



Tipps für die Ferkelerzeugung

Ahaus	11. Januar 2011
Espelkamp	12. Januar 2011
Uedem-Keppeln	13. Januar 2011
Rheda-Wiedenbrück	14. Januar 2011

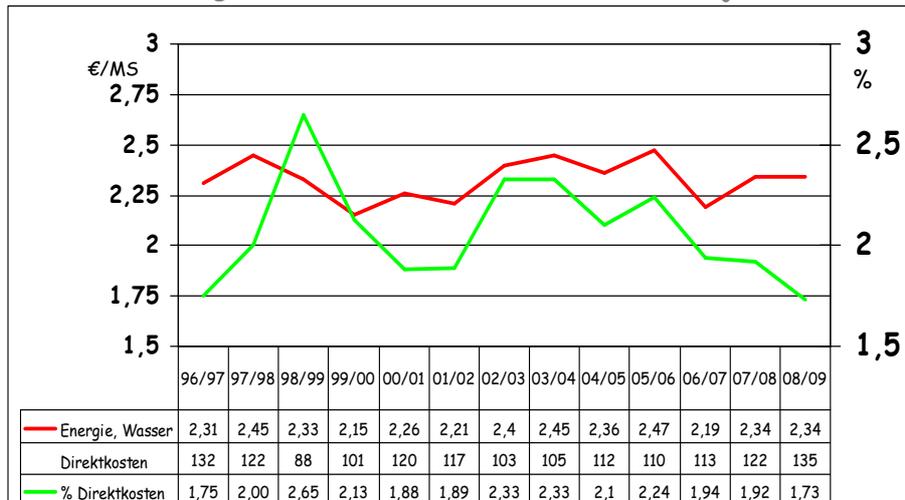
Energieeinsatz in der Schweinehaltung - Strom und Wärme effizient einsetzen -

Bernhard Feller

Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen



Anteil der Energiekosten an den Direktkosten in Euro je Mastschwein

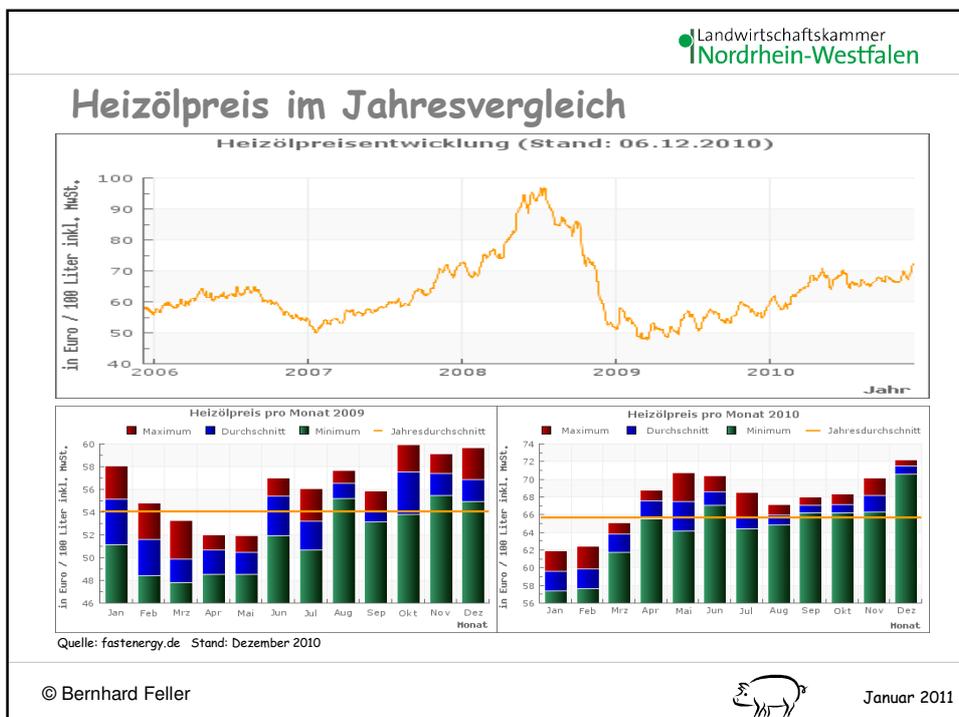
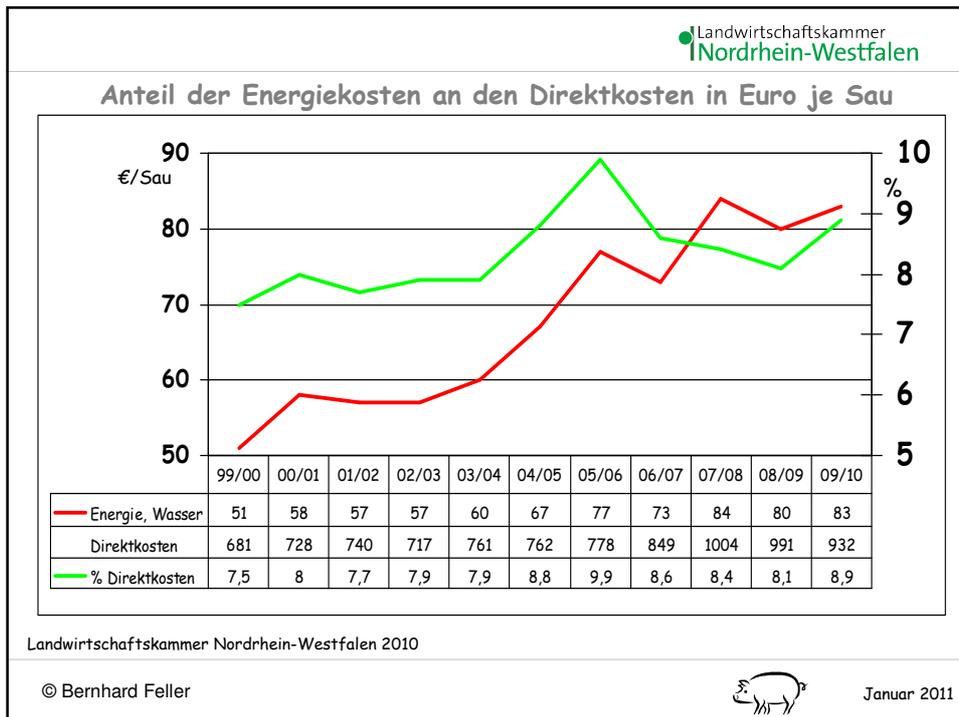


Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen 2010

© Bernhard Feller



Januar 2011



Ansatzpunkte für den effizienteren Einsatz von Elektroenergie und zur Senkung der Stromkosten

Änderung des Strombezuges tarifliche Einordnung
Anbieterwechsel

Energieeffizienz Fütterung
Lüftung
Heizung
Beleuchtung

Verringerung der Leistungsaufnahme (Lastmanagement)



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 15 - 40 kWh/Mastschwein



Vergleich kleiner Ventilator - großer Ventilator

Typ	maximale 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



Januar 2011

Einflüsse auf den Stromverbrauch des Ventilators

- | | |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| Motortechnologie | 230V/400V; Asynchron/EC-Technik |
| Drehzahl | Druckstabilität |
| Flügelform, -anzahl, -anstellwinkel | Luftleistung; Wirkungsgrad |
| Stabilität der Lüfterflügel | Wirkungsgrad, Luftleistung |
| Bauform | Spaltmaß; Rohreinauventilator |
| Regelung | elektronisch; elektrisch; frequenz |



Ziehl Abegg



Ziehl Abegg



DeVrie



DeVrie

© Bernhard Feller



Januar 2011

Leistungsbremse Verschmutzung



© Bernhard Feller



Januar 2011

Möglichkeiten der Drehzahländerung

Spannungsregelung:

Elektrische (Transformatorische) Veränderung der Eingangsspannung
5 bis 9 stufige Spannungsregelgeräte

Elektronische Veränderung der Eingangsspannung
Phasenanschnittsteuerung
stufenlose Änderung der Spannung

Frequenzregelung:

Elektronische Änderung der Schwingungen je Sekunde (Hertz)
Einzelumformer für 230 bzw. 400 V;
Ventilatoren mit angebautem Umrichter

EC-Technologie:

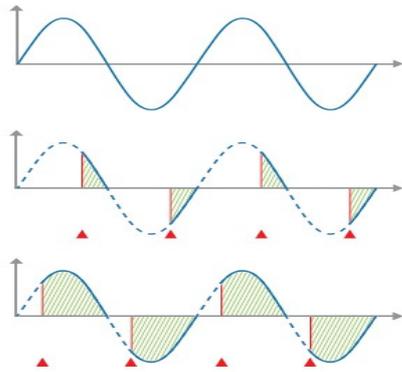
Elektronische Kommutierung des Stromes
nachrüstbare EC-Controller;
Ventilatoren mit angebautem EC-Controller (ETAvent)

© Bernhard Feller



Januar 2011

Spannungsveränderung durch Phasenanschnitt



aus der sinusförmigen Wechselstromschwingung werden Teile „herausgeschnitten“, es entsteht eine „unsaubere“ Welle

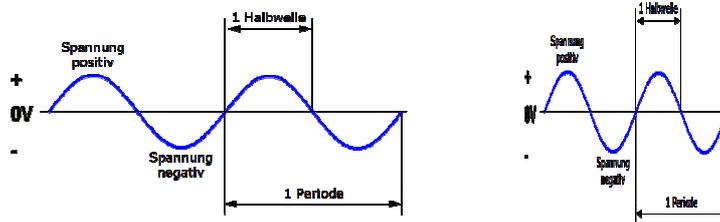


© Bernhard Feller



Januar 2011

Spannungsveränderung durch Frequenzregelung



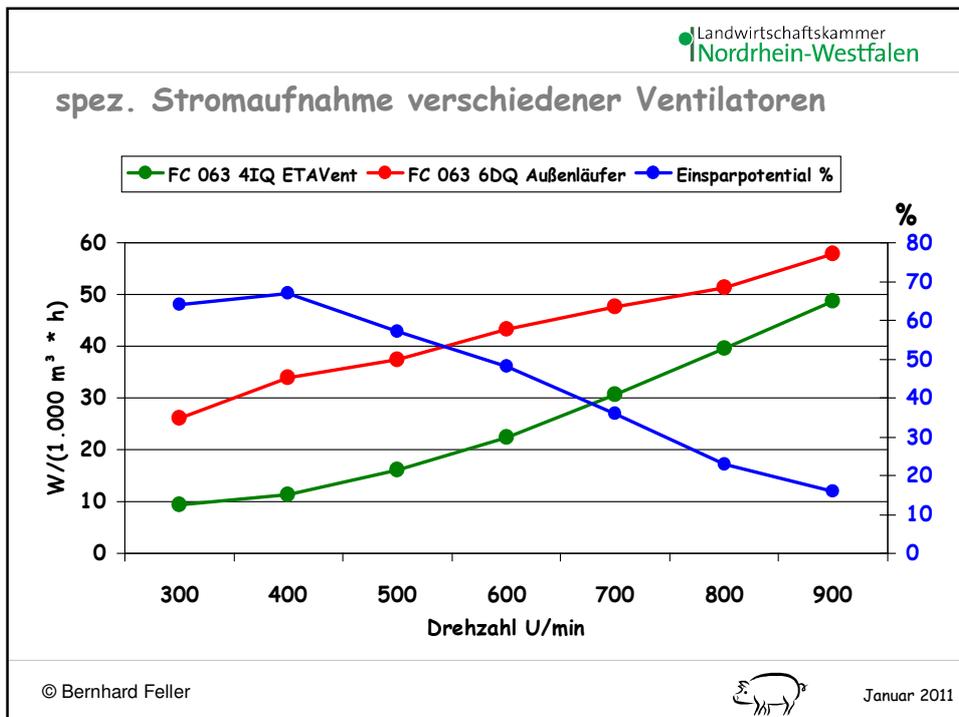
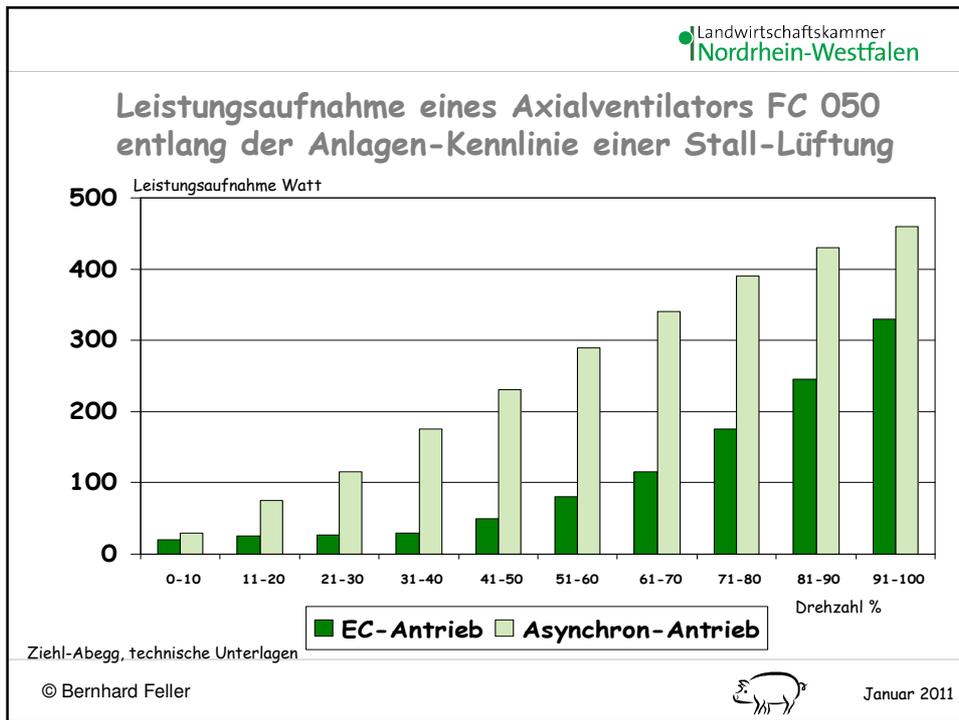
Wechselstrom wechselt seine Spannungsrichtung in regelmäßigen Wiederholungen.

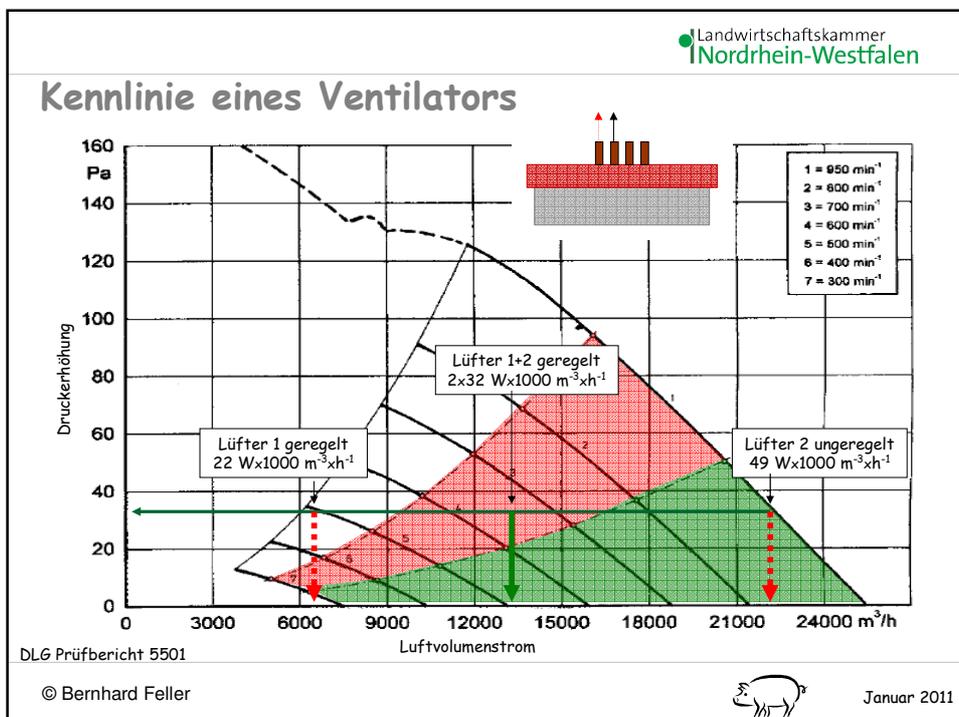
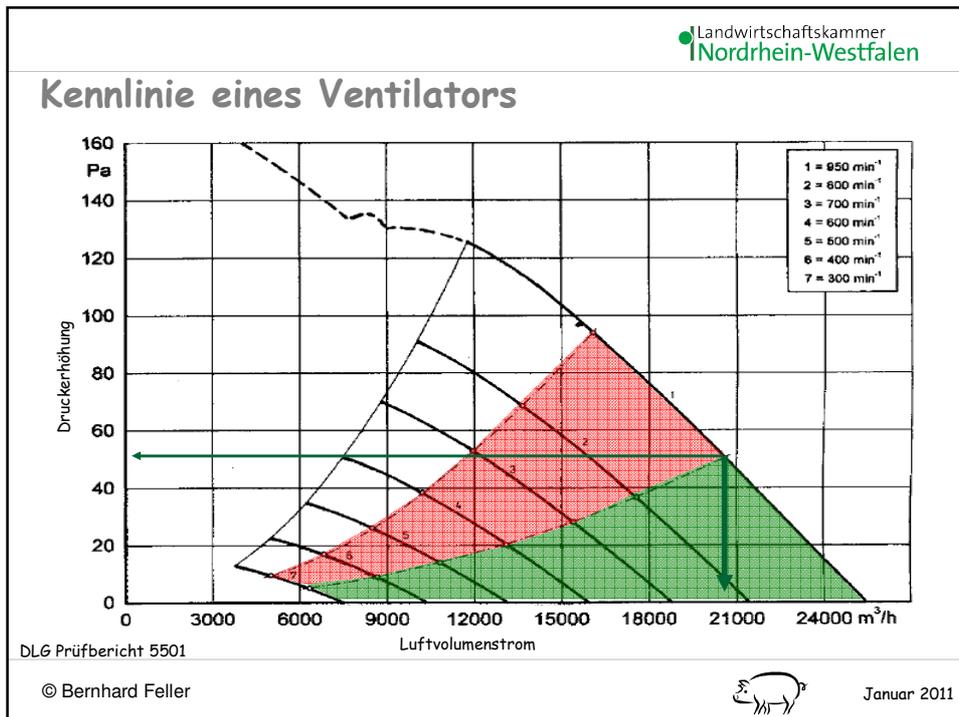
Die Anzahl der Schwingungen in einer bestimmten Zeit nennt man Frequenz (in Deutschland 50 Hertz).

© Bernhard Feller



Januar 2011





Bewertung der Wirtschaftlichkeit

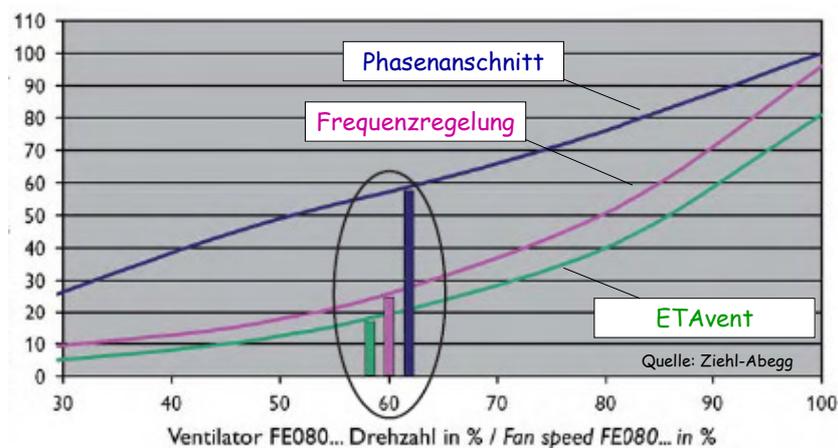
Die Wirtschaftlichkeit eines Systems aus Ventilator und Elektronik hängt von folgenden Werten ab:

Investitionskosten
Leistungsaufnahme
Betriebspunkt der Ventilatoren
Auswahl des richtigen Ventilators

Damit das wirtschaftlich beste Regelverfahren ausgewählt werden kann, muss das „Lastprofil“ der Anlage berücksichtigt werden:
Wieviel Betriebsstunden und in welchem Drehzahlbereich werden die Ventilatoren betrieben?



Aufnahmeleistung in % ausgewählter Regelverfahren



im Regelbereich bis ca. 60% Drehzahl kann mit Einsparungen von 35% der EC-Technik gegenüber der Phasenanschnittsteuerung kalkuliert werden; gegenüber der Frequenztechnik mit 5% Einsparpotenzial; bei höheren Drehzahlen wird der Einspareffekt geringer



Berechnung der Jahreskosten

Beispiel: 10 Ventilatoren mit einer Gesamtaufnahme von 10 kW
Betriebspunkt der Anlage 30 bis 50 % der Ventilatorzahl:

Regelung mit Phasenanschnitt: $5,5 \text{ kW} \times 0,185 \text{ €/kWh} = 1,02 \text{ €/h}$

Regelung mit Frequenzumformer: $2,5 \text{ kW} \times 0,185 \text{ €/kWh} = 0,46 \text{ €/h}$

Regelung mit ETavent: $2,0 \text{ kW} \times 0,185 \text{ €/kWh} = 0,37 \text{ €/h}$

Kosten pro Jahr:

Laufzeit h/a	Phasenanschnitt	Frequenz	ETavent
4.000	4.080	1.840	1.480
6.000	6.120	2.760	2.220
8.760	8.935	4.030	3.241

4.905

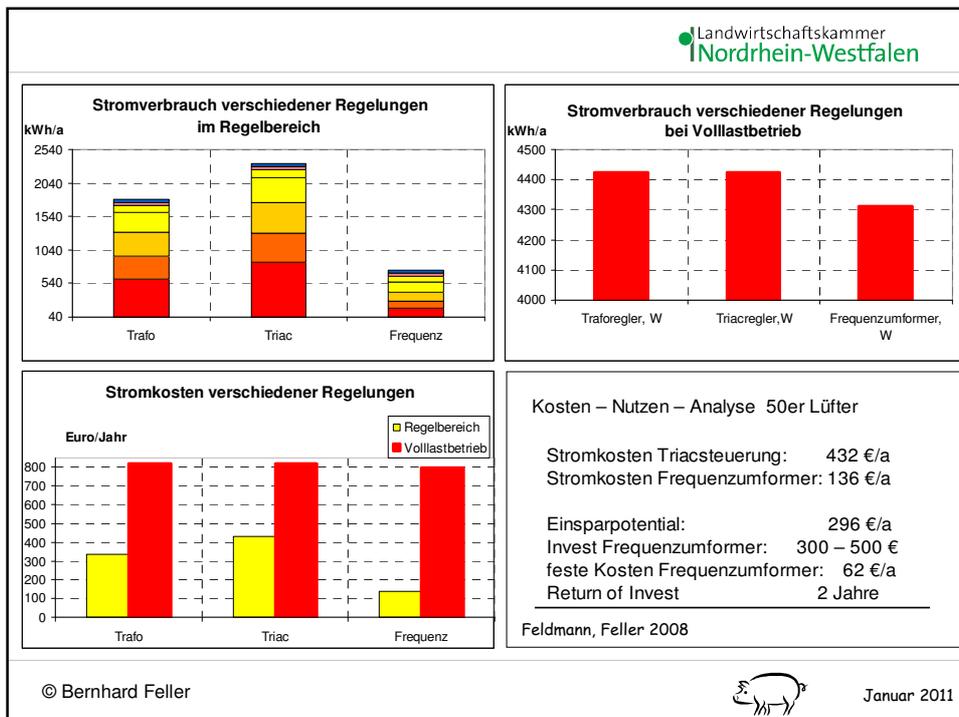
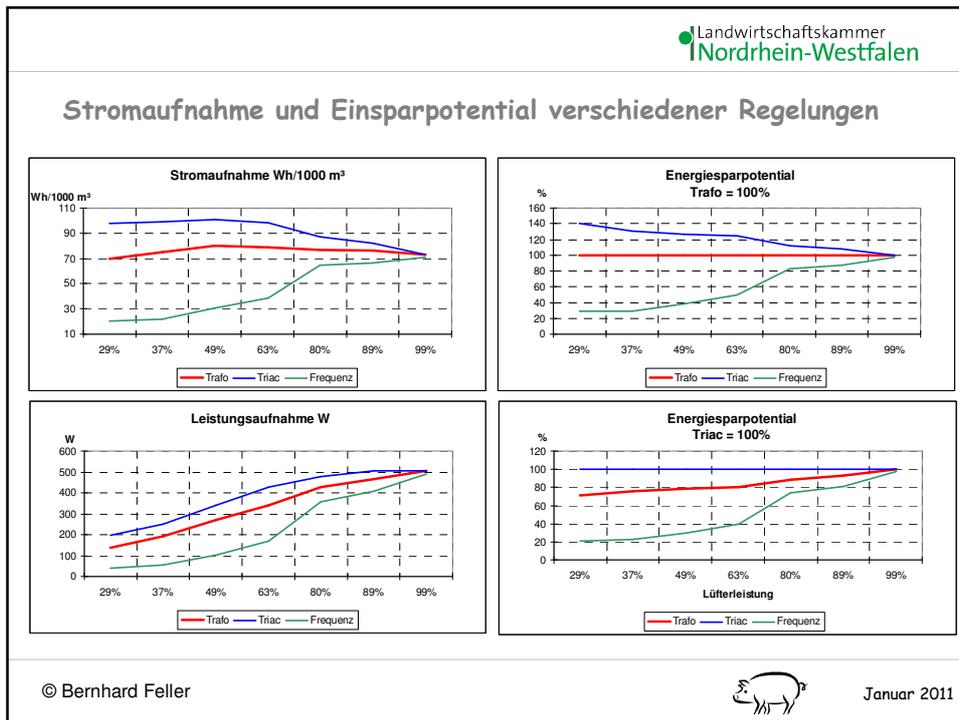
789

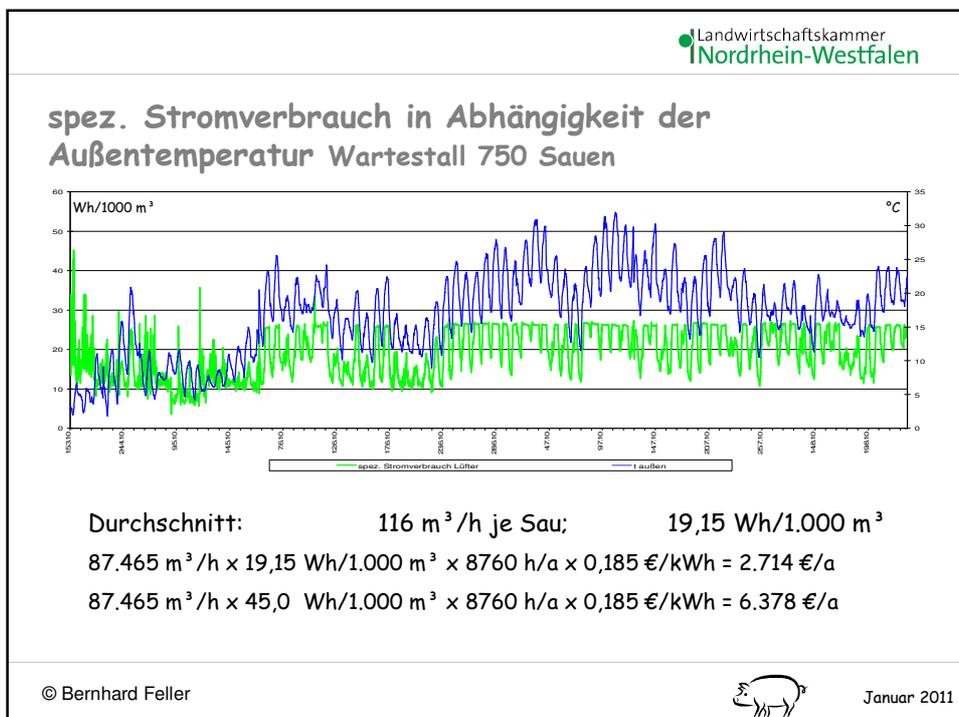
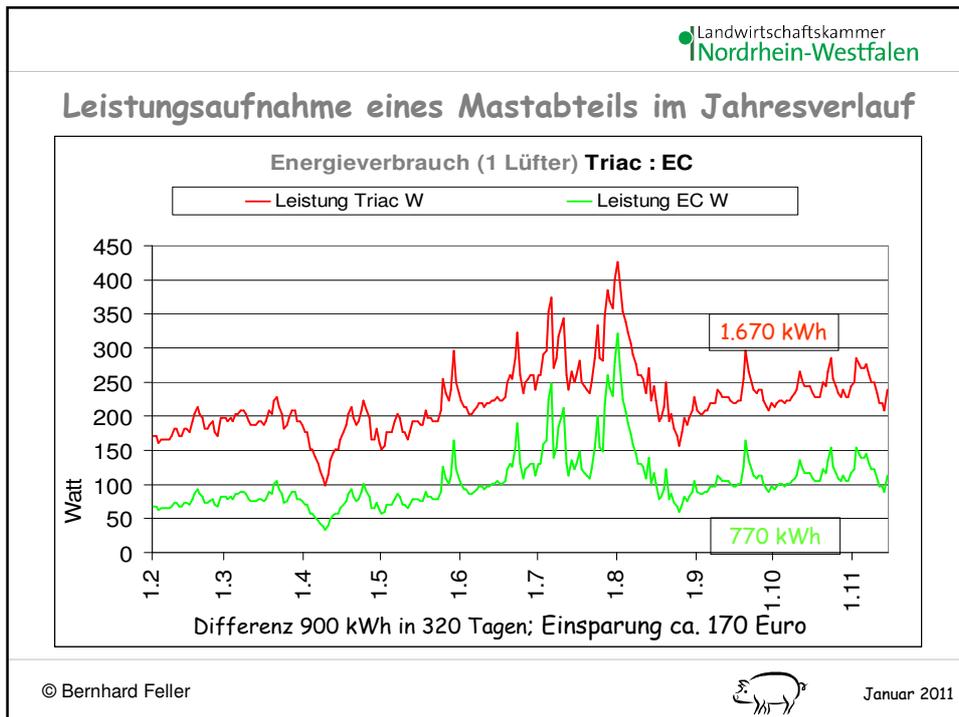


Berechnung der Amortisationszeit

	Phasenanschnitt	Zentraler Frequenzregler	Frequenzregler je Ventilator	ETavent
Mehrkosten		+3.000	+4.500	+5.000
Jahreskosten		+450	675	750
Stromkosten	8.935	4.030	4.030	3.241
Kosten Strom und Mehrtechnik	8.935	4.480	4.705	3.991
Einsparung		4.455	4.230	4.944
Amortisation in		2 Jahren		







Frequenzregelung oder EC-Technik

Frequenzregler

bei den meisten Ventilatoren nachrüstbar
Einsatz von abgeschirmten Leitungen (hochfrequente Störungen)
bei Einsatz eines Frequenzumformers je Lüfter kann der Motorschutzschalter entfallen
Ersatzteilversorgung; Notlaufeigenschaften des Lüfters

ETAvent

Stromanschluß 230 V plus Steuerleitung 0 - 10 V plus Alarmkontakt
Spannungsregelung direkt im Ventilator integriert und damit optimal abgestimmt
kein Regelgerät notwendig, da integrierte Elektronik
Einstellung über Bedienterminal oder PC
LAN fähig



Wärme in der Abferkelbucht



Fläche: 0,06 m² je Ferkel

Temperatur: 35 - 40 °C

Abdeckung: ?

Anzahl: ca. 6 Platten in Reihe

Infrarotlampen gehören in den ersten Tagen zur Grundausstattung

Warmwasserplatten haben Vorteile hinsichtlich der Energiekosten

Elektroplatten sind einfacher und preiswerter zu verlegen



Energiebedarf Ferkelnestplatten

Hersteller	Typ	Wärmeleistung kW/m ²	DLG-Test
Reventa	Thermo Plus Elektro	0,27	10/2010
Reventa	Thermo Plus WW	0,39	10/2010
ACO Funki	Piggy Star 8	0,24	3/2010
Premium Floor	WW Premium Therme	0,22	10/2008

Quelle: DLG Testberichte

für den Energieverbrauch entscheidend:
 Dämmung der Platten nach unten
 Dämmung der Rohrleitungen in den Abteilen
 Dämmung der Vor- und Rücklaufleitungen
 Anpassen der Vorlauftemperatur an den Bedarf

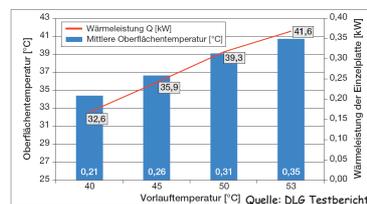


Bild 3: Wärmeleistung und Oberflächentemperaturen in Abhängigkeit der Vorlauftemperatur
Quelle: DLG Testbericht

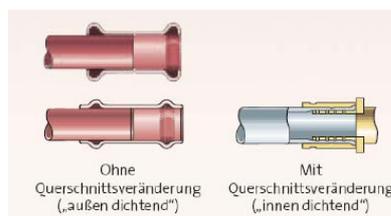
© Bernhard Feller



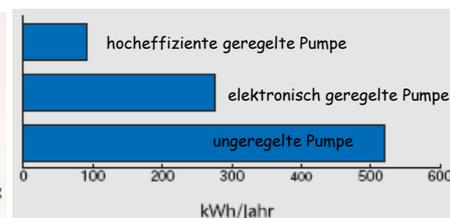
Januar 2011

Planung hilft Energie sparen

Querschnittsberechnung der Vor- und Rückläufe
 Widerstandsberechnung
 Umwälzpumpen
 hydraulischer Abgleich



Werkstoffe in der Heizungstechnik

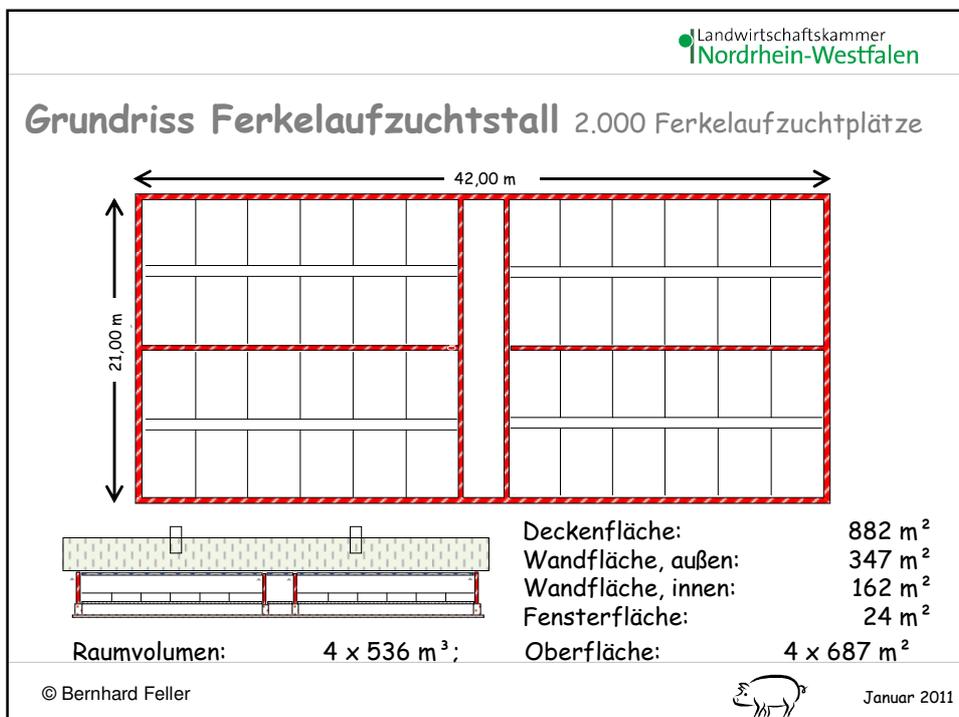
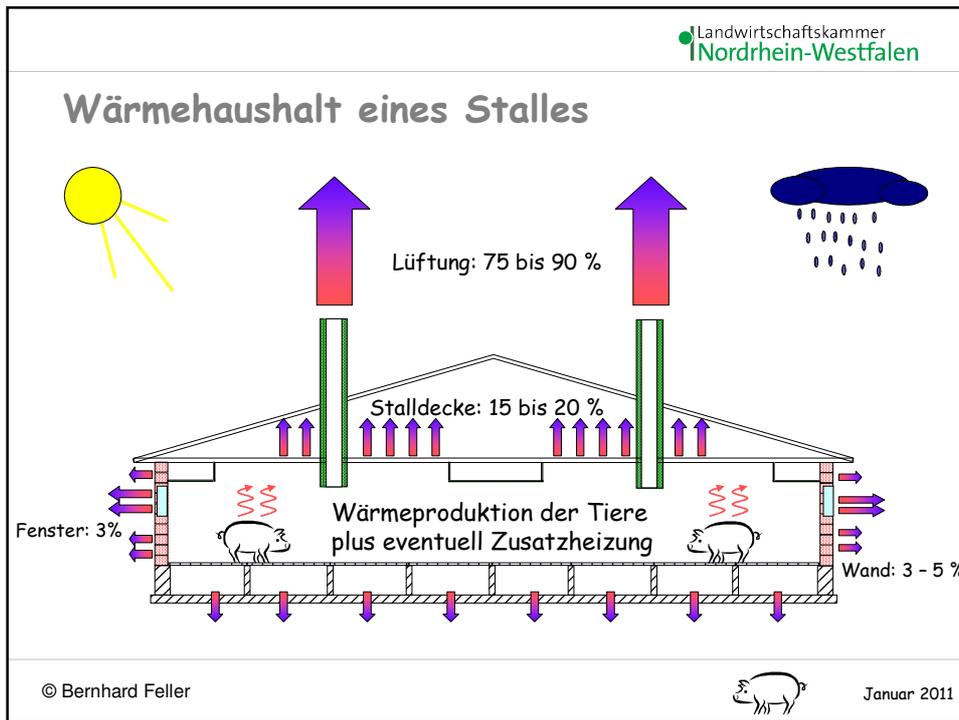


Mainz-Bingen

© Bernhard Feller



Januar 2011



Verbesserung der Wärmedämmung

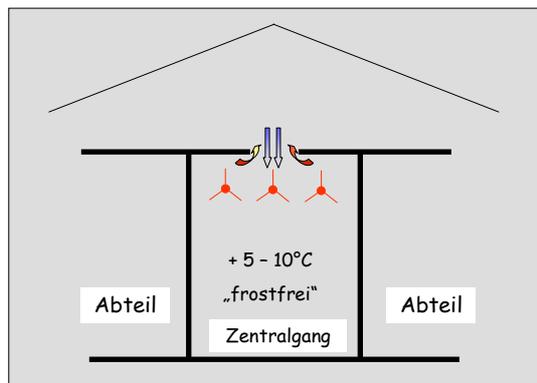
	Fläche	U-Wert	Temperatur-differenz	Transmissions-wärmestrom
Außenwand, einschalig	347 m ²	0,52 W/m ² K	40 K	7.218 W
Außenwand, zweischalig	347 m ²	0,32 W/m ² K	40 K	4.442 W
Differenz				2.776 W
Mehrkosten: 10.500 €; 10,4% Festkosten; 1.092 €/a; 6,5 Ct/kWh Wärme; zuheizen				6.051 h/a
Staldecke, 6 cm	882 m ²	0.38 W/m ² K	40 K	13.406 W
Staldecke, 8 cm	882 m ²	0.29 W/m ² K	40 K	10.231 W
Differenz				3.175 W
Mehrkosten: 2.646 €; 10,4% Festkosten; 275 €/a; 6,5 Ct/kWh Wärme; zuheizen				1.335 h/a

© Bernhard Feller



Januar 2011

Wärmeverluste durch falsche Planung



© Bernhard Feller



Januar 2011

Lüftungswärmeverlust Ferkelaufzucht durch Lüftung

	Wärmeproduktion W/Tier	Lüftungswärmeverlust (-10°C) W/Tier	Differenz W/Tier
8 kg	21	31	- 10
30 kg	75	75	+/- 0

© Bernhard Feller



Januar 2011

Berechnungsbeispiel: falsche Luftrate



4 Abteile zu je 500 Ferkelplätze

Max.-Luftrate: 17.500 m³/h
 Min.-Luftrate: 1.300 - 3.450 m³/h
 Ventilator: 91er mit 18.410 m³/h bei 50 Pa
 Minimalluftrate ca. 5.670 m³/h

Annahme: überhöhte Abluftrate von 2.000 m³/h
 pro Abteil an 10 % der Jahresstunden

Wärmeverlust durch die überhöhte Abluftrate:

$$\dot{Q} = \dot{m} \cdot c_p \cdot \Delta T = \dot{V} \cdot \rho \cdot c_p \cdot \Delta T$$

Wärmeverlust $\dot{Q} = 8.000 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 1,27 \text{ kg/m}^3 \cdot 1,004 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \cdot 25 \text{ K} = 255 \text{ MJ/h} = 71 \text{ kW}$

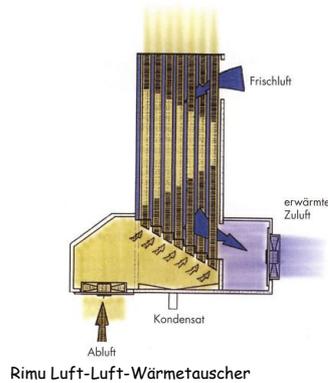
Kosten = 71 kW · 876 h · 0,07 €/kWh = 4.354 €

© Bernhard Feller



Januar 2011

Einsatz von Luft-Luft-Wärmetauschern?



Rimu Luft-Luft-Wärmetauscher

Heizleistung abhängig von:

Temperaturdifferenz, Luftfeuchte,
Volumenstrom, Verschmutzungsgrad

4,5 bis 6,5 kW je 1.000 m³ Volumenstrom
bei Δt 30 K und 80% rel. Feuchte

Druckverlust:

Abluftseite: 70 bis 85 Pa

Zuluftseite: 80 bis 95 Pa

Wirkungsgrad:

35 bis 69 %, bei Verschmutzung stark
reduziert

Hersteller: Schönhammer, Rimu, Möller, Reventa, hdt, u.a.



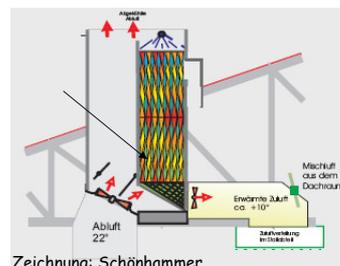
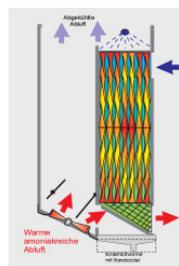
Luft-Luft-Wärmetauscher

häufig Zentralabsaugung in Kombination mit einem Wärmetauscher

Wärme aus der Abluft wird auf die Zuluft übertragen

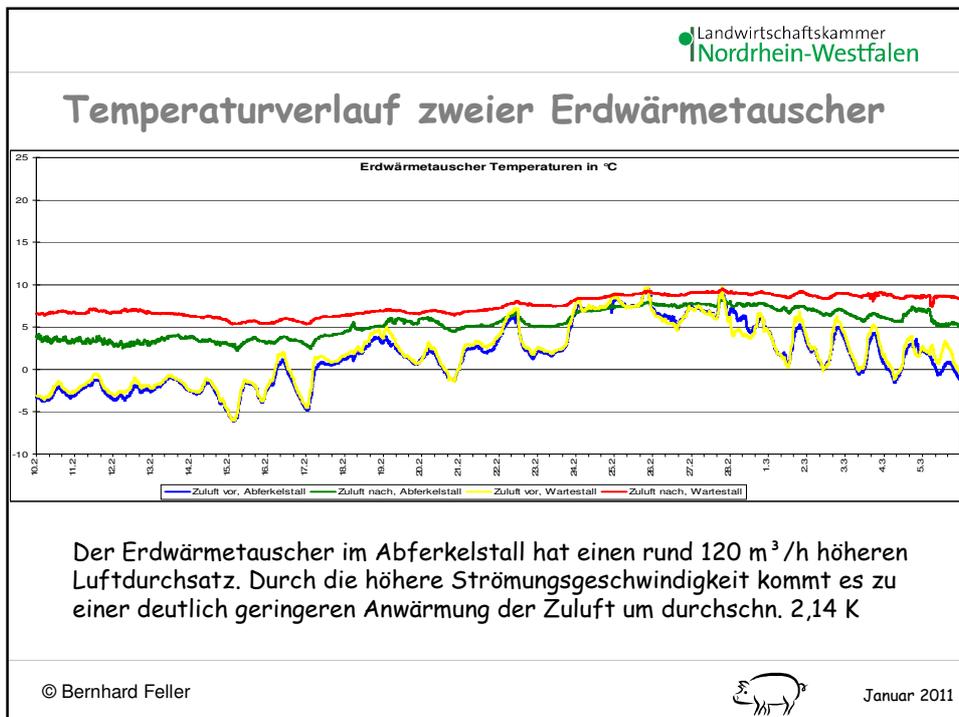
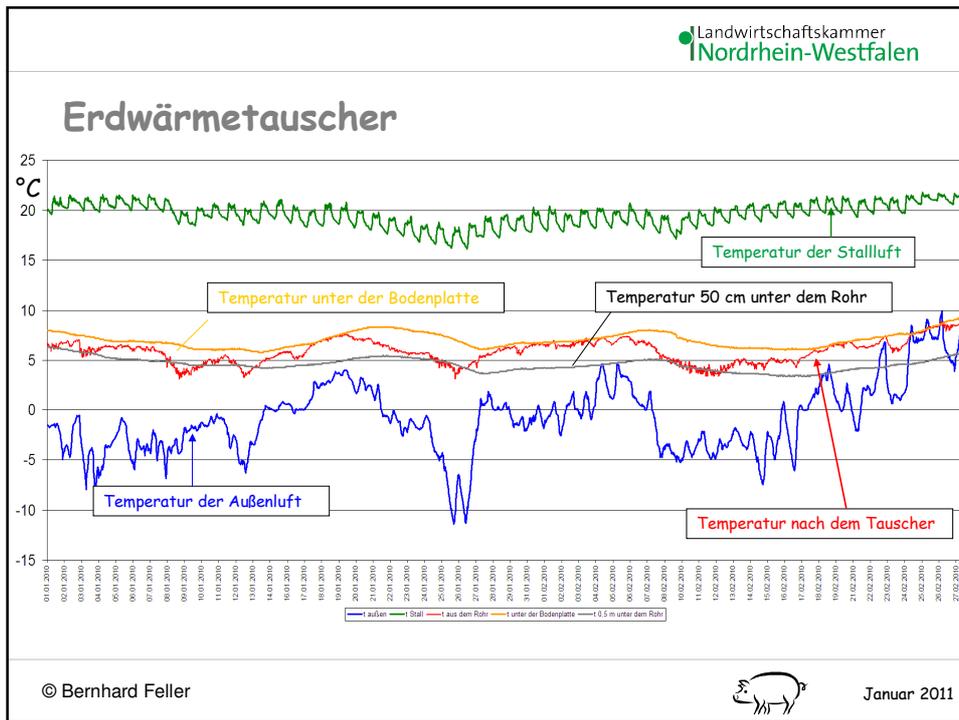
In Schweineställen kann in Kombination mit einer Zentralabsaugung die
Vorraumheizung entfallen

Auf eine Zuheizung in den Abteilen kann nicht verzichtet werden!



Zeichnung: Schönhammer





Wirtschaftlichkeit Erdwärmetauscher

Festkosten:

Baukosten Wärmetauscher:	178 €/Sau
Abschreibung 20 Jahre	8,90 €
Verzinsung $\frac{1}{2}$ v. 4%	3,56 €
Unterhaltung 1%	1,78 €

14,24 €/Sau

variable Kosten:

kalkulierter Druckverlust durch Tauscherrohr: 10 Pa
erhöhter Strombedarf Lüfter: 2,5 W/1000 m³ je 10 Pa
65 m³/h durchschnittliche Luftleistung je Sau
25 Ct/kWh Stromkosten

0,35 €/Sau

+ 1 Ferkel je Sau + Jahr	+35 €
- 1% Ferkelverluste	+9 €
+ Einmal Umrauschen	-50 €
+ 1 Tag Zwischenwurfzeit	-6 €

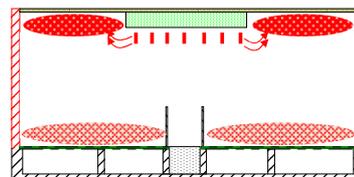
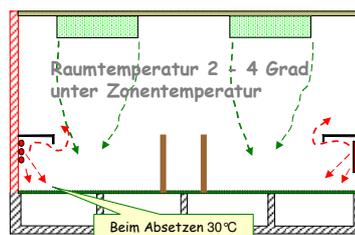
Gesamtkosten: 14,59 €/Sau

© Bernhard Feller



Januar 2011

Kleinklima im Ferkelstall



© Bernhard Feller



Januar 2011

Energiekosten einsparen...

Energie effizient einsetzen

Effizienter Energieeinsatz ist in den meisten Betrieben
ohne teure Investitionen umsetzbar

Investitionen in neue, bessere Lüftungstechnik ist
rentabel

