

ZDS - Fachtagung in Suhl, 9. Mai 2007

Energiekosten - ungenutztes Sparpotential

Bernhard Feller

Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen



Anteil der Energiekosten an den Direktkosten bzw. den Gesamtkosten in Euro je Mastschwein

Wirtschaftsjahr	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05	05/06
Energie, Wasser	2,31	2,45	2,33	2,15	2,26	2,21	2,40	2,45	2,36	2,47
Direktkosten	132	122	88	101	120	117	103	105	112	110
% Direktkosten	1,75	2,00	2,65	2,13	1,88	1,89	2,33	2,33	2,10	2,24
Gesamtkosten	157	148	112	124	143	141	125	127	133	131
% Gesamtkosten	1,47	1,65	2,08	1,73	1,58	1,57	1,92	1,93	1,77	1,89

Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen 2006

© Bernhard Feller



Mai 2007

Anteil der Energiekosten an den Direktkosten bzw. den Gesamtkosten in Euro je Sau

Wirtschaftsjahr	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05	05/06
Energie, Wasser	49	49	50	51	58	57	57	60	67	77
Direktkosten	703	711	648	681	728	740	717	761	762	778
% Direktkosten	7,0	6,9	7,7	7,5	8,0	7,7	7,9	7,9	8,8	9,9
Gesamtkosten	1150	1171	1106	1135	1188	1184	1162	1205	1203	1205
% Gesamtkosten	4,3	4,2	4,5	4,5	4,9	4,8	4,9	5,0	5,6	6,4

Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen 2006

© Bernhard Feller



Mai 2007

Energie im Schweinestall:

Strom: für Beleuchtung und für den Antrieb von Motoren in Fütterungsanlagen, Ventilatoren, Hochdruckreinigern, Entmistungen und Güllepumpen

Bereitstellung durch EVU und/oder BHKW

Kennzeichen: gleichmäßige Abnahme mit geringen Leistungsspitzen

Wärme: zum Ausgleich der Wärmeverluste durch das Stallgebäude und durch die Lüftung zur Beheizung des Ferkelnestes

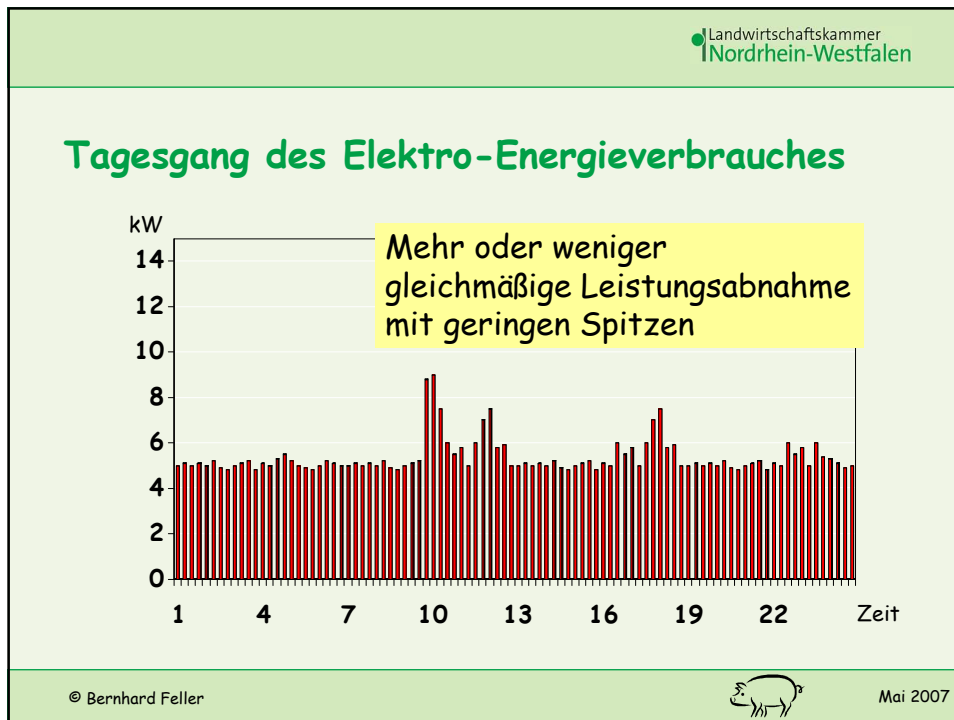
Bereitstellung durch Heizungsanlage mit Heizöl, Flüssiggas, Erdgas, regenerative Brennstoffe, BHKW

Kennzeichen: geringe Leistung im Sommer
hohe Leistung im Winter

© Bernhard Feller



Mai 2007



Landwirtschaftskammer
Nordrhein-Westfalen

Energie im Schweinestall:

Strom: für Beleuchtung und für den Antrieb von Motoren in Fütterungsanlagen, Ventilatoren, Hochdruckreinigern, Entmistungen und Güllepumpen

Bereitstellung durch EVU und/oder BHKW

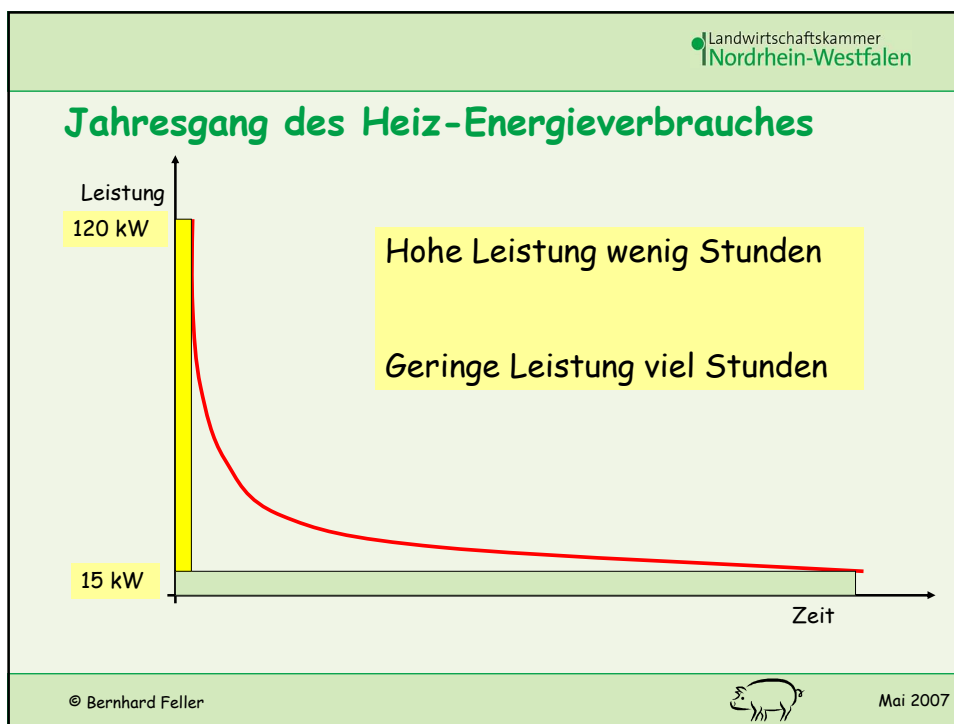
Kennzeichen: gleichmäßige Abnahme mit geringen Leistungsspitzen

Wärme: zum Ausgleich der Wärmeverluste durch das Stallgebäude und durch die Lüftung zur Beheizung des Ferkelnestes

Bereitstellung durch Heizungsanlage mit Heizöl, Flüssiggas, Erdgas, regenerative Brennstoffe, BHKW

Kennzeichen: geringe Leistung im Sommer
hohe Leistung im Winter

© Bernhard Feller Mai 2007



Landwirtschaftskammer
Nordrhein-Westfalen

Strombedarf in der Schweinehaltung

Sauenstall:

Lüftung:	Strom	50 - 55 kWh/Platz
Beleuchtung	Strom	28 - 33 kWh/Platz
Fütterung/Reinigung	Strom	5 - 7 kWh/Platz
Infrarotlampe:	Strom	7 - 11 kWh/Wurf

Ferkelaufzucht

	Strom	1 - 4 kWh/Ferkel
--	-------	------------------

Schweinemast

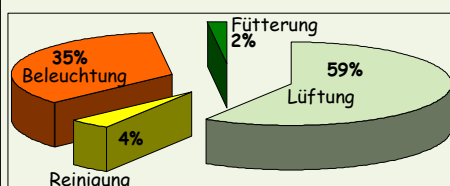
	Strom	20 - 40 kWh/Mastschwein
--	-------	-------------------------

© Bernhard Feller Mai 2007

Elektroenergieverbrauch in der Schweinehaltung

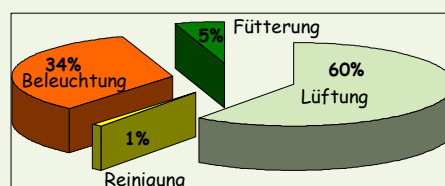
Sauenhaltung

insgesamt 90 kWh je Sauenplatz und Jahr
ohne Heizenergie



Schweinemast

insgesamt 17 kWh je Mastplatz und Jahr
ohne Heizenergie



Büscher et al. 2005

© Bernhard Feller



Mai 2007

Energieeinsparung in der Lüftungsanlage

Optimierung der Zu- und Abluftkanäle

Sauberkeit der Lüftungsanlage

Abstimmung Ventilator und Regelung

Energiesparende Ventilatoren

Anpassen der Luftraten an den Lüftungsbedarf

Gruppenschaltung von Ventilatoren

Datafan Plus - System (EMI)

natural flow (Fancom)

© Bernhard Feller



Mai 2007

Druckverluste bei strömender Luft Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen

Druckverluste in Pa		Mittlere Luftgeschwindigkeit		
		2,5	5,0	7,5 m/s
pro Meter glatte Leitung oder Kanal, rund oder quadratisch bei einer Kantenlänge oder Durchmesser von	40 cm	0,2	0,6	1,4
	50 cm	0,1	0,4	0,9
	60 cm	0,1	0,3	0,6
Rohrbogen		1	5	11
Rechtwinkelige Umlenkung		6	23	51
Rechtwinkelige Umlenkung mit Leitblech		3	10	22
Gabelung		6	21	48
Stumpfe Erweiterung		1	5	10
Wandöffnung d < als Wandstärke		11	40	90
Wandstärke > 2d		6	21	48
Wandstärke > 2d gerundet		4	15	34

© Bernhard Feller

Mai 2007

Abluftgestaltung und Energiekonsum Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen

Quelle: S. Pedersen, DK, SJF, 1999

Drehzahl	min ⁻¹	821	814	790	805	832
Leistungs- aufnahme	W	390	390	403	401	378
Volumen- strom	m ³ /h %	5 870 68	6 090 71	8 620 100	9 410 109	10 930 127
Spezifischer Volumenstrom	m ³ /kWh %	15 050 70	15 620 73	21 390 100	23 470 110	28 920 135
Spezifische Leistungs- aufnahme	W / 1000 m ³ h ⁻¹ %	66,4 142	64 137	46,8 100	42,6 91	34,6 74
Bei 6.000 m ³ /h im Jahr		534 €/a	516 €/a	376 €/a	342 €/a	278 €/a

© Bernhard Feller

Mai 2007

Leistungsbremse Verschmutzung

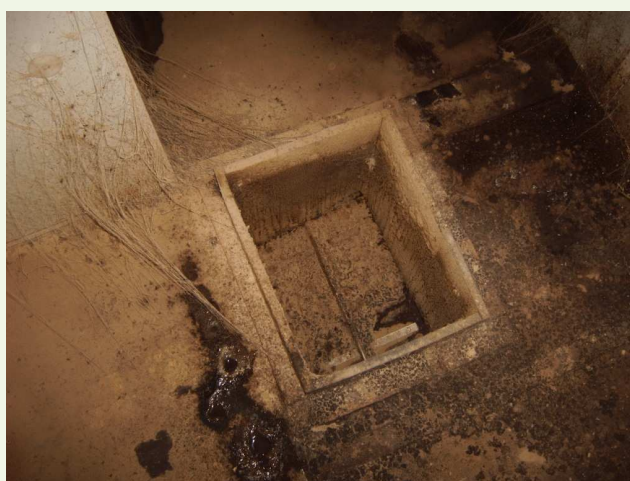


© Bernhard Feller



Mai 2007

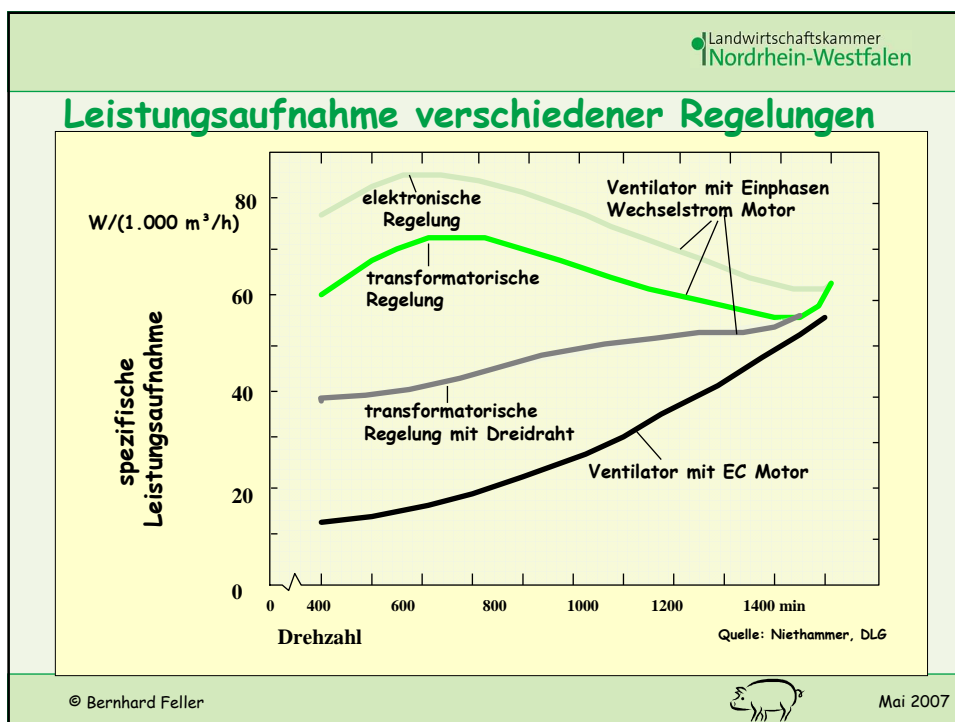
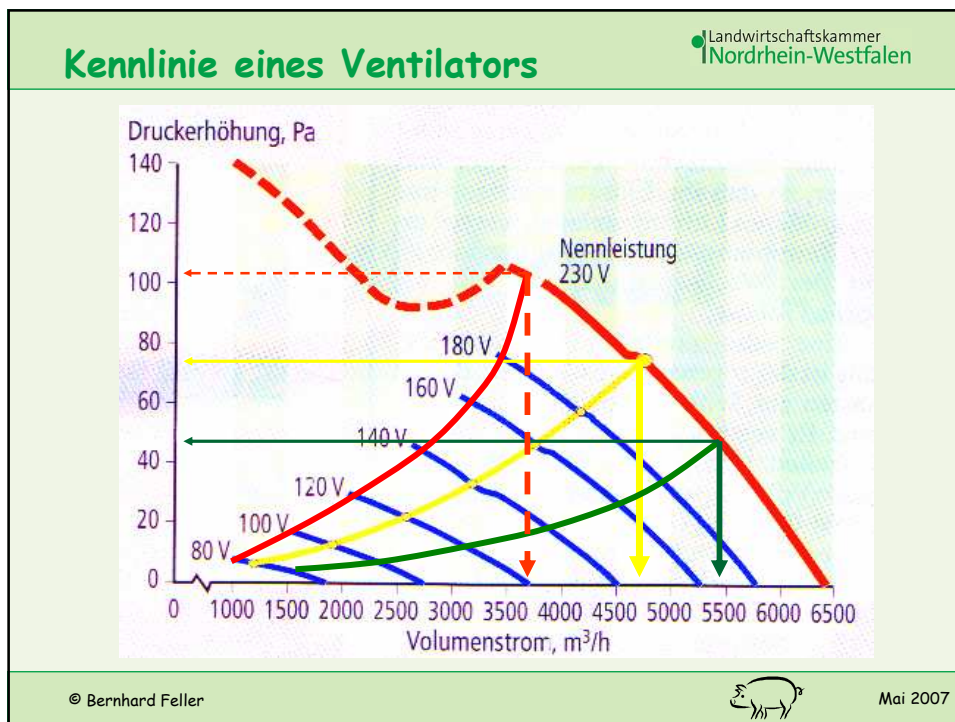
Sauberkeit der Abluftkanäle

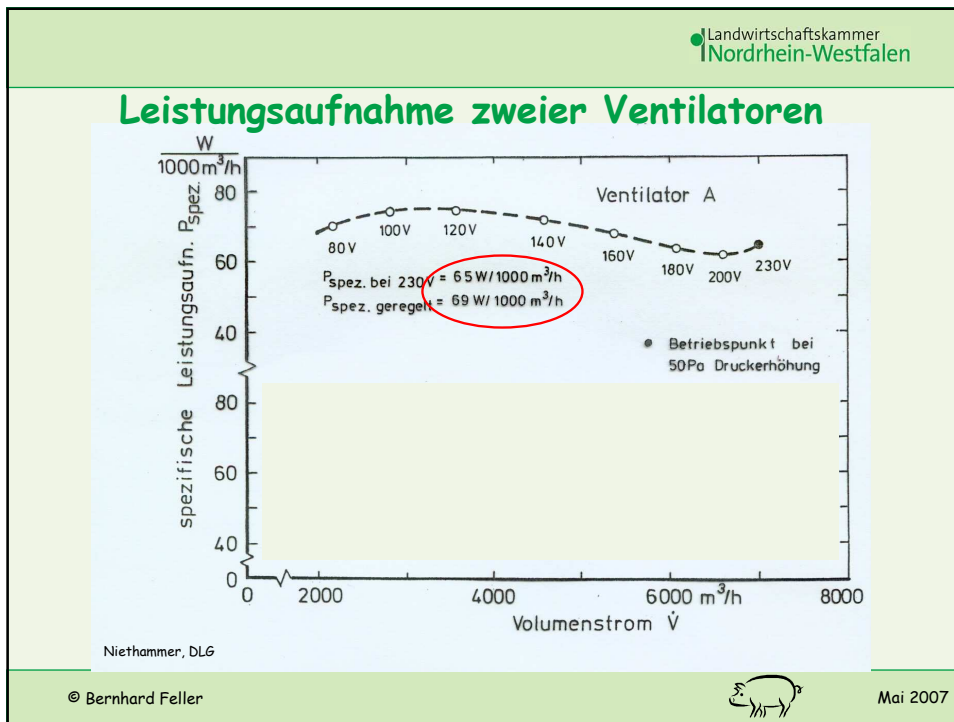
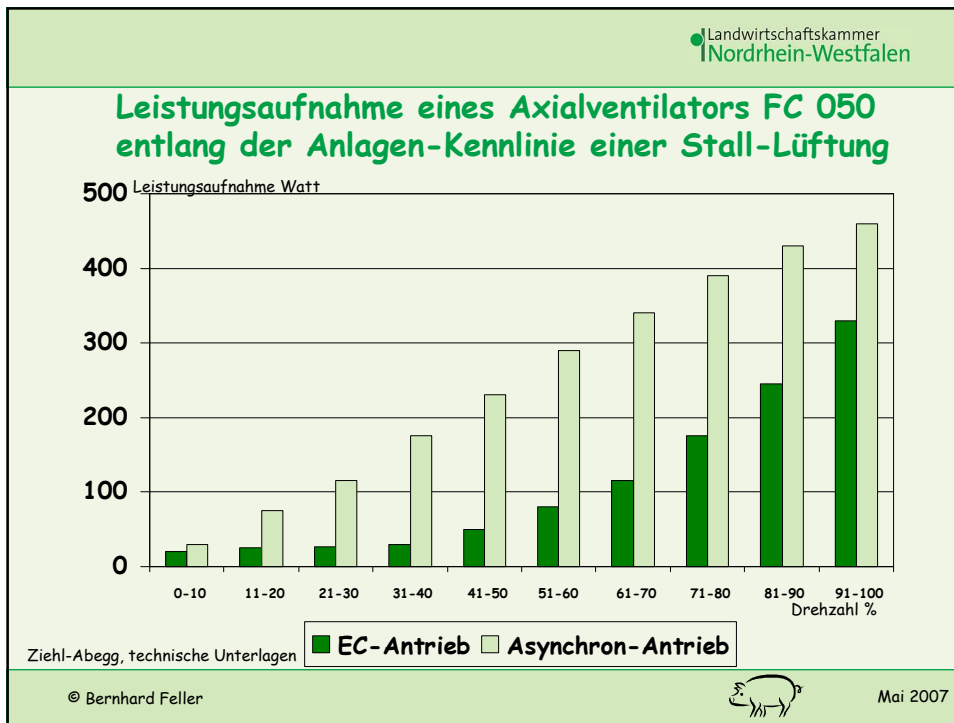


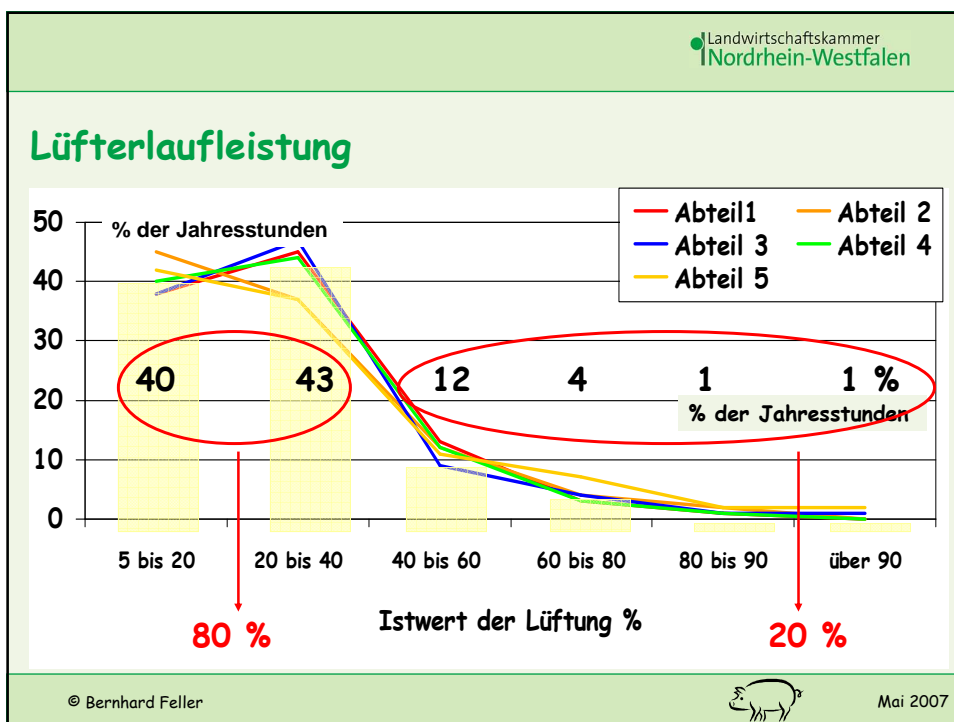
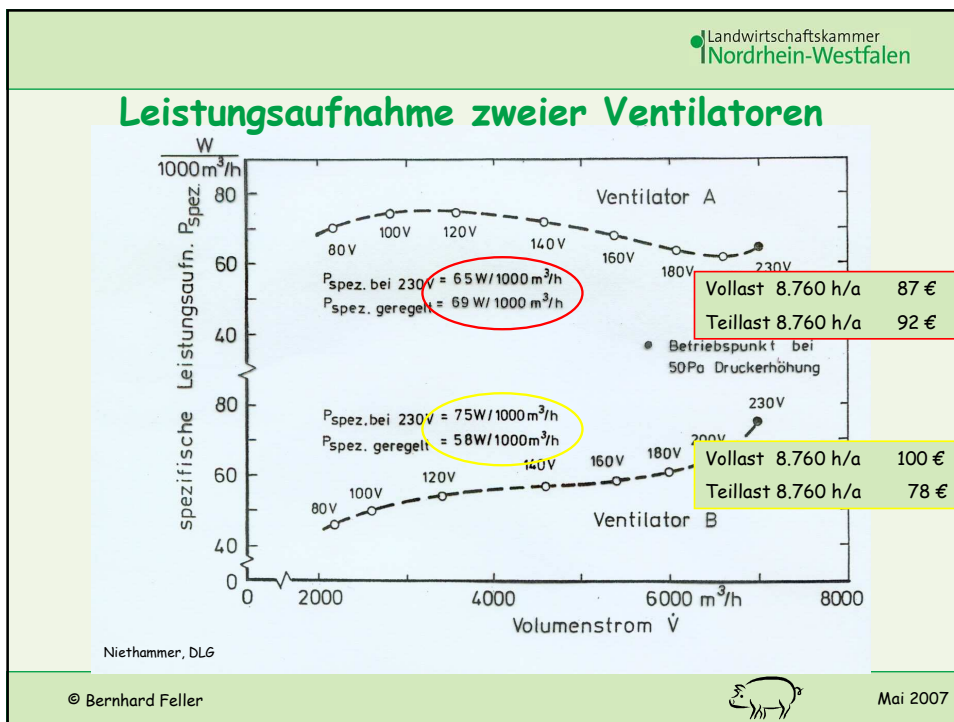
© Bernhard Feller



Mai 2007







Zentralabsaugung



- ausreichend große Querschnitte mit geringen Luftgeschwindigkeiten < 2,5 m/s
- möglichst begehbar zur leichten Reinigung
- möglichst wenig Umlenkungen

Energieverbrauch: dezentral Oberflur : zentral Oberflur : zentral Unterflur
1 : 1,75 : 2,50

Büscher et al. 2005

© Bernhard Feller



Mai 2007

Vergleich kleiner Ventilator - großer Ventilator

Typ	Luftleistung m ³ /h	Leistungsauf- nahme im Regelbereich W/(1000 m ³ /h)	Luftleistung bei 300 min ⁻¹ m ³ /h	Leistungsauf- nahme bei 300 min ⁻¹ W	spez. Leistungsauf- nahme W/(1000 m ³ /h)
FC 045-4IQ	5.520	28,0	1.180	16,5	15
FE 091-6DQ	18.410	40,1	5.670	130	23

DLG Prüfbericht

© Bernhard Feller



Mai 2007

Strombedarf für Fütterungsanlagen:

Jahreskosten pro Sau für den Futtertransport

Seilförderer:	1,08	Wh/kg Trockenfutter	20,6 Ct/Sau
Flüssigfütterung:	2,97	Wh/kg Trockenfutter	56,7 Ct/Sau
Druckluft:	18,81	Wh/kg Trockenfutter	359,2 Ct/Sau
Spiralförderer:	0,25	Wh/kg Trockenfutter	4,7 Ct/Sau
Abruffütterung:	1,21	Wh/kg Trockenfutter	23,1 Ct/Sau

Futterbedarf 12,5 dt/Sau und Jahr, 15,28 Ct/kWh

nach G. Schmitt-Pauksztat, W. Büscher, Bonn, ergänzt

© Bernhard Feller



Mai 2007

Einsparung durch Tarifgestaltung

Energieverbrauch:	55.000 kWh Strom/Jahr		
IST:	HT-Zeit 4:00 bis 22:00 Uhr	18 Stunden je Tag	15,28 Ct/kWh
	NT-Zeit 22:00 bis 4:00 Uhr	6 Stunden je Tag	9,37 Ct/kWh
	Stromkosten:		7.591 €/a
Plan:	HT-Zeit 6:00 bis 19:00 Uhr	13 Stunden je Tag	16,28 Ct/kWh
	NT-Zeit 19:00 bis 6:00 Uhr	11 Stunden je Tag	10,37 Ct/kWh
	+ Wochenende, Feiertage:	24 Stunden je Tag	
	Stromkosten:		6.435 €/a
	Einsparung durch Tarifgestaltung:		1.156 €/a

- 15%

© Bernhard Feller



Mai 2007

Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen	
Heizenergieverbrauch in der Schweinehaltung	
Sauenstall:	
Ferkelnest:	Strom 40 - 45 kWh/Wurf WW 65 - 70 kWh/Wurf
Infrarotlampe:	Strom 7 - 11 kWh/Wurf
Raumheizung:	60 - 80 kWh/Platz
Ferkelaufzucht	
Heizung:	20 - 28 kWh/Ferkel
Schweinemast	
Heizung:	20 - 28 kWh/Mastschwein
© Bernhard Feller	Mai 2007

Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen	
Wärmebedarf je Stallplatz und Jahr	
Abferkelstall	Ferkelnestbeheizung: 680 kWh/Platz Raumheizung: 180 kWh/Platz
Deck- und Wartestall:	60 - 160 kWh/Platz
Sauenstall (ohne Ferkelaufzucht)	330 kWh/Platz
Sauenstall (mit Ferkelaufzucht)	990 kWh/Platz
Ferkelaufzucht:	170 kWh/Platz
Schweinemast:	70 kWh/Platz
© Bernhard Feller	Mai 2007

Anforderungen an Heizungen im Abferkelstall



Temperatur für die Sau: 20 °C bis 22 °C um die Geburt
18 °C in der Sägezeit

Temperatur für das Ferkel: 35 °C nach der Geburt
24 °C zum Absetzen



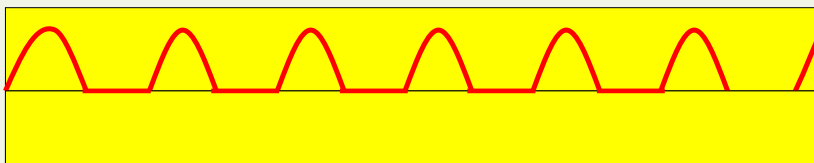
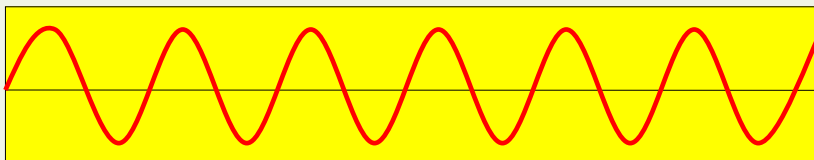
Nutzenergiebedarf bis zum 21. Lebenstag

System	Nutzenergie je Wurf	Kosten je Wurf
Elektroinfrarotstrahler	98 kWh	13,62 €
Gasinfrarotstrahler	243 kWh	13,58 €
Kunststoffplatten elektrisch	43 kWh	5,98 €
Polymerbetonplatten Warmwasser	64 kWh	3,39 €

de Baey-Ernsten et al.; ergänzt



Leistungsminderung durch elektronischen Sparschalter



Die Spannungskurve bei Wechselspannung wird halbiert.

Infrarotlampen mit Sparschalter

	Spannung	Stromaufnahme	Leistung
100%	230 V	0,65 A	150 W
Sparschalter ein *	230 V	0,42 A	97 W
Sparschalter ein **	115 V	0,42 A	48 W

*Messung vor dem Sparschalter, ** Messung nach dem Sparschalter

Energieverbrauch und Energiekosten im Abferkelstall Ferkelnestbeheizung

Strom:

45 kWh je Wurf x 15,28 Ct/kWh = 6,88 €/Wurf

6,88 €/Wurf x 2,35 Würfe je Sau und Jahr = **16,16 € je Sau**

Warmwasser:

65 kWh je Wurf x 5,3 Ct/kWh x 85% = 4,05 €/Wurf

4,05 €/Wurf x 2,35 Würfe je Sau und Jahr = **9,52 € je Sau**

Differenz:

6,64 € je Sau - 41%



Wärmehaushalt von Schweinen im Winter

	Lebendgewicht, kg	Wärmeproduktion, W/Tier	Wärmeverluste W/Tier über die Lüftung bei			
			-10°C	-12°C	-14°C	-16°C
Deck- und Wartestall	200	195	119	128	137	147
	250	229	140	150	161	172
Abferkelstall	250	334	230	246	262	279
	300	365	252	270	288	306
Ferkel und Mastschweine <small>DIN 18910</small>	20	62	56	59	62	66
	30	81	63	67	71	75
	60	135	82	89	95	101
	100	181	110	119	127	136




Landwirtschaftskammer
Nordrhein-Westfalen

Wärmeverluste durch die Bauteile:

Beispiel: 120 Ferkel je Abteil; Abteilmaß: 5,60 m x 8,60 m;
Höhe: 2,75 m Außentemperatur: -10 °C;
Raumtemperatur: 28 °C

U-Wert der Außenwand:	0,40	0,50	0,60	W/m ² K
U-Wert der Decke:	0,40	0,40	0,40	W/m ² K
Wärmeverlust Wand:	234	293	351	W 3 - 4%
Wärmeverlust Decke:	732	732	732	W 8 - 9%
Wärmeverlust Lüftung 10 kg:	3960	3960	3960	W
Wärmeverlust Lüftung 20 kg:	7440	7440	7440	W 87%
Gesamtwärmeverluste:	8406	8465	8523	W


© Bernhard Feller  Mai 2007

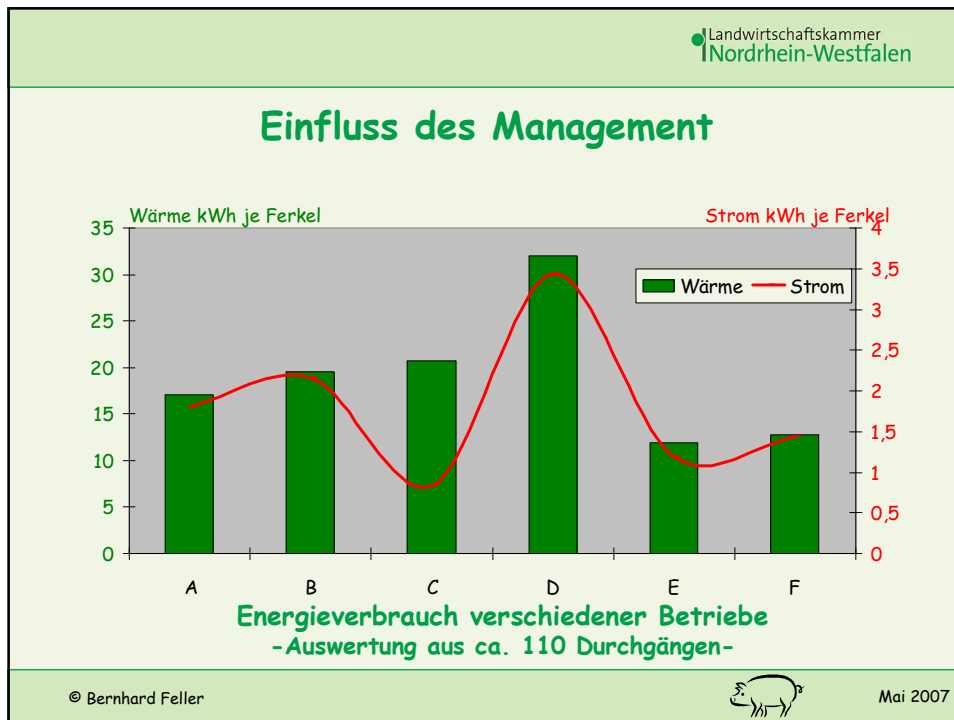
Landwirtschaftskammer
Nordrhein-Westfalen

Wärmeverluste durch die Bauteile:

Beispiel: 336 Sauen 3WR Stallmaß: 55,43 m x 31,40 m; Höhe: 2,75 m;
55 m² Fenster + Türen; 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	
Wärmebilanz	-19.142	-20.058	-21.588	-22.608	

© Bernhard Feller  Mai 2007

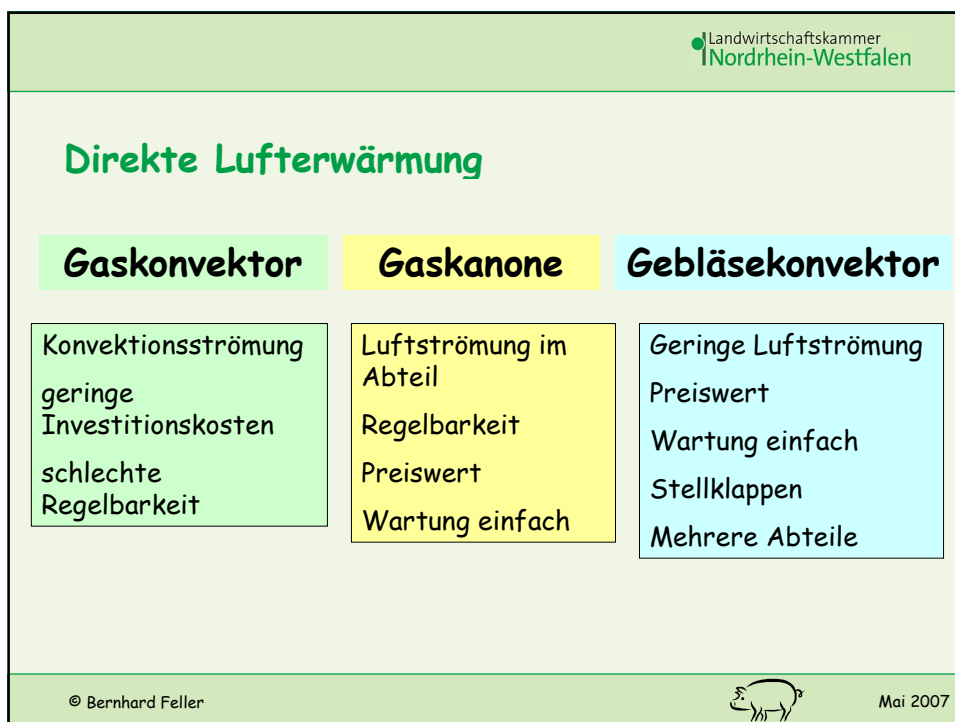
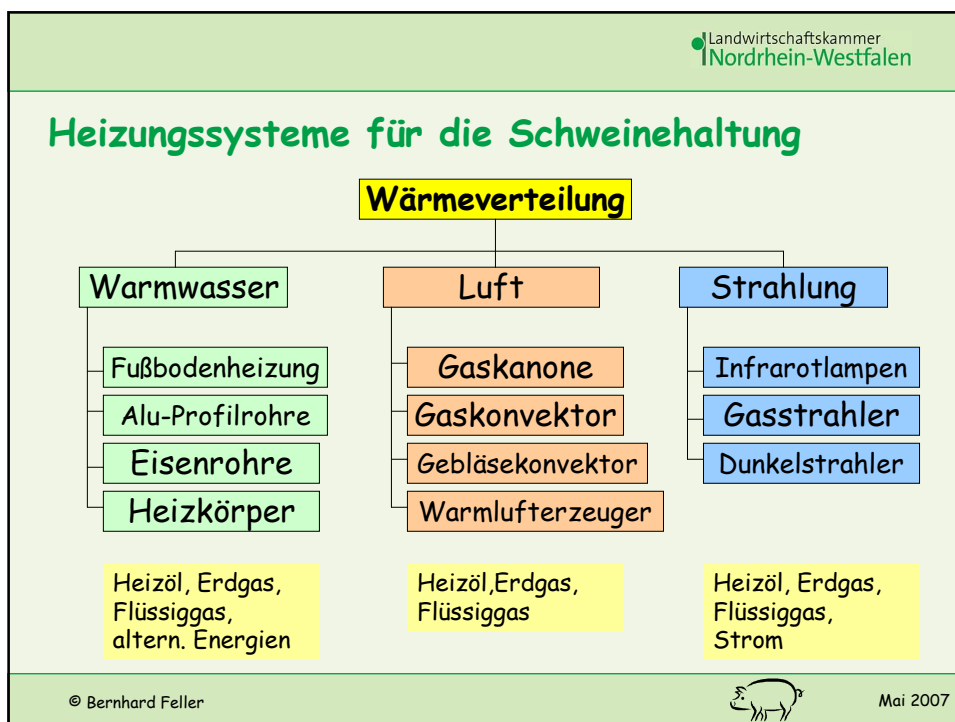


Landwirtschaftskammer
Nordrhein-Westfalen

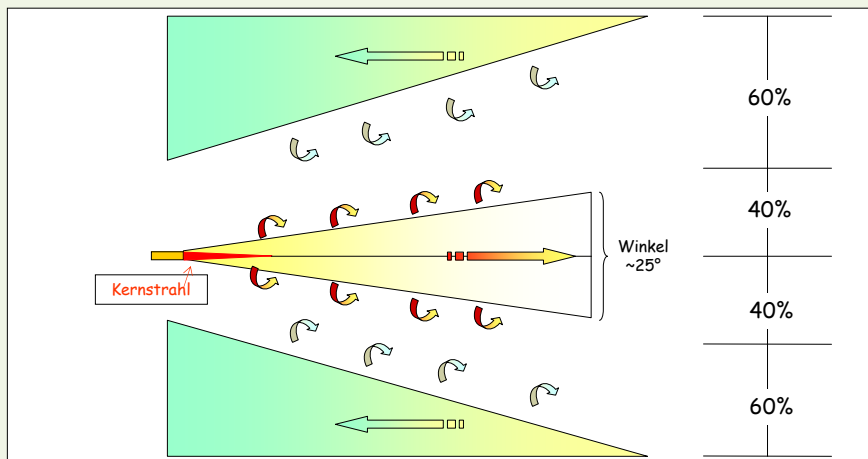
Energiefresser im Heizbetrieb:

- Management der Heizungsanlage
- Einstellung Anfangstemperatur Lüftung und Beginn Heizung
- Anordnung des Temperaturfühlers im Abteil
- Anordnung der Heizkörper/Heizung
- Zulufttemperatur im Zentralgang
- Kalibrierung des Temperaturfühlers
- Einstellung der Zuluft- bzw. Abluftklappen
- Verluste durch ungedämmte Vor- und Rückläufe der Wärmeverteilung
- weite Wege von der Heizung bis zum Verbraucher
- zu hohe Vorlauftemperaturen

© Bernhard Feller Mai 2007



Luftströmung von Warmluftgebläsen

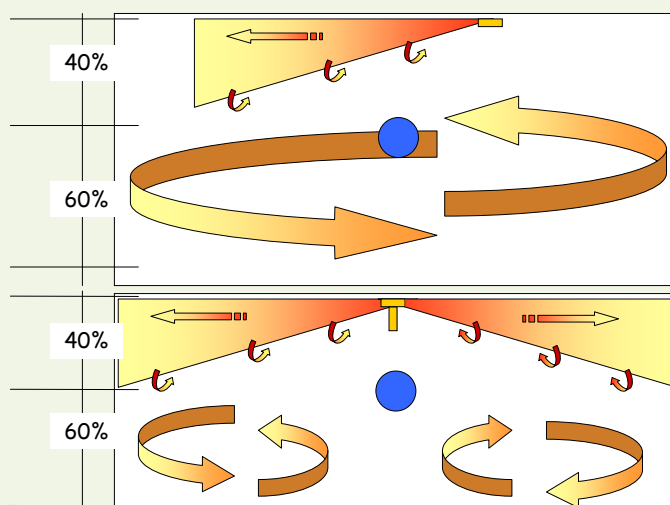


© Bernhard Feller



Mai 2007

Anordnung von Warmluftgebläsen

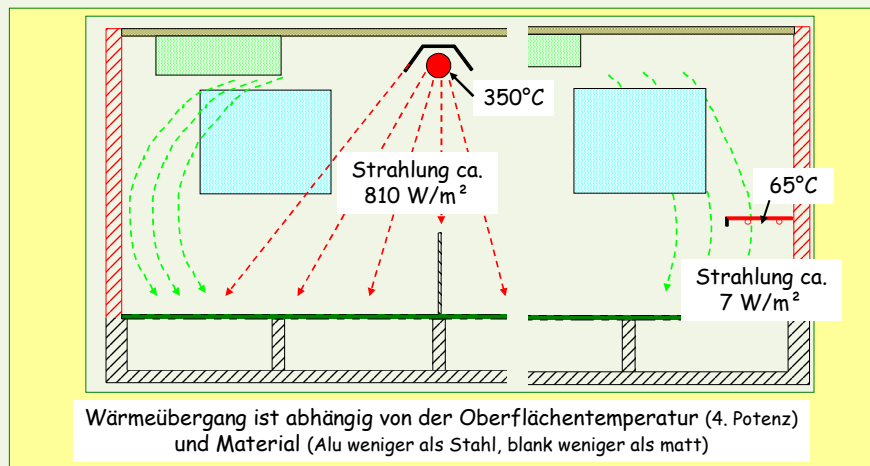


© Bernhard Feller



Mai 2007

Heizleistung unterschiedlicher Strahlungsheizungen



© Bernhard Feller



Mai 2007

Warmwasserheizungen

Vorteile

Gute Regelbarkeit
Sehr gute Stallluftqualität
Einsatz preiswerter Energieträger
Kopplung verschiedener Energieträger an einem Wärmeverteilsystem

Nachteile

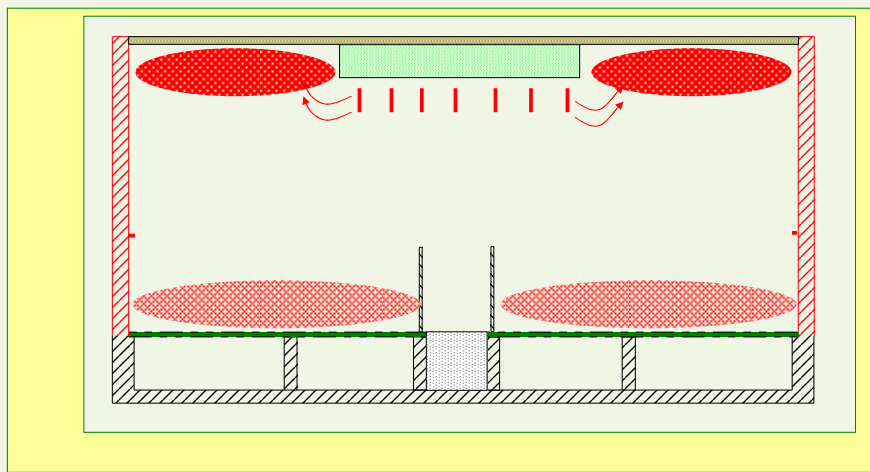
Aufwändige Wärmeverteil- und Regeltechnik
Wärmeverluste beim Wärmetransport
Einrichtung aufwändiger Energielager

© Bernhard Feller



Mai 2007

Falsche Anordnung von Heizungselementen

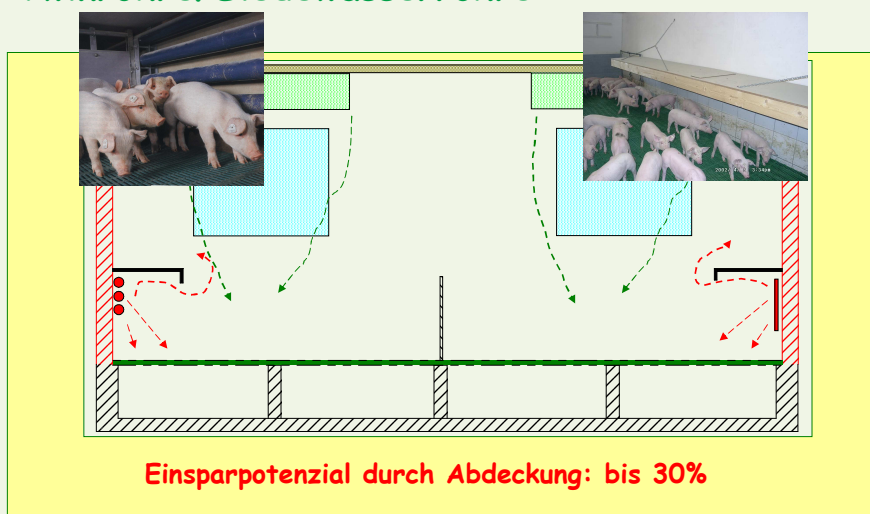


© Bernhard Feller



Mai 2007

Twinrohre/Siedewasserrohre



Einsparpotenzial durch Abdeckung: bis 30%

© Bernhard Feller



Mai 2007

Fazit

zuerst durch Optimierung der vorhandenen Technik
Energiekosten senken

bei Neu- und Ersatzinvestitionen den spezifischen
Energieverbrauch beachten

Tarifverträge mit dem EVU überprüfen

Investition in Warmwasserheizsysteme erlaubt den
Austausch des Energieträgers



Ausblick:

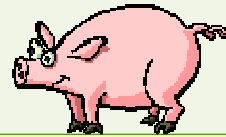
Mit zunehmenden Energiekosten rücken die Heizungskosten verstärkt
in den Vordergrund einer kostensparenden Erzeugung

Die Ermittlung und Analyse des Energieverbrauchs und des
Jahresganges des Energieverbrauchs werden ein wichtiges
produktionstechnisches Entscheidungskriterium

Energieeinsparung spielt bei der Auswahl von Haltungsverfahren,
Gebäudedämmung, Heizungs- und Lüftungssystem eine zunehmende
Rolle

Ergänzend zu herkömmlichen Heizungssystemen können Erd- oder
Luft-Luft-Wärmetauscher eine gewisse Grundwärme in den Ställen
sichern





Vielen Dank für die Aufmerksamkeit....

