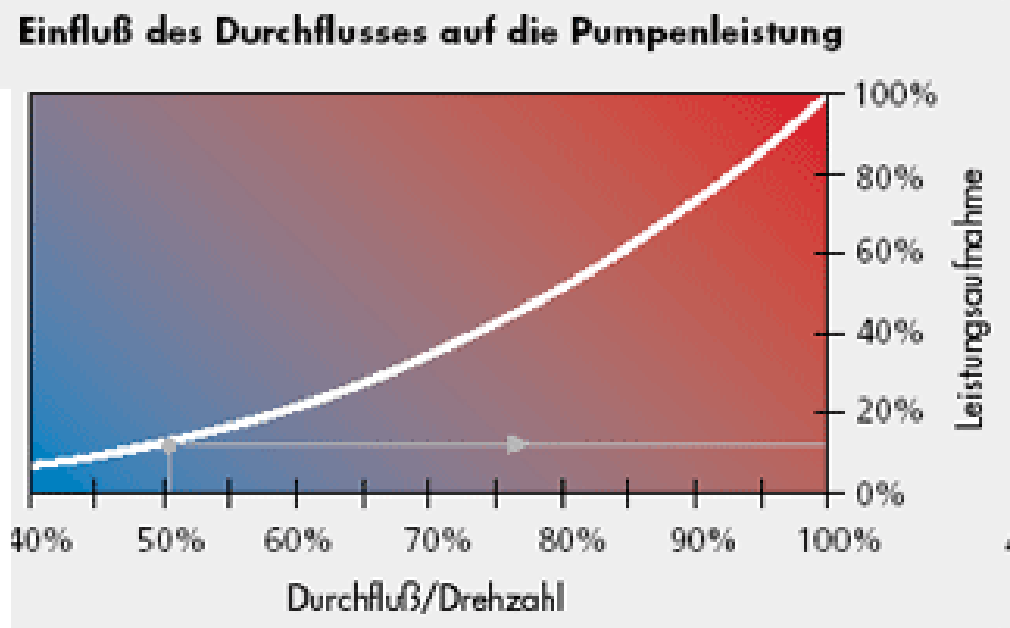
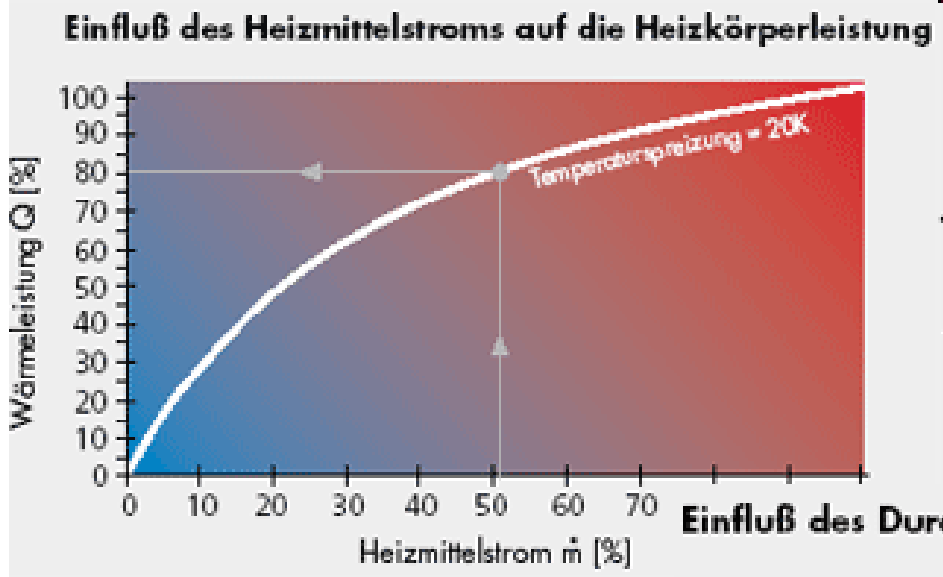
### Systemschema mit hydraulischem Kurzschluß



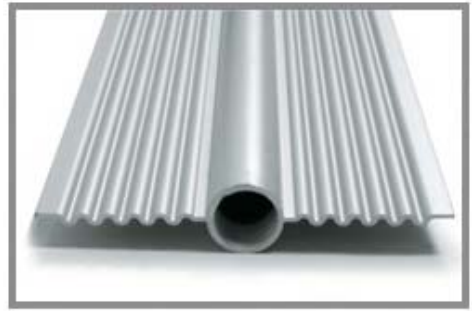
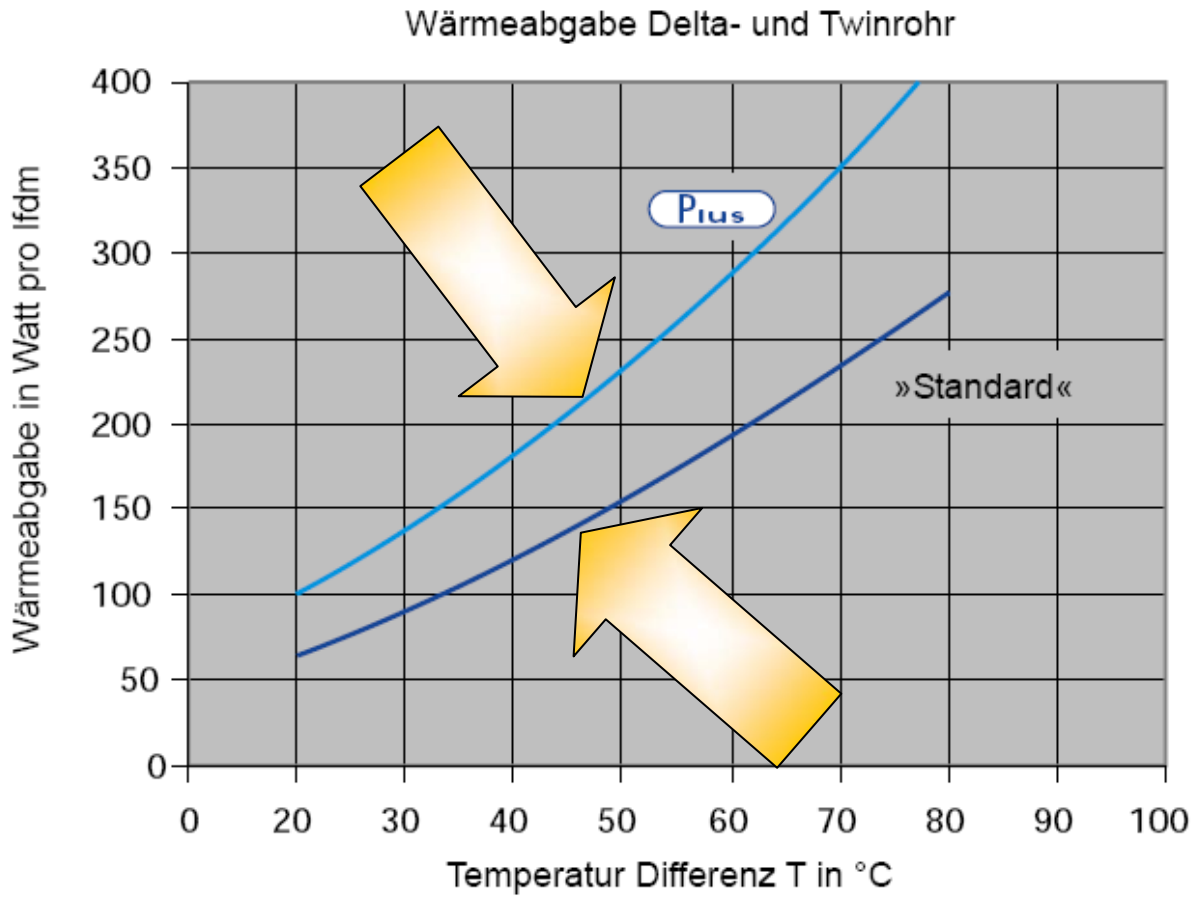
### Hydraulische Verhältnisse in einem Tichelmann-Ring, wenn korrekt abgeglichen



## Anlagenplanung



## Anlagenplanung



## Anlagenplanung

Pos.	Durchmesser des Rohres		Vorlauftemperatur in °C											
	DIN	Zoll	40		50		60		70		80		90	
1	NW 10	3/8"	32	313	40	250	49	204	59	169	70	143	82	122
2	NW 15	1/2"	40	250	50	200	61	164	73	137	86	116	100	100
3	NW 20	3/4"	48	208	59	169	71	141	85	118	99	101	115	87
4	NW 25	1"	55	182	69	145	86	116	106	94	122	82	142	70
5	NW 32	1 1/4"	68	147	90	111	110	91	130	77	150	67	180	56
6	NW 40		70	143	95	105	115	87	135	74	160	63	187	53
7		1 1/2"	75	133	95	105	122	82	142	70	175	57	200	50
8	NW 50	( 2" )	90	111	110	91	135	74	160	63	190	53	220	45
9	NW 65		114	88	140	71	175	57	210	48	250	40	290	34
10	NW 80		132	76	160	63	200	50	225	44	280	36	325	31
11	NW 100		148	68	190	53	235	43	285	35	340	29	400	25
12	NW 125		180	56	235	43	290	34	360	28	420	24	470	21
13	TWIN	Schwarz	155	0	170	0	185	0	200	0	215	0	230	0
14	TWIN	ALU	140	0	155	0	170	0	185	0	200	0	215	0
15	WASTRA		180	0	200	0	220	0	240	0	260	0	280	0
				lfm		lfm		lfm		lfm		lfm		lfm
Rohrleitungslänge je Abteil														

Mehrere waagerechte Rohre übereinander ( Rohrregister ) haben eine Leistungsminderung je lfm Rohr von 12 bis 20 %.

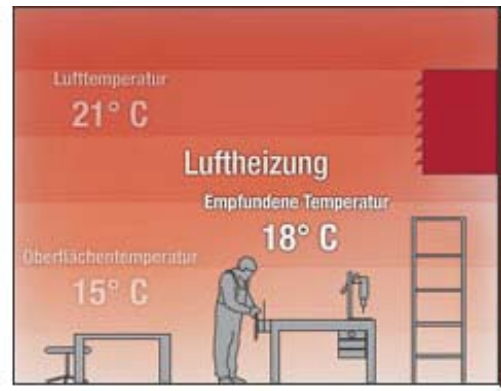
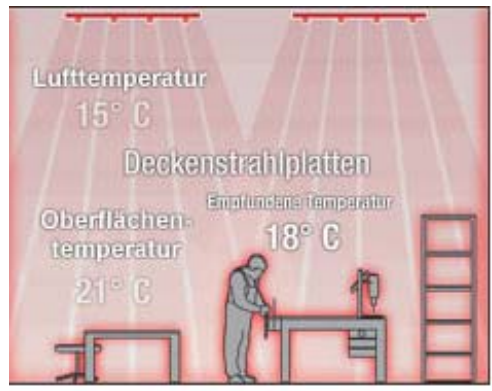


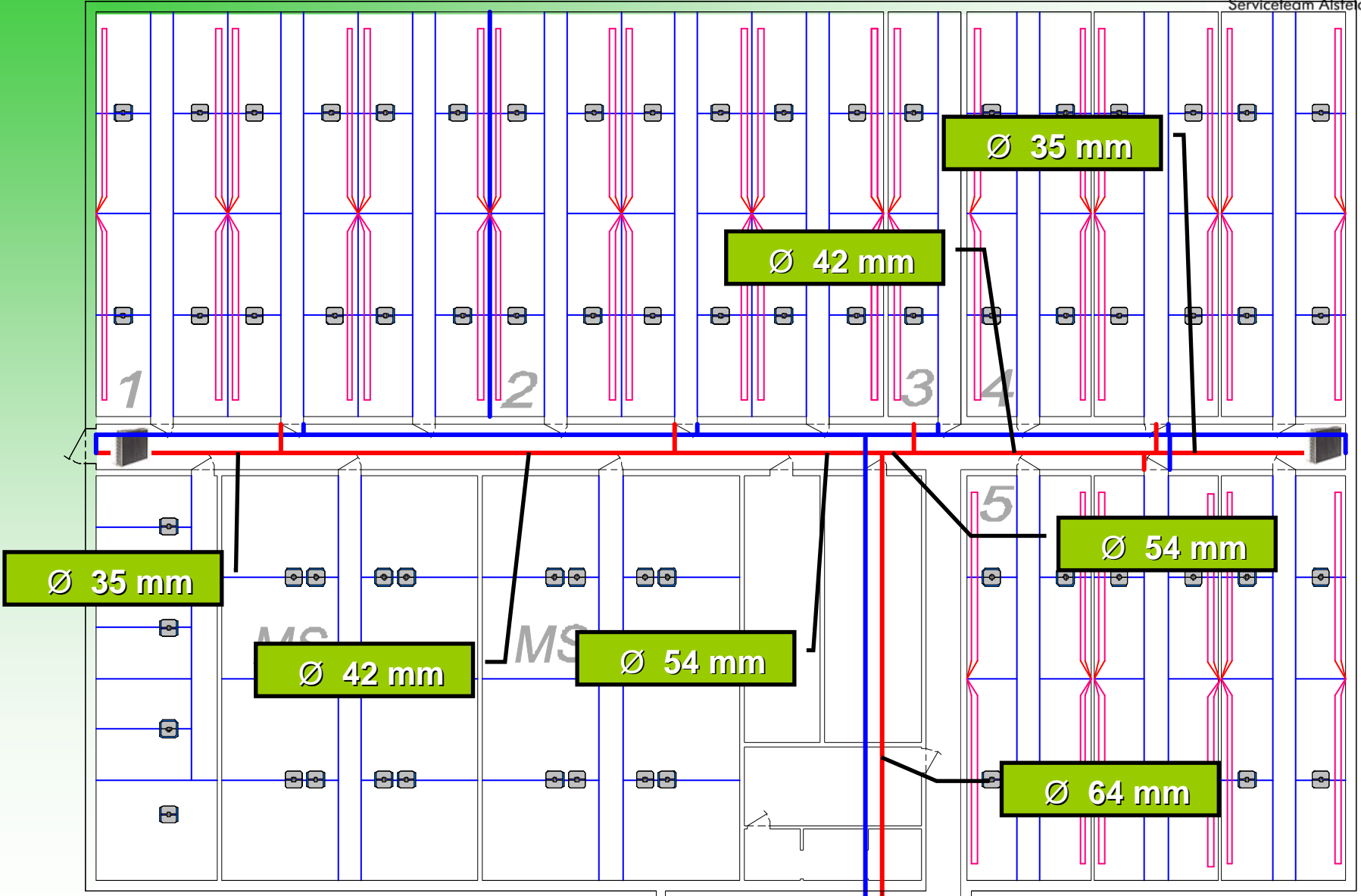
## Warmwassersysteme



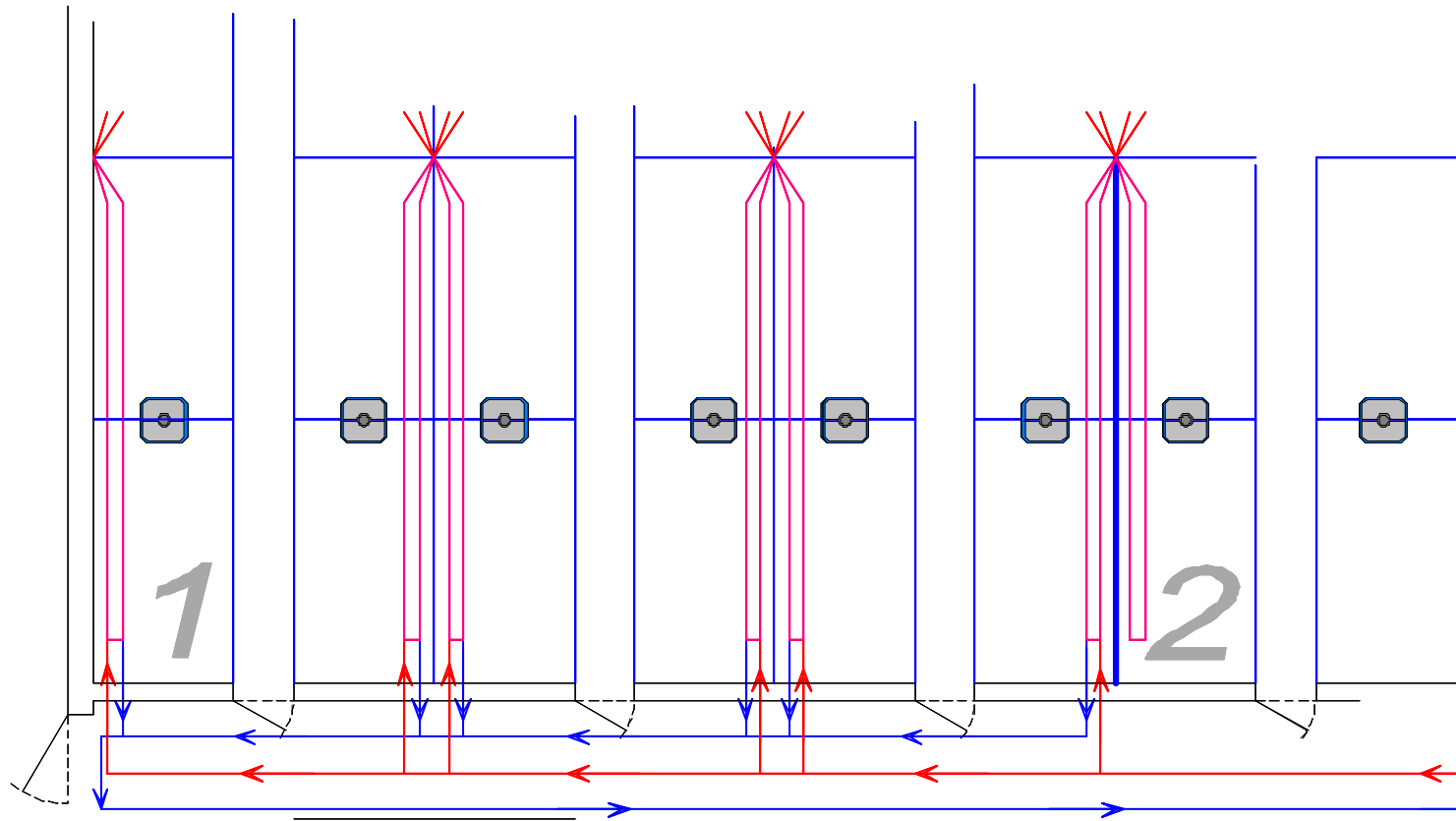
Strahlungsleistung	Strahlungszahl	Emissionsleistung
Hochglanz	0,2 -0,3	4-8
Gebeizt	0,3-0,5	6-8
Blank	0,3-0,4	5-7
Alufarbig	0,9-1,7	16-30
Kokillenguss	0,9-1,4	15-24
Sandguss	1,4-2,0	24-34
Blank eloxiert	2,1-2,5	36-43
Schwarz eloxiert	5,0-5,2	87-90
Schwarzer Körper	5,75	100

Quelle: devriecom

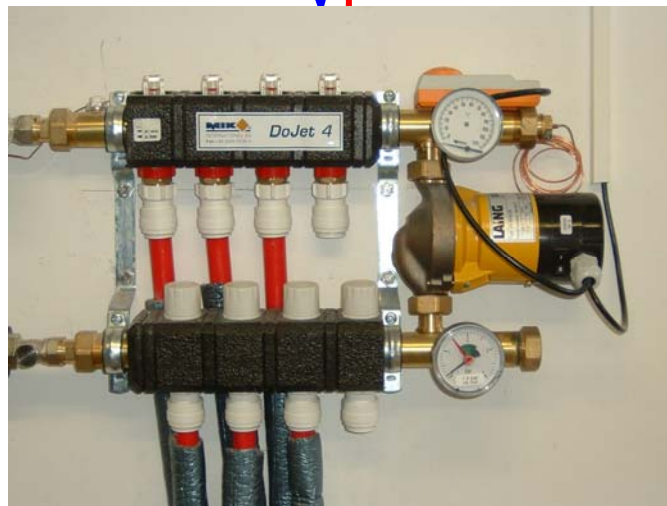
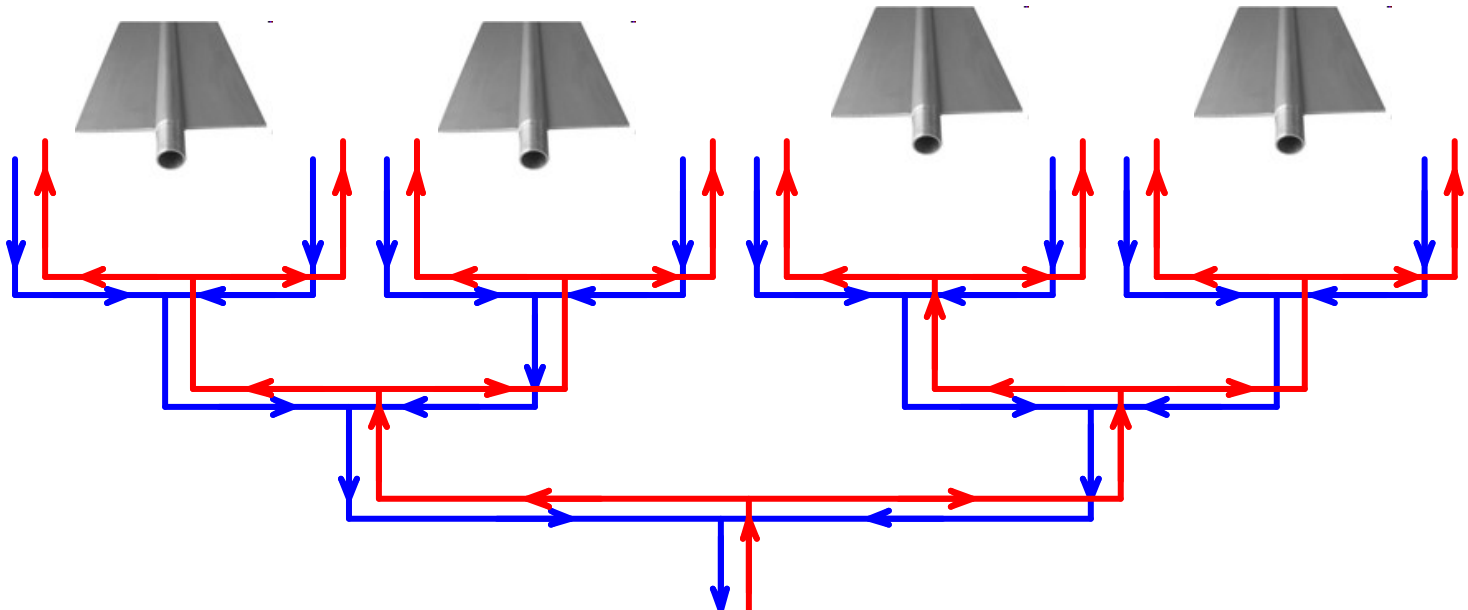




## Anschluss nach Tichelmann



## Anlagenplanung



## Ausführung

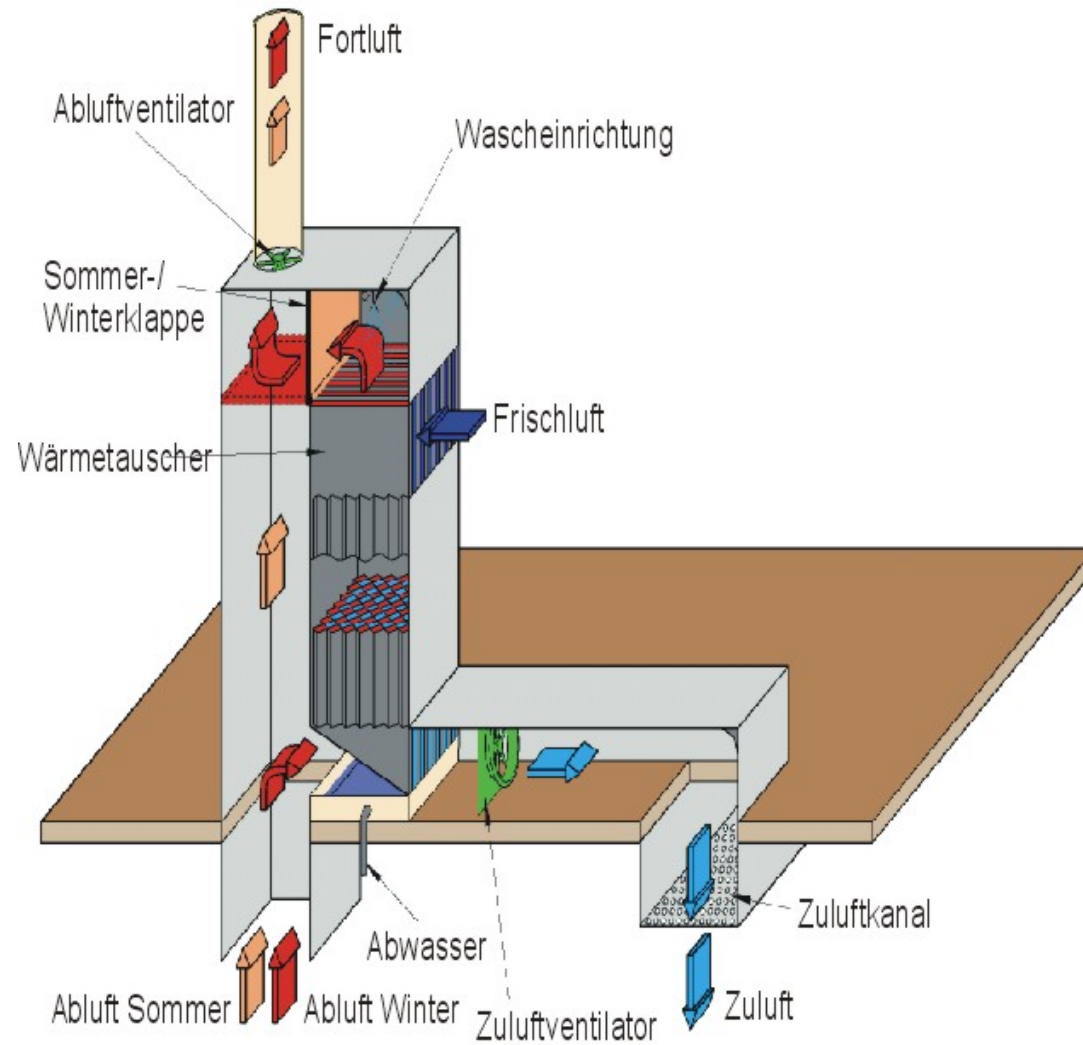




Welche Heizenergie ?

Kostenvergleich verschiedener Energieträger					
Energieträger	Energiegehalt	Preis / Einheit	Energiekosten	Anlagenkosten	Gesamtkosten
Strom Tag	1,0 kWh	21 Cent / kWh	21,00 Cent / kWh	Cent / kWh	21,00 Cent / kWh
Strom Nacht	1,0 kWh	9 Cent / kWh	9,00 Cent / kWh	Cent / kWh	9,00 Cent / kWh
Heizöl	9,8 kWh / l	52 Cent / l	5,31 Cent / kWh	0,83 Cent / kWh	6,14 Cent / kWh
Erdgas	9,8 kWh / m <sup>3</sup>	40 Cent / m <sup>3</sup>	4,08 Cent / kWh	0,58 Cent / kWh	4,66 Cent / kWh
Flüssiggas	6,8 kWh / l	38 Cent / l	5,59 Cent / kWh	1,01 Cent / kWh	6,60 Cent / kWh
Raps-/Palmöl	9,3 kWh / l	60 Cent / l	6,45 Cent / kWh	0,83 Cent / kWh	7,28 Cent / kWh
Stroh	4,1 kWh / kg	6 € / dt	1,46 Cent / kWh	3,90 Cent / kWh	5,36 Cent / kWh
Getreide	4,2 kWh / kg	10 € / dt	2,38 Cent / kWh	3,72 Cent / kWh	6,10 Cent / kWh
Holzpellets	5,0 kWh / kg	18 € / dt	3,60 Cent / kWh	1,35 Cent / kWh	4,95 Cent / kWh
Hackschnitzel	4,7 kWh / kg	17 € / dt	3,62 Cent / kWh	3,08 Cent / kWh	6,70 Cent / kWh
Solarthermie				12,00 Cent / kWh	12,00 Cent / kWh

## Luft-Luft-Tauscher



## Lohnt sich eine Wärmetauscher ?

20 °C Ablufttemperatur	16.000,00 € Investitionskosten
70 % Wirkungsgrad	12,0 % Abschreibung (15 Jahre, Unterhaltung 2 %, Zinsansatz 2,5 %)
0,1 kW Stromverbrauch je kWh Heizleistung	
0,20 € Stromkosten je kWh	

<b>20</b> Tage mit einer Außentemperatur von	<b>-10</b> °C. Dies ergibt eine Temperaturdifferenz von	<b>30</b> K. So ergibt sich eine Heizleistung von	<b>10080</b> kWh
<b>50</b> Tage mit einer Außentemperatur von	<b>0</b> °C. Dies ergibt eine Temperaturdifferenz von	<b>20</b> K. So ergibt sich eine Heizleistung von	<b>16800</b> kWh
<b>40</b> Tage mit einer Außentemperatur von	<b>10</b> °C. Dies ergibt eine Temperaturdifferenz von	<b>10</b> K. So ergibt sich eine Heizleistung von	<b>6720</b> kWh
<b>110 Heiztage</b>			<b>33600 kWh</b>

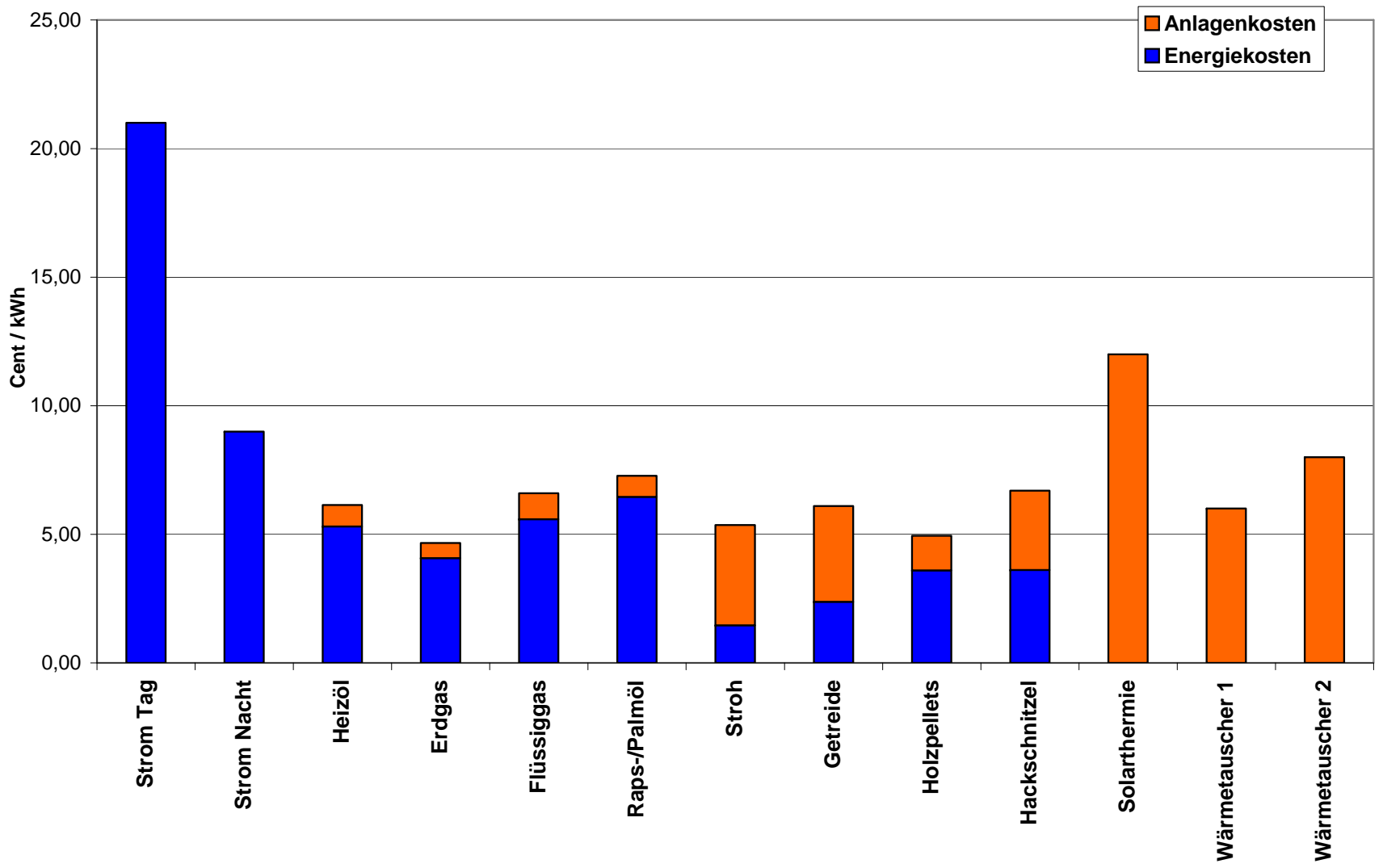
<b>25</b> Tage mit einer Außentemperatur von	<b>-10</b> °C. Dies ergibt eine Temperaturdifferenz von	<b>30</b> K. So ergibt sich eine Heizleistung von	<b>12600</b> kWh
<b>60</b> Tage mit einer Außentemperatur von	<b>0</b> °C. Dies ergibt eine Temperaturdifferenz von	<b>20</b> K. So ergibt sich eine Heizleistung von	<b>20160</b> kWh
<b>70</b> Tage mit einer Außentemperatur von	<b>10</b> °C. Dies ergibt eine Temperaturdifferenz von	<b>10</b> K. So ergibt sich eine Heizleistung von	<b>11760</b> kWh
<b>155 Heiztage</b>			<b>44520 kWh</b>



## Welche Heizenergie ?

Kostenvergleich verschiedener Energieträger					
Energieträger	Energiegehalt	Preis / Einheit	Energiekosten	Anlagenkosten	Gesamtkosten
Strom Tag	1,0 kWh	21 Cent / kWh	21,00 Cent / kWh	Cent / kWh	21,00 Cent / kWh
Strom Nacht	1,0 kWh	9 Cent / kWh	9,00 Cent / kWh	Cent / kWh	9,00 Cent / kWh
Heizöl	9,8 kWh / l	52 Cent / l	5,31 Cent / kWh	0,83 Cent / kWh	6,14 Cent / kWh
Erdgas	9,8 kWh / m <sup>3</sup>	40 Cent / m <sup>3</sup>	4,08 Cent / kWh	0,58 Cent / kWh	4,66 Cent / kWh
Flüssiggas	6,8 kWh / l	38 Cent / l	5,59 Cent / kWh	1,01 Cent / kWh	6,60 Cent / kWh
Raps-/Palmöl	9,3 kWh / l	60 Cent / l	6,45 Cent / kWh	0,83 Cent / kWh	7,28 Cent / kWh
Stroh	4,1 kWh / kg	6 € / dt	1,46 Cent / kWh	3,90 Cent / kWh	5,36 Cent / kWh
Getreide	4,2 kWh / kg	10 € / dt	2,38 Cent / kWh	3,72 Cent / kWh	6,10 Cent / kWh
Holzpellets	5,0 kWh / kg	18 € / dt	3,60 Cent / kWh	1,35 Cent / kWh	4,95 Cent / kWh
Hackschnitzel	4,7 kWh / kg	17 € / dt	3,62 Cent / kWh	3,08 Cent / kWh	6,70 Cent / kWh
Solarthermie				12,00 Cent / kWh	12,00 Cent / kWh
Wärmetauscher 1				6,00 Cent / kWh	6,00 Cent / kWh
Wärmetauscher 2				8,00 Cent / kWh	8,00 Cent / kWh

## Lohnt sich eine Wärmetauscher ?



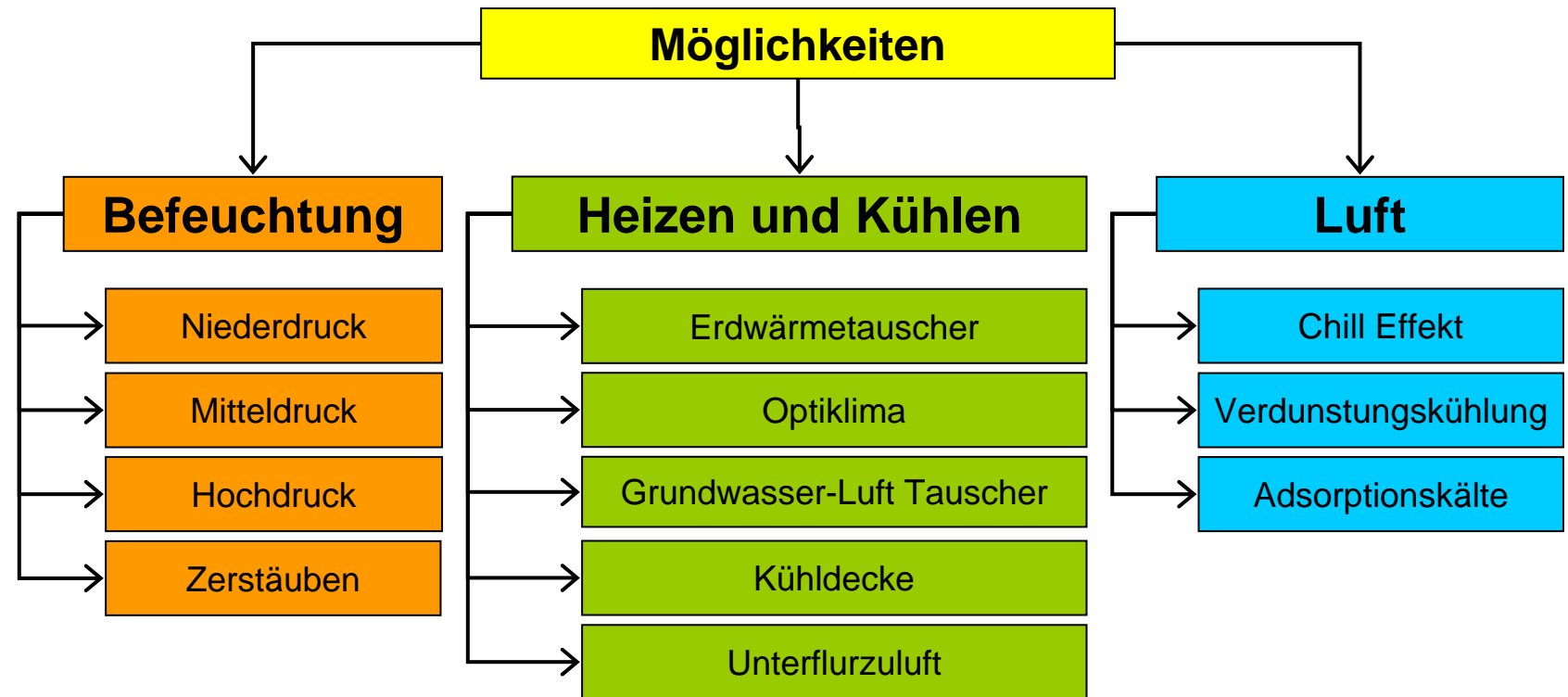
## Energieeffizienz CO2 Meßtechnik



Es wird wärmer.....



## Kühlungssysteme



auch eine Art Heizung.....

Stallgrundfläche: 16,00 m x 25,00 m = 400 m<sup>2</sup>  
 U-Wert der Stalldecke: 0,42 W / m<sup>2</sup> K  
 Temperatur Dachraum: 70 °C  
 Temperatur Abteil: 25 °C  
 Temperaturdifferenz: 45 K  
 Wärmeübergang: 0,42 W/m<sup>2</sup> K x 400 m<sup>2</sup> x 45 K = **7560 Watt**



Foto: Hackeschmidt

oder **19 Watt je m<sup>2</sup>**

## Ausreichende Durchlüftung des Dachraumes

### Isolation des Daches

### Kühlen des Daches mit Wasser

### Beschattung des Daches

### Installation von Photovoltaik

### Helle Dächer

Dicke in mm	Wärmeleitgruppe				
	WLG 025	WLG 030	WLG 035	WLG 040	WLG 050
60	<b>0,38</b>	<b>0,45</b>	<b>0,52</b>	<b>0,58</b>	<b>0,71</b>
80	<b>0,29</b>	<b>0,35</b>	<b>0,40</b>	<b>0,45</b>	<b>0,55</b>
100	<b>0,24</b>	<b>0,28</b>	<b>0,33</b>	<b>0,37</b>	<b>0,45</b>
120	<b>0,20</b>	<b>0,24</b>	<b>0,27</b>	<b>0,31</b>	<b>0,38</b>





Gute Dämmung ist die wichtigste Kühlung

## **ZELLULOSESCHÜTTUNG**



## Kühlen mit dem Chill-Effekt

Lufttemperatur °C	Relative Luftfeuchte %	Temperaturwahrnehmung in °C bei unterschiedlichen Luftgeschwindigkeiten					
		m/s					
		0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
35,0	50	35,0	32,2	26,6	24,4	23,3	22,2
29,5	50	29,5	26,6	24,4	22,8	21,1	20,0
24,0	50	24,0	22,8	21,1	20,0	17,7	16,6

Quelle: R.Barnwell, Pittsburg, Texas 2002

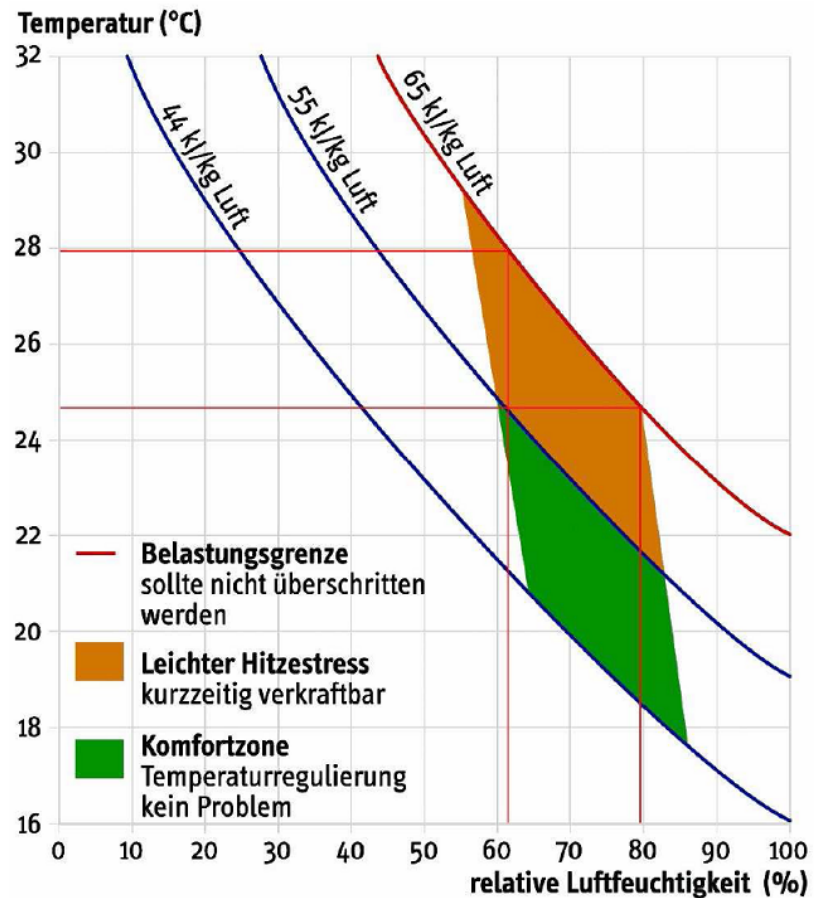


## Befeuchtungs- /Kühlungssysteme

<b>SYSTEMVERGLEICH</b>	Einheit	Einweichanlage	Mitteldruck	Hochdruck
Pumpenleistung	bar	3 - 5	7 - 20	50 – 70
	kW	0,3	0,18 – 0,3	0,74
	l/min	60	5	5 – 21
	Düsenanzahl	60	100	60
Pumpenpreis	€/ Stück	600,-	1300,-	1700,-
Druckleitung	Material	Kunststoff	Kunststoff	Edelstahl
PVC Leitung	Mm	25 – 32	25 – 32	12
Polyamid Leitung	Euro / m	1,10 – 1,50	1,10 – 1,50	2,80
Wasserfilter	Anzahl der Filterstufen	1	3	3
Filterdurchlass	μ	10,00	10,00	10 - 1
	€/ Stück	50,00 – 70,00	290,00	290,00
Tröpfengröße	μm	60	≥ 30	> 10
Düsen und Düsensockel	€/Stück	4,00 – 4,50	17,00	17,00

Quelle: DLG Test 2006

## Die Grenzen einer Befeuchtungskühlung



## Statt Befeuchtungskühlung, eventuelle Alternativen.....



### Kühlgebläse ROTATOR:

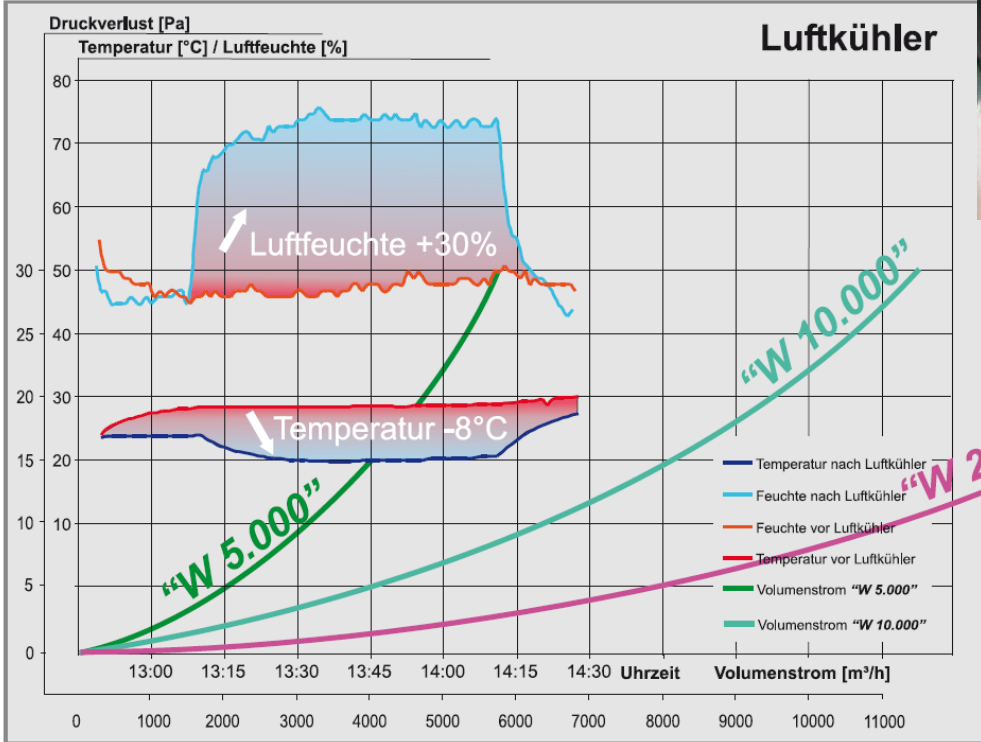
- bis zu 6°C Abkühlung
- Feinster Wassernebel zwischen 10 und 25 Mikron
- Optimale Verteilung im Stall durch Ventilator
- Einfache Installation
- Normaler Wasserdruck



"Friggy-Wasserzerstäuber" von Burop  
Ein 100-Watt-Elektromotor dreht einen darunter montierten, speziell geformten Teller aus Metall über 10.000 U/min schnell. Dadurch vernebelt das aus dem kleinen Tank unterhalb des Tellers angesaugte Wasser zu 7 Mikrometer kleinen Tröpfchen. Laut Anbieter wird das Wasser von der Zuluft nahezu vollständig aufgenommen. Zur Installation reicht ein Wasseranschluss ohne Filter aus, eisen- oder kalkreiches Wasser sind laut Burop kein Problem. Der Wasserdurchsatz eines Zerstäubers ist mit 20 bis 60 l/h angegeben. Das reicht zur adiabatischen Kühlung von bis zu 20.000 m<sup>3</sup> Luft pro Stunde, bzw. Abteile mit 200 bis 400 Mastplätzen oder 110 Wartesauen oder 60 Abferkelplätzen.



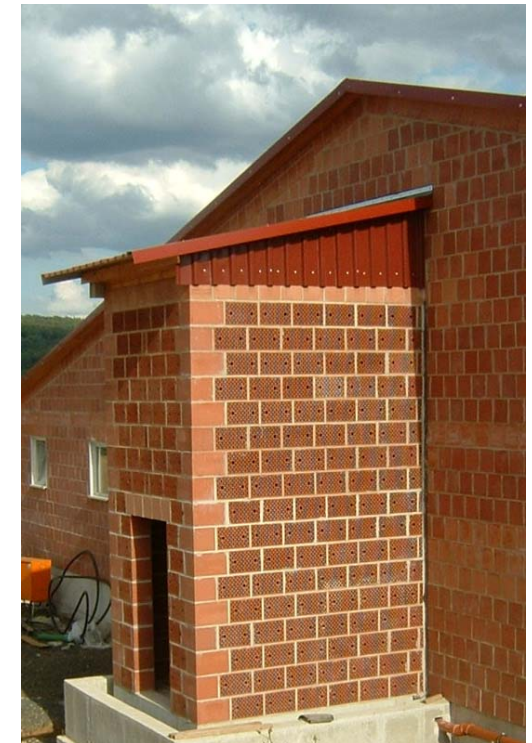
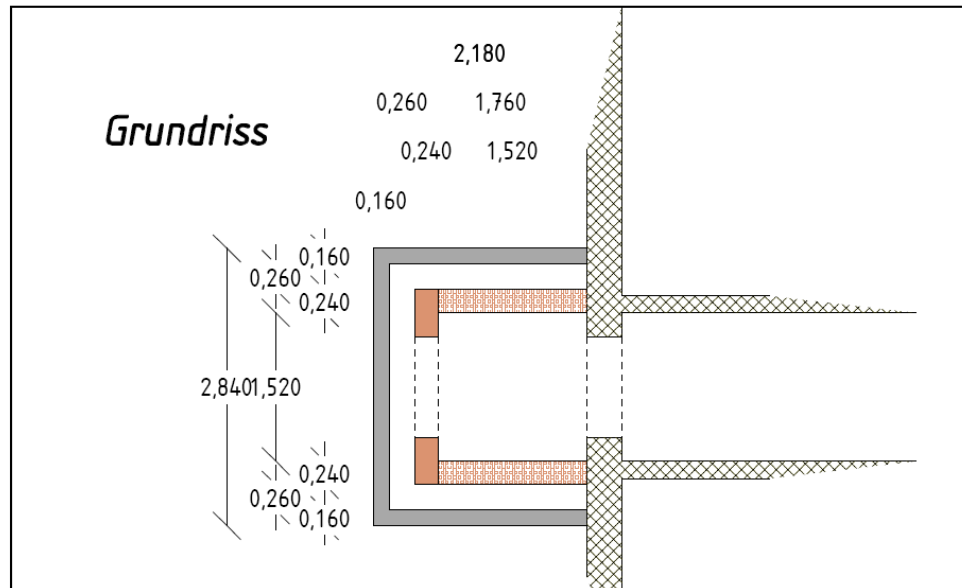
## Luftkühler



## Luftkühler in Eigenbau

### Dimensionierung Kondensationskühlung

Luftvolumenstrom			max. Zuluftgeschwindigkeit m/sec	Anzahl der Öffnungen Stück	Zuluftquerschnitt	
Gesamt m <sup>3</sup> /h		m <sup>3</sup> /sec			insgesamt m <sup>2</sup>	je Öffnung m <sup>2</sup>
102560		28,49	2,50	2,00	11,40	5,70
Größe der Zuluftöffnung im Sommer						
Breite	m	1,80	Bei einem Lochanteil von Wand über eine Fläche von	20	% muss die	
Höhe	m	3,17			57	m <sup>2</sup> verfügen.

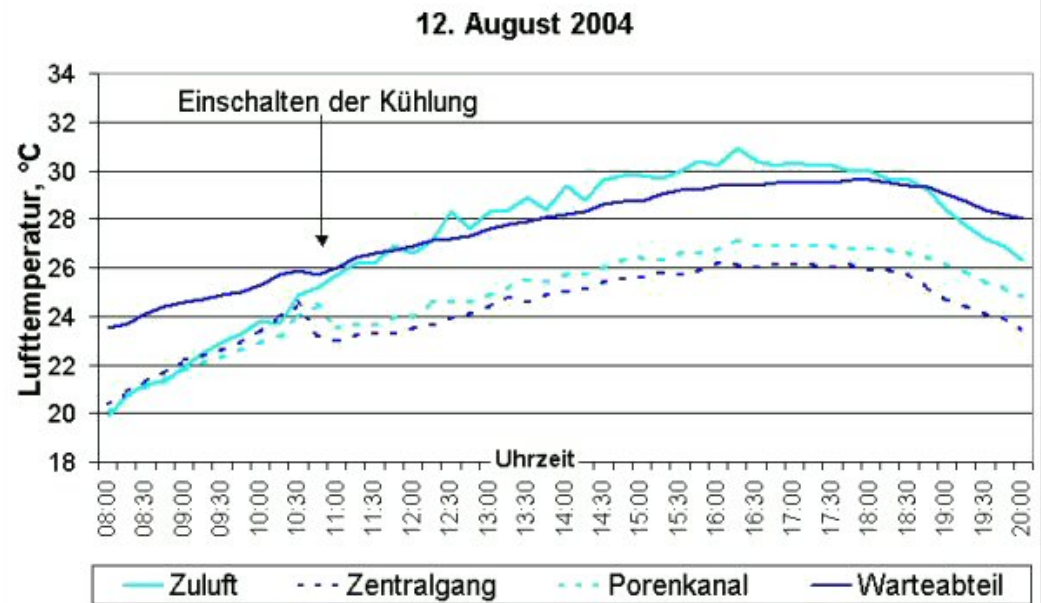
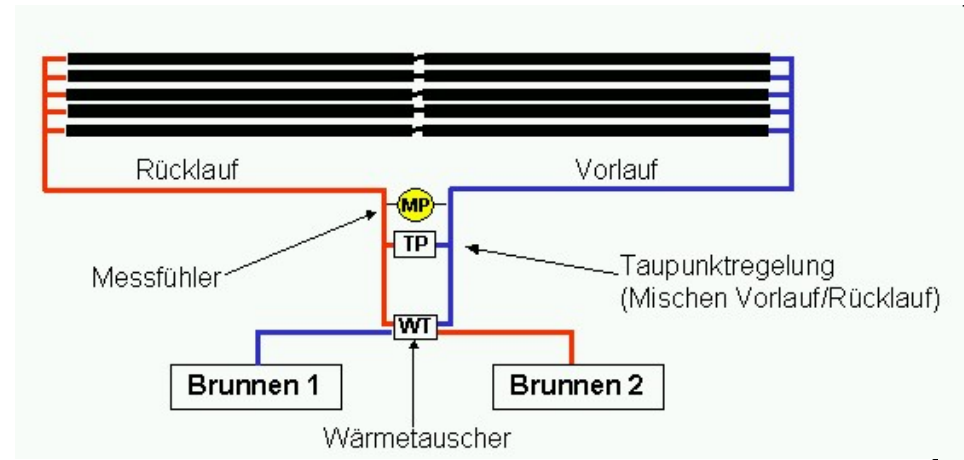




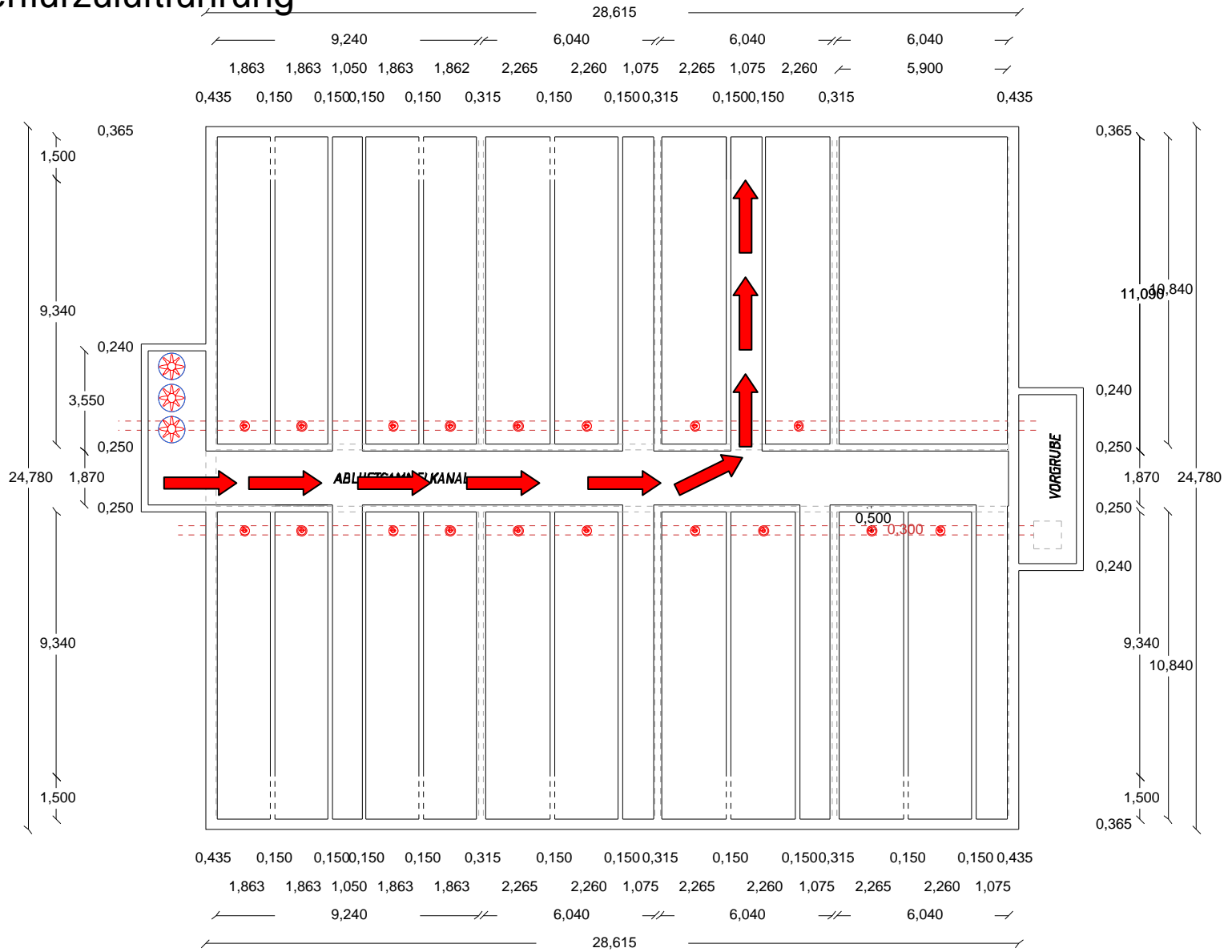
## Luftkühler in Eigenbau



## Zuluftkühlung mittels Kühldecke bei Zuchtsauen

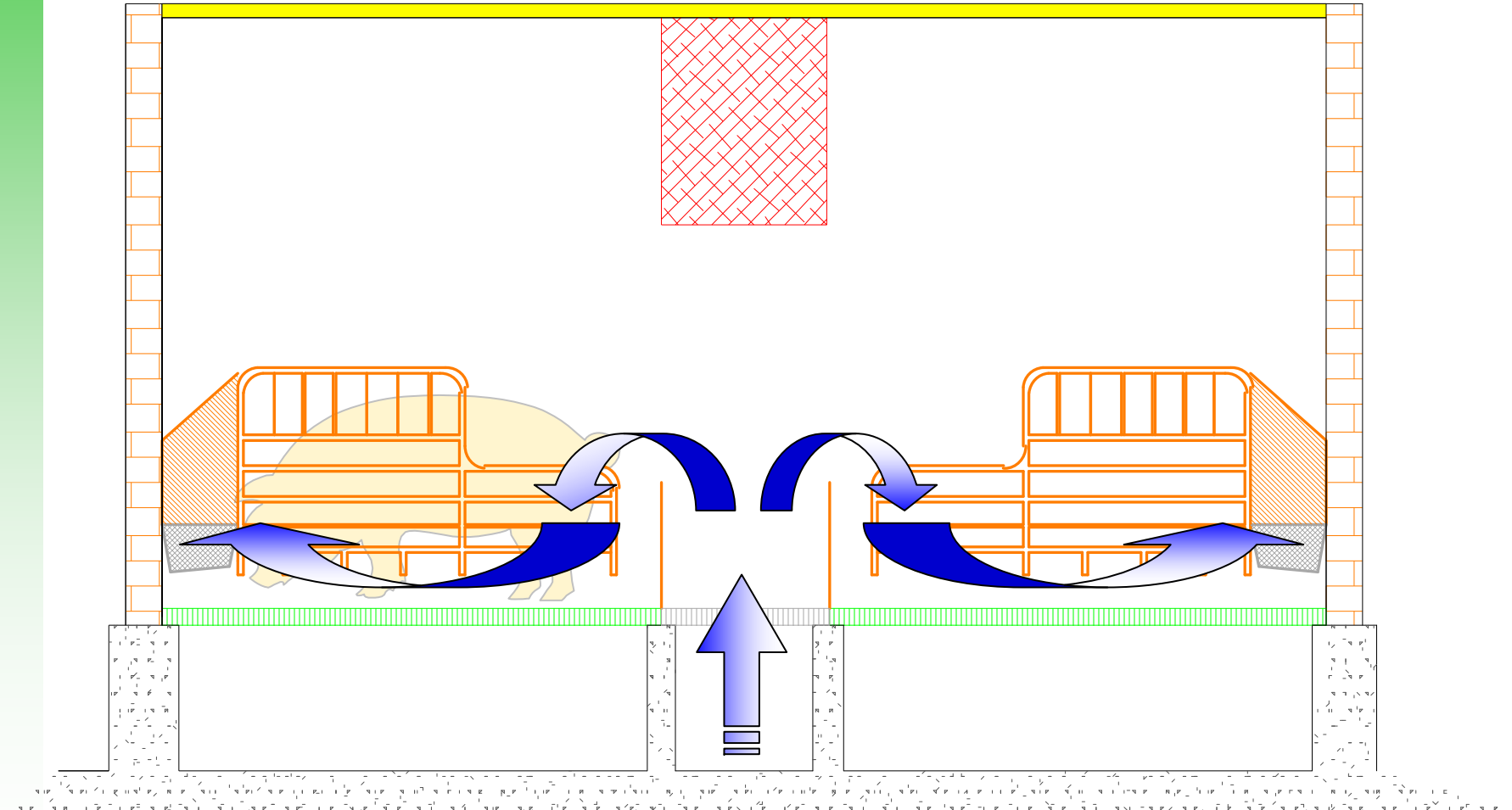


## Unterflurzuluffführung

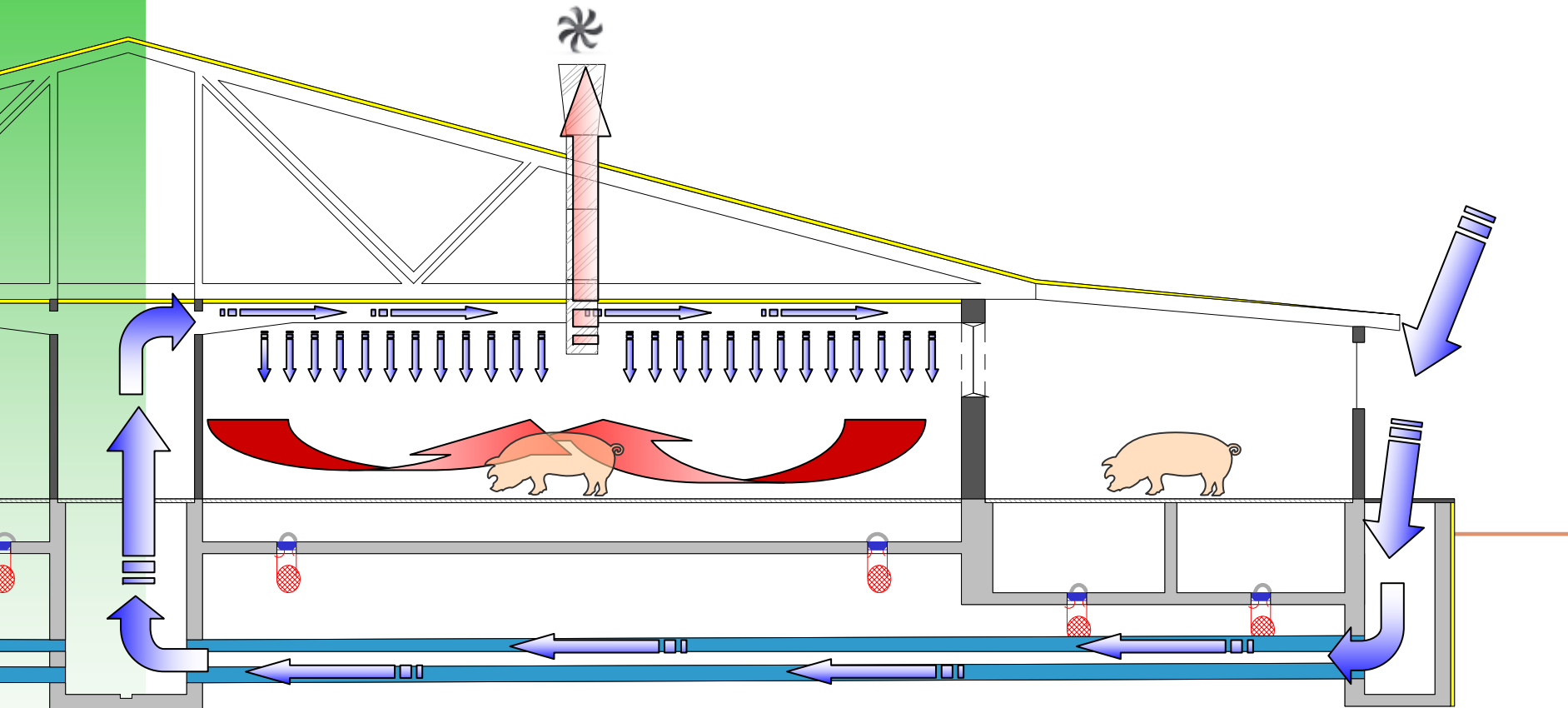




## Unterflurzuluffführung



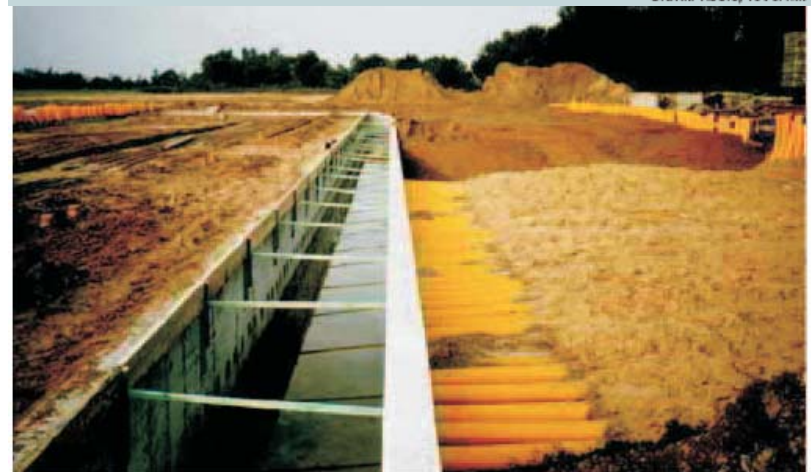
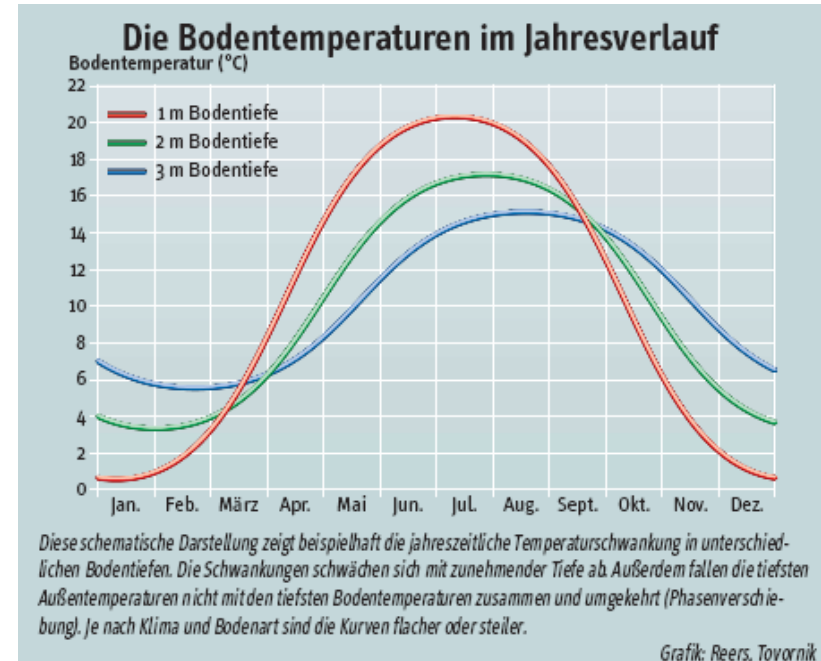
## Funktionsweise eines Erdwärmetauscher



### Dimensionierung Erdwärmetauscher

Luftvolumenstrom bei <b>80 %</b> Gesamt		max. Luftrate je Rippenrohr 15-20 m je Rohr, 2 m Tiefe	Anzahl der Rippenrohre
m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /sec	m <sup>3</sup> /h	Stück
102560	28,49	280	366

## Erdwärmetauscher



## Zusammenfassung

### ✓ Exakte Planung der Heizungsanlage

- Querschnitte und Wassermengen
- Verteilung und Verlegung der Heizungsstränge
- Hydraulischer Abgleich
- Eventuelle Systemtrennung
- Art der Heizungselemente
- Vernetzung mit der Lüftung

[www.bosy-online.de](http://www.bosy-online.de)

### ✓ Fachgerechte Installation

- Gute Wärmedämmung des Vor- und Rücklaufes
- Beachtung der Zulufttemperatur
- Vorlauftemperatur

### ✓ Management von Heizung & Lüftung

- Einstellung Anfangstemperatur Lüftung und Beginn Heizung
- Anordnung des Temperaturfühlers im Abteil und eventuell der Zone
- Anordnung der Heizelemente

## Literaturhinweise

### **DIN 18910 -1 (2004)**

- Wärmeschutz geschlossener Ställe
- Wärmedämmung und Lüftung
- Planungs- und Berechnungsgrundlagen

**DLG Arbeitsunterlage** → Lüftung von Schweineställen

**DLG Merkblatt 332** → Kühlung von Schweineställen

**AEL Heft 17**

Berechnungs- und Planungsgrundlagen für  
das Klima in geschlossene Ställen

**AEL Stallklima-  
Berechnung**

Basierend auf DIN 18910 "Wärmeschutz  
geschlossener Ställe" (November 2004)



**Danke für Ihre Aufmerksamkeit !**