

LSZ
Bildungs- und Wissenszentrum – Schweinehaltung, Schweinezucht Boxberg

Effizienter Energieeinsatz im Zuchtschweinebetrieb

ALB Tagung Hohenheim 13.03.2014

Dr. Wilhelm Pflanz
Ministerium für Ländlichen Raum und
Verbraucherschutz Baden-Württemberg



Apr-14

1

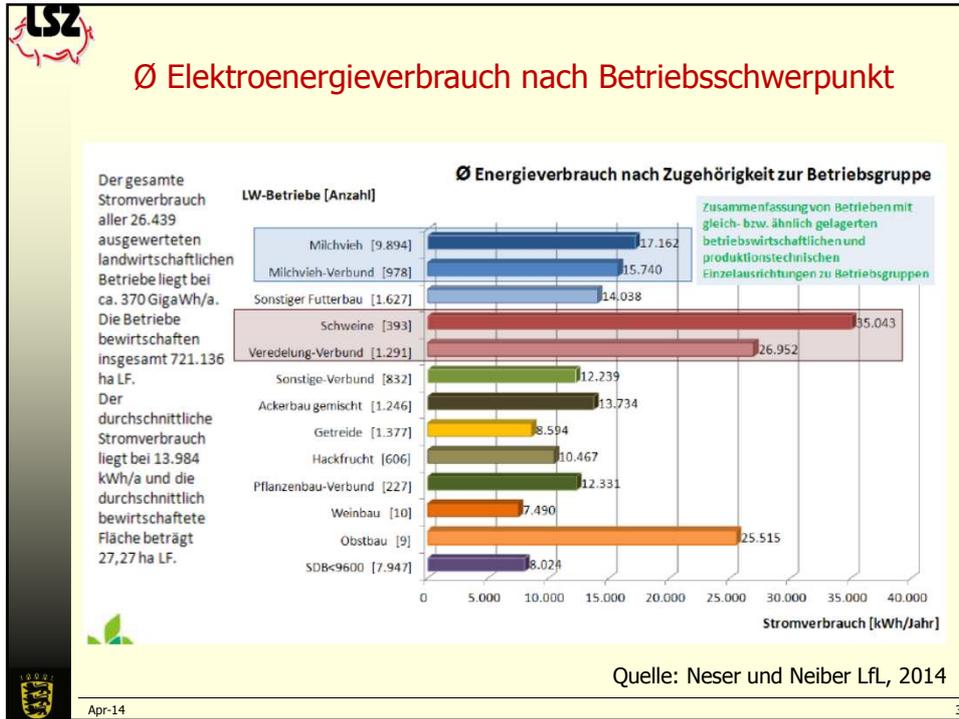
LSZ

Gliederung

- 1) Verbrauchszahlen und Kosten des Energieeinsatzes in der Ferkelerzeugung
- 2) Elektroenergieverbrauch und Effizienzansätze
 - 2.1 Dimensionierung und Konstruktion Lüftung
 - 2.2 Einsatz intelligenter Regeltechnik
 - 2.3 Fütterung bzw. Futtertransport
- 3) Wärmeenergieverbrauch und Effizienzansätze
 - 3.1 Vermeidung Wärmeverluste
 - 3.2 Abferkelbereich
 - 3.3 Ferkelaufzucht
- 4) Einsatz alternativer Energien Bsp. Photovoltaik
- 5) Zusammenfassung und Fazit

Apr-14

2



Apr-14

3

Schweinerreport

Ferkelerzeugung konkret in €:

10-20 € Wasser
70-80 € Energie

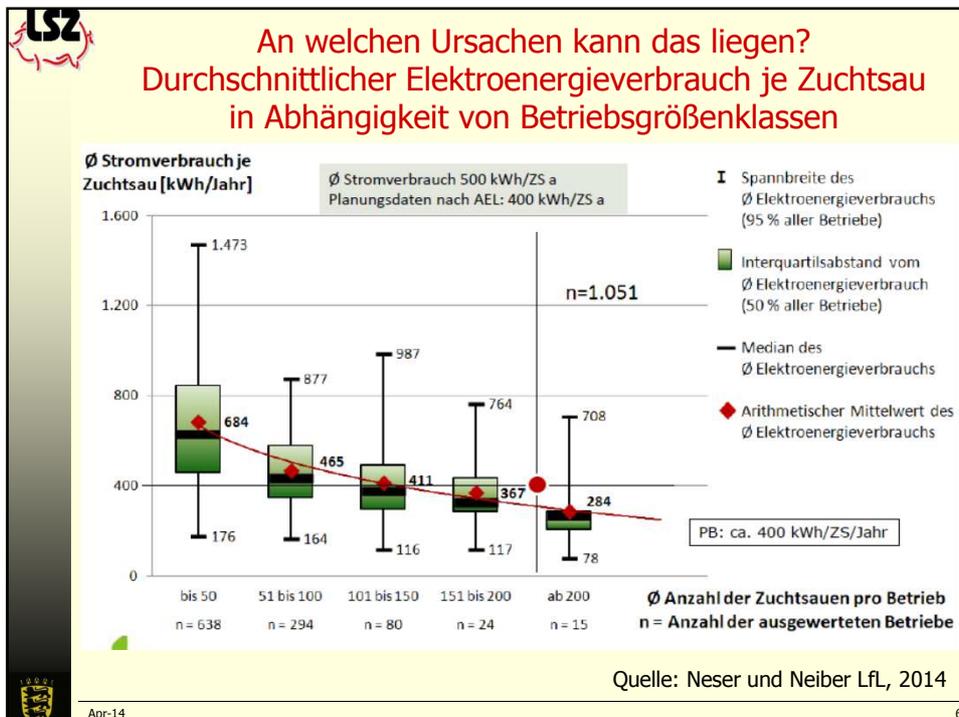
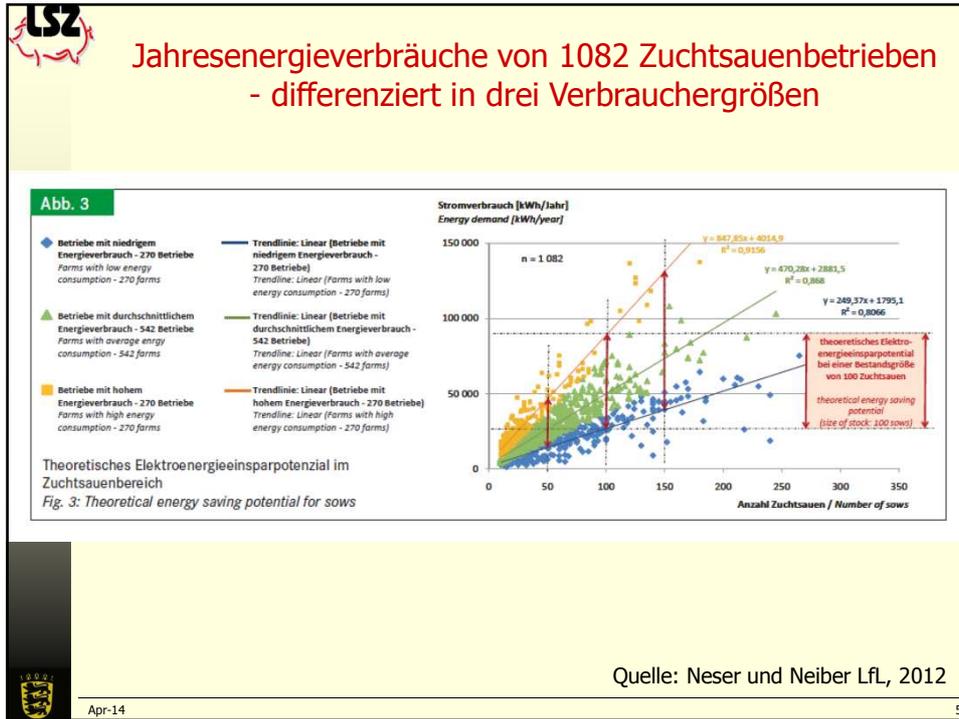
Quelle
BDSS B.-W.

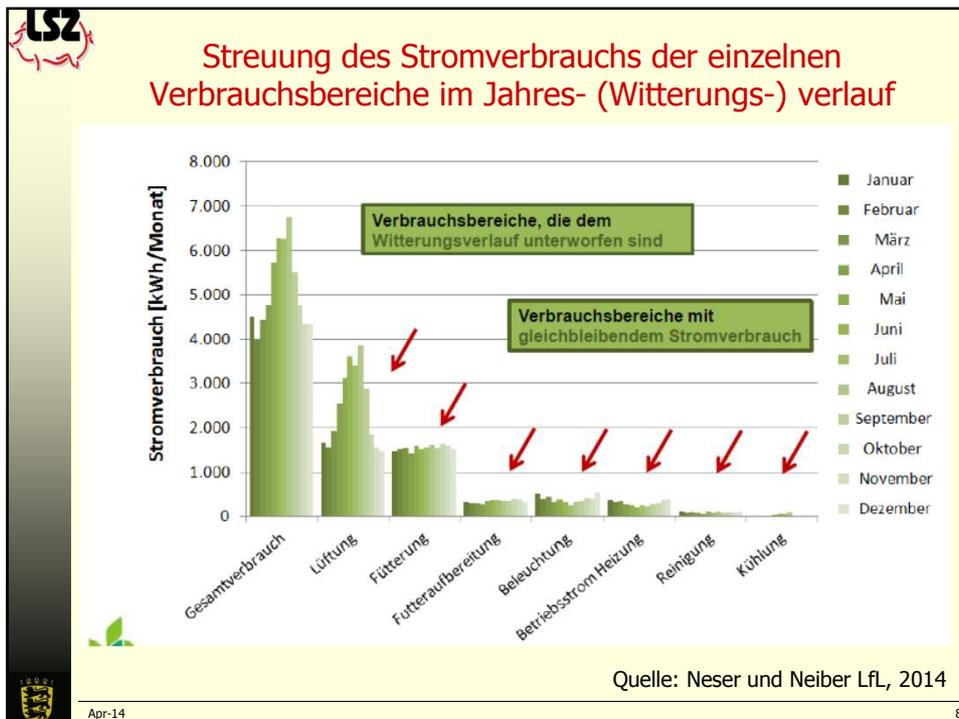
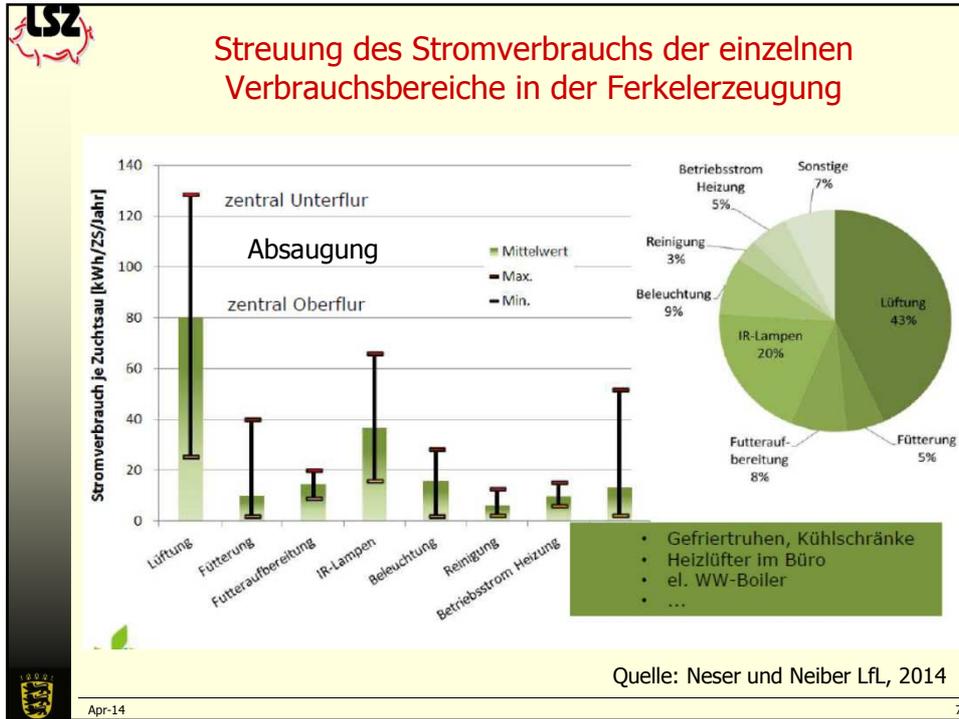
Tabelle 1: Durchschnittliche ökonomische Ergebnisse bei der Ferkelerzeugung von 30 kg Ferkeln für die Wirtschaftsjahre 2011/2012 und 2012/2013

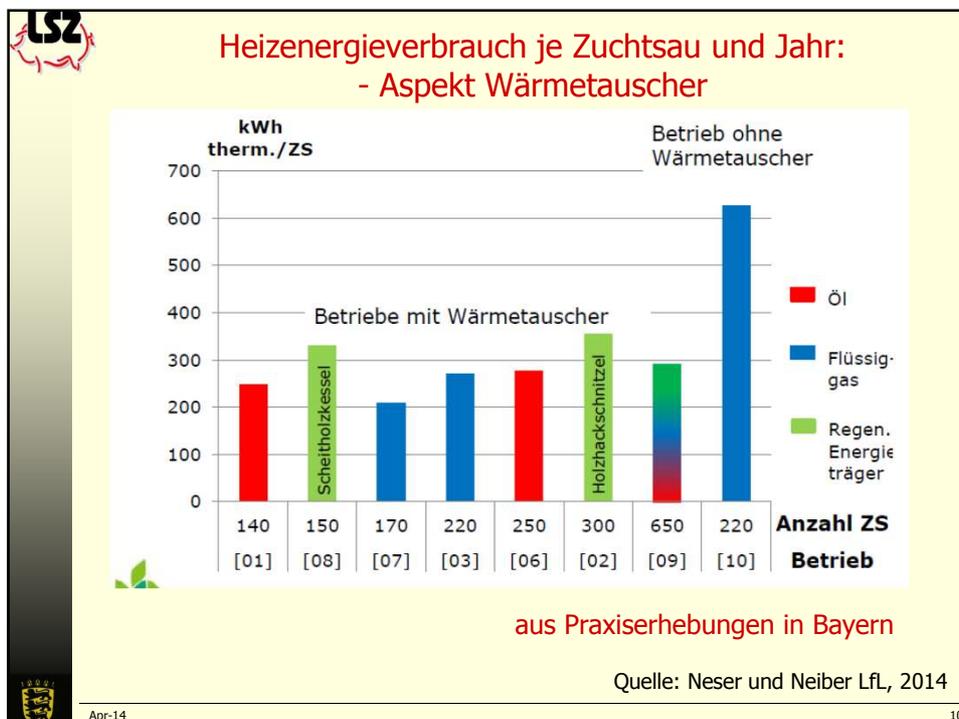
Kennwert		2011/2012 Ø der Betriebe (n = 32)	2012/2013 Ø der Betriebe (n = 31)
Durchschnittsbestand	Anzahl	203	200
verkaufsfähige Ferkel/Sau und Jahr	St.	22,5	22,6
Ferkelgewicht bei Verkauf	kg	31,7	30,5
Erlös/Ferkel	€/St.	63,51	68,20
Erlös/Ferkel	€/kg	2,01	2,25
Erlös Ferkel/Sau und Jahr	€	1.425,56	1.522,18
Erlös Tierversauf/Sau und Jahr	€	76,15	88,70
Sonstiger Erlös/Sau und Jahr	€	33,58	3,95
Leistungen ges./Sau und Jahr	€	1.534,65	1.625,27
Futterkosten Sauenfutter	€/dt	29,21	32,74
Futterverbrauch/Sau und Jahr	dt	12,2	12,3
Futterkosten/Sau und Jahr	€	355,10	402,13
Futterkosten Ferkelfutter	€/dt	38,02	42,70
Futterverbrauch Ferkel/Sau	dt	10,9	10,4
Futterkosten Ferkel/Sau und Jahr	€	412,84	442,80
Bestandsergänzung/Sau und Jahr	€	133,42	142,63
Tierarztkosten/Sau und Jahr	€	120,03	116,05
Deckgeld, Besamung/Sau und Jahr	€	27,86	24,95
Wasser, Energie/Sau und Jahr	€	100,64	97,91
Sonstige Kosten/Sau und Jahr	€	27,50	24,73
Direktkosten ges./Sau und Jahr	€	1.178,87	1.251,74
Direktkosten ges./Ferkel und Jahr	€	52,87	55,81
Dkfl/Sau und Jahr	€	355,78	374,65
Dkfl/Ferkel und Jahr	€	15,51	16,32

Apr-14

4



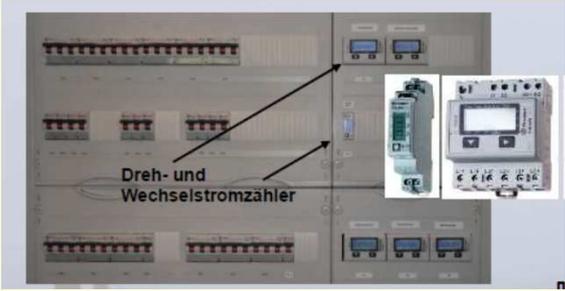




LSZ

Wie kann man Einzelverbräuche messen?

Strom



Dreh- und Wechselstromzähler

Wärme



Wärmemengenzähler

Apr-14 11

LSZ

Gliederung

- 1) Verbrauchszahlen und Kosten des Energieeinsatzes in der Ferkelerzeugung
- 2) **Elektroenergieverbrauch und Effizienzansätze**
 - 2.1 Dimensionierung und Konstruktion Lüftung
 - 2.2 Einsatz intelligenter Regeltechnik
 - 2.3 Fütterung bzw. Futtertransport
- 3) Wärmeenergieverbrauch und Effizienzansätze
 - 3.1 Vermeidung Wärmeverluste
 - 3.1 Abferkelbereich
 - 3.2 Ferkelaufzucht
- 4) Einsatz alternativer Energien Bsp. Photovoltaik
- 5) Fazit

Apr-14 12

LSZ

Energieverbraucher Lüftung: 2 Ansätze

2.1 ausreichend große Dimensionierung Zuluft- und Abluftöffnungen, Konstruktion Luftkanäle, Abluftaustritt, Verschmutzung

2.2 Auswahl angepasster Technik (EC-Ventilatoren) zur Leistungsabfrage - Einsatz intelligenter Regeltechnik

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

Tierart	Empfohlene Lüfrate m ³ /h und Tier im Sommer	Regelverhältnis	
		Winter	Sommer
Sauen mit Ferkeln	300	1	10
Leere und tragende Sauen	200	1	10
Ferkel bis 30 kg	30-50	1	10
Mastschweine	80-120	1	10

Apr-14 13

LSZ

Zusammenhang Druck und Ventilator Kennlinien

Druckerhöhung, Pa

Nennleistung 230 V Ventilator Kennlinie

180 V, 160 V, 120 V, 100 V, 80 V

Anlagenkennlinie

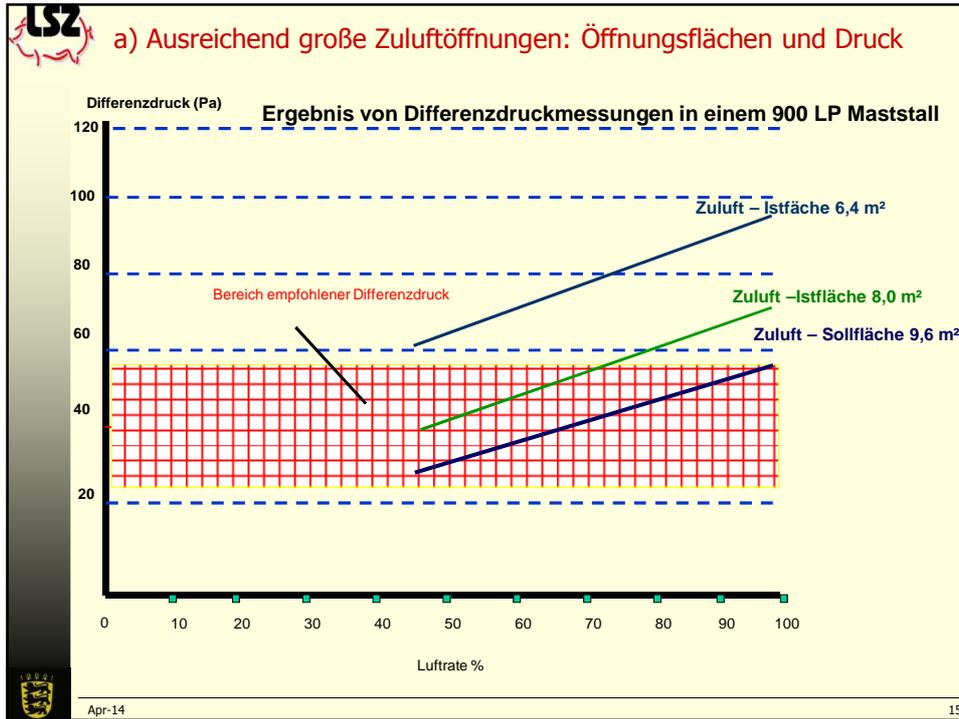
75 PA

20 PA

Volumenstrom, 4.800 m³/h, 6.000 m³/h

Quelle: LWK NRW/NS

Apr-14 14



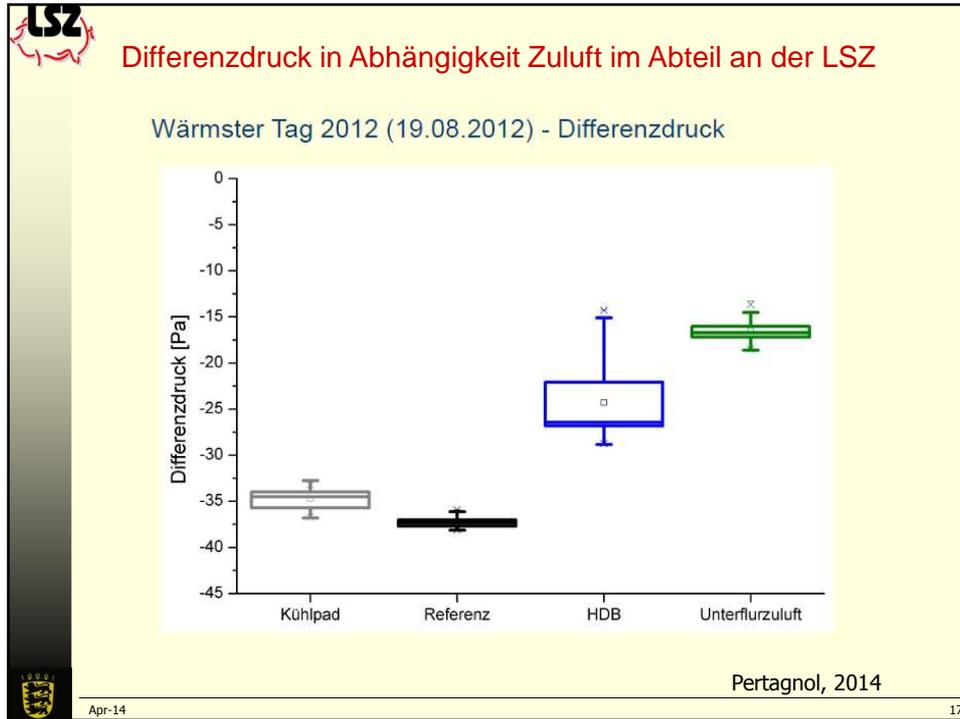
LSZ Stromverbrauch in Abhängigkeit Zuluft im Abteil an der LSZ

Stromverbrauch Lüfter [kWh] & Luftvolumenstrom [m³/h]

Jahr	2011		2012	
	[kWh]	[m ³ /h]	[kWh]	[m ³ /h]
	Porendecke - Kühlpad	1209	Mittelw. 3413	1324
Porendecke - Ref. Abteil	1192	Mittelw. 3765	1342	Mittelw. 4686
Porendecke - Hochdruckb.	1374	Mittelw. 3623	1258	Mittelw. 4239
Unterflurzuluft - Servicegang	870	Mittelw. 4245	746	Mittelw. 4841

Pertagnol, 2014

Apr-14 16



LSZ b) Konstruktion Luftkanäle: Umlenkungen schaffen Widerstände und verbrauchen Strom (Zu- und Abluft)

	Knie 90 ° Ecken scharf	Knie 90 ° Ecken scharf mit Leitblechen	Knie 90 ° Ecken schwach abgerundet	Segmentbogen 90 °
Luftgeschwindigkeit				
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

Apr-14 18

LSZ

c) Abluftaustritt: Verengungen verbrauchen Energie

Fortluftführung: Spezifische Leistungsaufnahme W/1000 m³ h

66,4	64,1	46,8	42,6	34,6
142 %	137 %	100 %	91 %	74 %

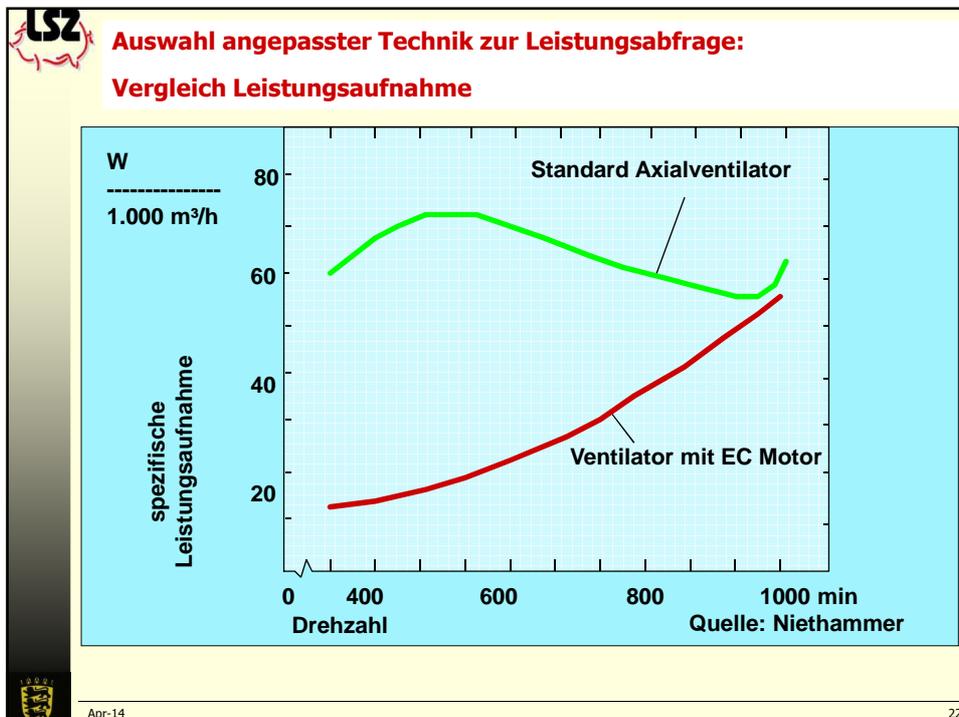
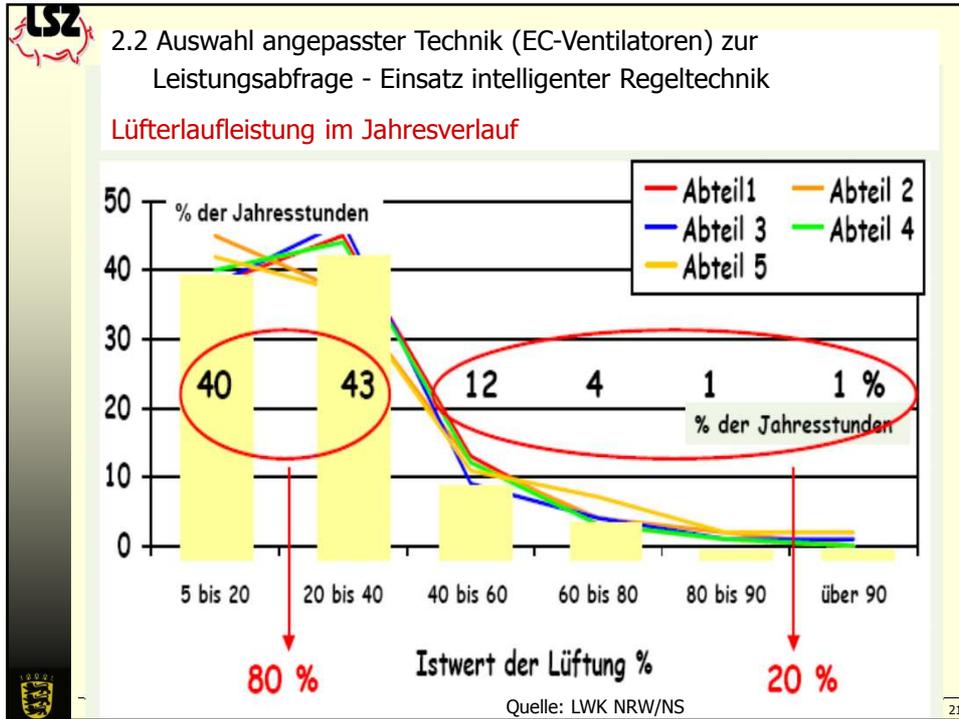
Strömungstechnisch günstige Gestaltung der Fortluftführung steigert den Luftdurchsatz und senkt die Stromkosten, Quelle: S. Pedersen, 1999

Apr-14 19

LSZ

d) Verschmutzung schafft Widerstand

Apr-14 20



LSZ Auswahl angepasster Technik zur Leistungsabfrage:
 Kalkulationsbeispiel – Amortisation EC-Ventilatoren

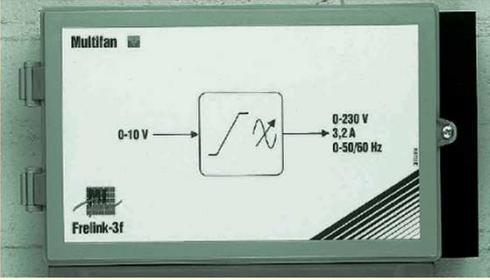
Luftleistung:m³/h

	Einheit	Standard Axialven. 50 cm / 230 Volt	EC-Ventilator 50 cm / 230 Volt
Anschaffungspreis incl. Steuerung und Motorschutz	€	620,- *	990,- *
Annuität bei 5% Zinsen und 10 Jahren Nutzung	€	80,29,-	128,20,-
Stromkonsum bei 60% Auslastung	kWh	2630	1314
Strompreis je kWh	Ct	18,5	18,5
Stromkosten pro Jahr	€	487,-	243,-
Jährliche Gesamtkosten	€	567,-	371,-
Kostenunterschied	€	-----> 195,-	

Quelle: LWK NRW/NS, modifiziert

Apr-14 23

LSZ Auswahl angepasster Technik zur Leistungsabfrage:
 Nachrüstung Frequenzumrichter „bei Möglichkeit Ansteuerung“

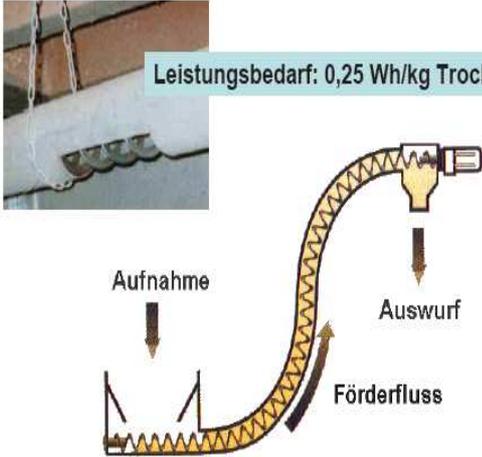
Wichtig: Einbau nur durch Fachpersonal!! Unterschiedliche Frequenzumrichter auf dem Markt!

Apr-14 24

LSZ

2.3 Fütterung bzw. Futtertransport: Leistungsbedarf in Abhängigkeit Transporttechnik

Spiralförderer



Leistungsbedarf: 0,25 Wh/kg Trockenfutter *

Aufnahme

Auswurf

Förderfluss

Quelle: LWK NRW/NS

Apr-14 25

LSZ

2.3 Fütterung bzw. Futtertransport: Leistungsbedarf in Abhängigkeit Transporttechnik

Seilförderer



Leistungsbedarf: 1,08 Wh/kg Trockenfutter *

Quelle: LWK NRW/NS

Apr-14 26

LSZ

2.3 Fütterung bzw. Futtertransport: Leistungsbedarf in Abhängigkeit Transporttechnik

Flüssigfütterung



Leistungsbedarf: 2,97 Wh/kg Trockenfutter *

* Quelle: G. Schmitt-Paukstadt, W. Böcher, Bonn

Quelle: LWK NRW/NS

Apr-14 27

LSZ

2.3 Fütterung bzw. Futtertransport: Leistungsbedarf in Abhängigkeit Transporttechnik

Druckluft



Leistungsbedarf: 18,81 Wh/kg Trockenfutter *

* Quelle: G. Schmitt-Paukstadt, W. Böcher, Bonn

Quelle: LWK NRW/NS

Apr-14 28

LSZ

2.3 Fütterung bzw. Futtertransport: - Rechenbeispiel Kosten Futtertransport für 300 Sauenplätze inklusive Ferkelaufzucht

300 Sauen incl. Ferkelaufzucht					
12 dt	Sau / Jahr				
12 dt	Ferkel je Sau / Jahr				
24 dt	Futter je prod. Sau / Jahr		7200 dt		Futter gesamt
			720 t		

Förderart	Futtermenge kg	Stromverbrauch (Wh/kg)	Stromverbrauch (kWh gesamt)	Strompreis (€/kWh)	Stromkosten / Jahr (€ gesamt)
Druckluft	720.000	18,81	13.543	0,185	2.505
Flüssigfütterung	720.000	2,97	2.138	0,185	396
Seilförderer	720.000	1,08	778	0,185	144
Spiralförderer	720.000	0,25	180	0,185	33

**Weitere Faktoren bzw. Vorzughkeiten der einzelnen
 Verfahren müssen jedoch berücksichtigt werden!!**

Apr-14 29

LSZ

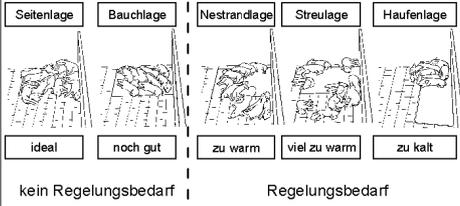
Gliederung

- 1) Verbrauchszahlen und Kosten des Energieeinsatzes in der Ferkelerzeugung
- 2) Elektroenergieverbrauch und Effizienzansätze
 - 2.1 Dimensionierung und Konstruktion Lüftung
 - 2.2 Einsatz intelligenter Regeltechnik
 - 2.3 Fütterung bzw. Futtertransport
- 3) **Wärmeenergieverbrauch und Effizienzansätze**
 - 3.1 Vermeidung Wärmeverluste
 - 3.2 Abferkelbereich
 - 3.3 Ferkelaufzucht
- 4) Einsatz alternativer Energien Bsp. Photovoltaik
- 5) Fazit

Apr-14 30

LSZ 3) Wärmeenergieverbrauch und Effizienzansätze
 - 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

Quelle, AEL 2010

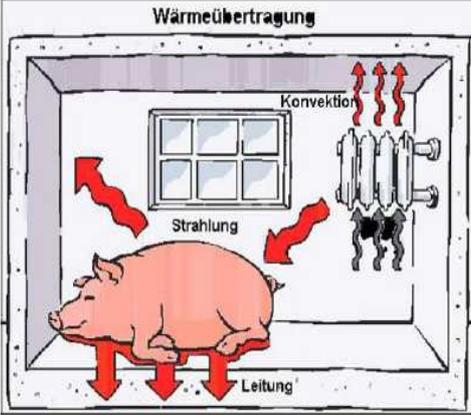
Lufttemperatur im Stall dem Haltungssystem und der Besatzdichte anpassen

Apr-14 31

LSZ 3) Wärmeenergieverbrauch und Effizienzansätze
 3.1 Vermeidung Wärmeverlust, wo Dämmen?

Heizung

Wärmeübertragung



Wärmeverluste:

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

Apr-14 32

LSZ 3.1 Vermeidung Wärmeverlust, wo Dämmen?

Wärmeverluste

ungesicherte Haupttröhre

Handregulierung für die Fußbodenheizung

fehlende Isolierung

fehlende Isolierung

Apr-14 33

LSZ 3.1 Vermeidung Wärmeverlust, wo Dämmen?

testo

M1

22,9 °C

22,0

21,0

20,0

19,0

18,0

17,0

16,0

15,0

14,0 °C

Apr-14 34

LSZ

3) Wärmeenergieverbrauch und Effizienzansätze

3.1 Abferkelbereich




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 zum Absetzen

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

Apr-14 35

LSZ

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

Apr-14 36

LSZ

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

Apr-14 37

LSZ

3) Wärmeenergieverbrauch und Effizienzansätze

3.2 Ferkelaufzucht

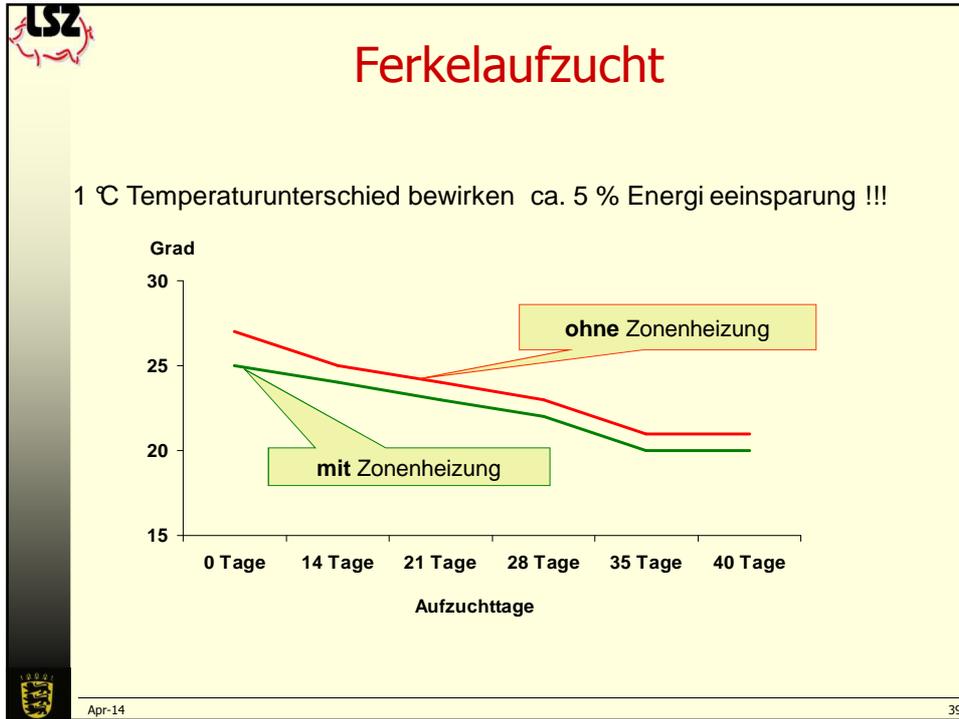


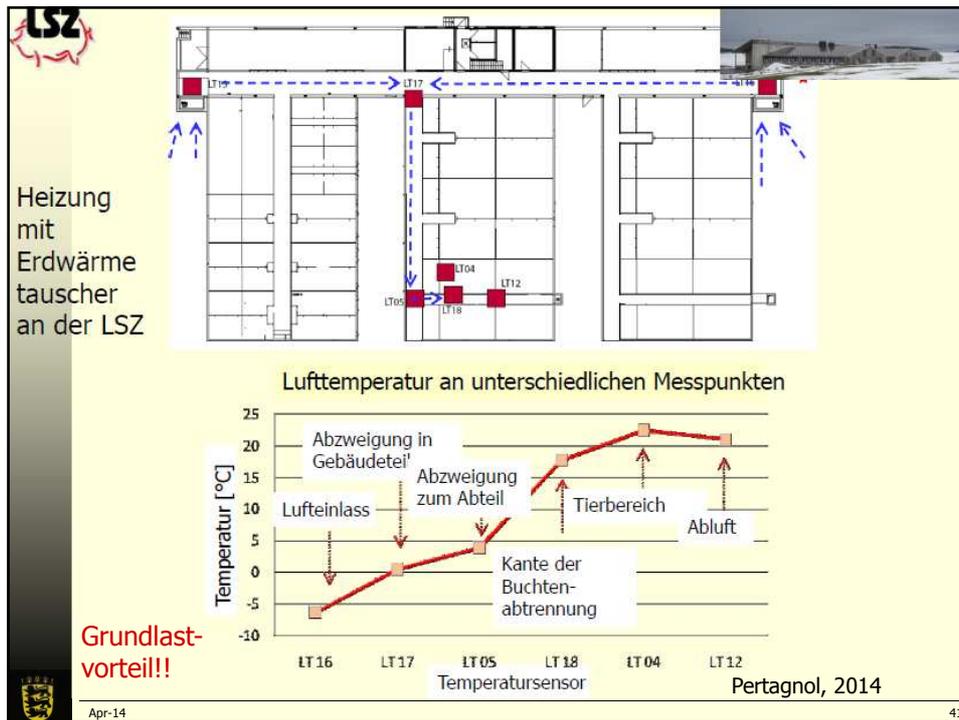
Raumheizung:
Twin- oder Deltarohre,
Siedewasserrohre,
Wandstrahlelemente
Heizleistung
Dimensionierung ca. 70 W / Ferkel

oder

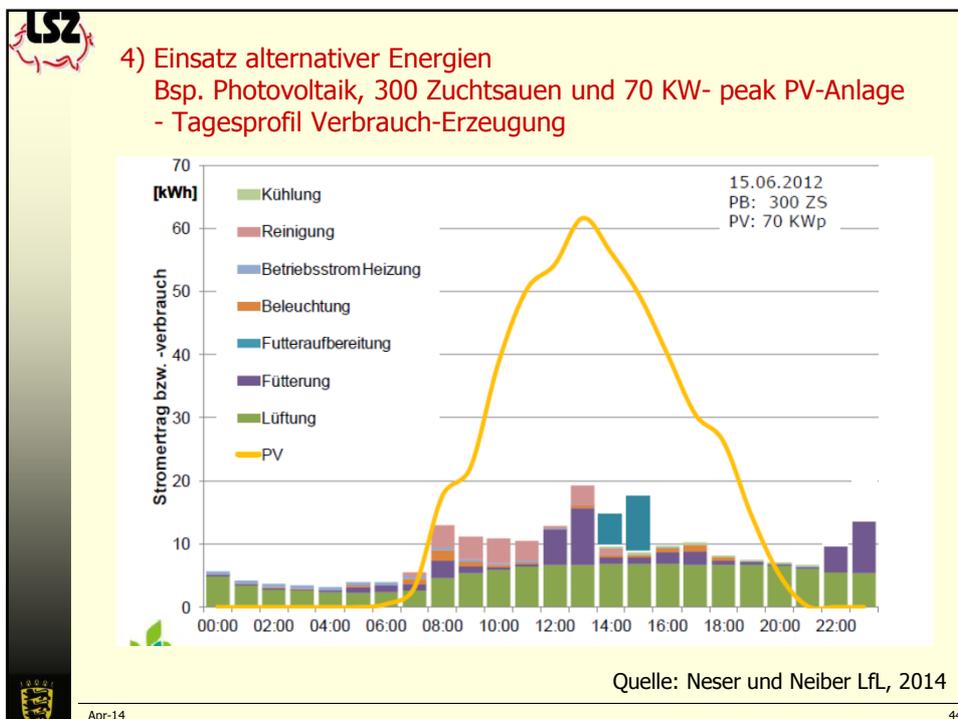
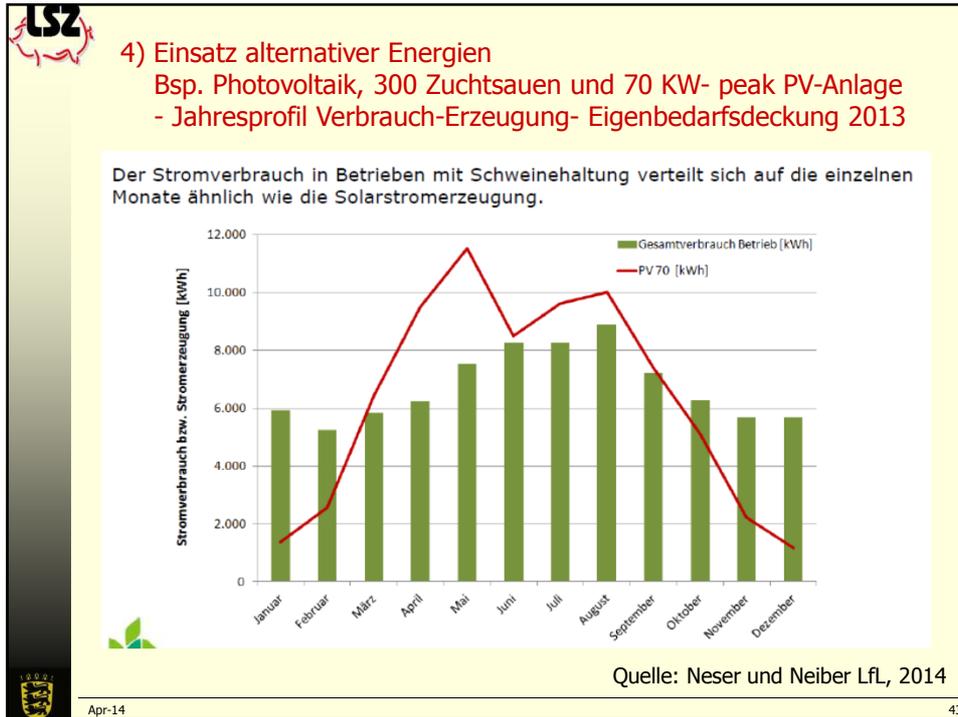
Zonenheizung:
Twin- oder Deltarohre, Fiestaplatten
unter Abdeckungen
Dimensionierung ca. 40 W / Ferkel
ergänzt bei Bedarf durch Raumheizung

Apr-14 38





- LSZ
- ## Gliederung
- 1) Verbrauchszahlen und Kosten des Energieeinsatzes in der Ferkelerzeugung
 - 2) Elektroenergieverbrauch und Effizienzansätze
 - 2.1 Dimensionierung und Konstruktion Lüftung
 - 2.2 Einsatz intelligenter Regeltechnik
 - 2.3 Fütterung bzw. Futtertransport
 - 3) Wärmeenergieverbrauch und Effizienzansätze
 - 3.1 Vermeidung Wärmeverluste
 - 3.2 Abferkelbereich
 - 3.3 Ferkelaufzucht
 - 4) Einsatz alternativer Energien Bsp. Photovoltaik
 - 5) Fazit
- Apr-14
- 42






Infodienst LEL
PV-Rechner-Eigenverbrauch
Annahme: 1300 €/ KW-peak

Modellstall 300 Zuchtsauen plus 70 KW PV

Dimensionierung	
Größe in kWp	70,00 kWp
Art der Anlage	Dachanlage
Standort (Region)	Ravensburg
Inbetriebnahme-Monat	Februar 2014
Solarertrag (Prognose) (Durchschnitt über 20 Jahre): 66.820 kWh	
Ertrag im 1. Jahr:	1.000 kWh/kWp
- abzgl. System - Alterung	0,5% jährlich
Laufzeit der PV-Anlage	20 Jahre
Ertrag im 20. Jahr	63.641 kWh
Herstellungskosten 91.000 €	
Herstellungskosten PV-Anlage	(1.300 €/kWp) 91.000 €
Herstellungskosten Sonstiges	0 €
Jahreskosten 9.124 €	
A) Kapitalgebundene Kosten (ohne Zinsansatz)	4.340 €
Verzinsung * des Kapitals	5,0%
B) Verbrauchsgebundene Kosten	200 €
C) Betriebsgebundene Kosten	500 €
D) Sonstige Kosten	1.300 €
* Annuitätenmethode	
Stromverwendung 66.820 kWh	
davon Netzeinspeisung	33.410 kWh
davon Eigenstromverbrauch	50%

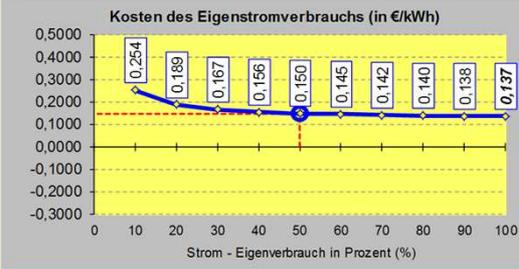
Apr-14
45



Kosten des Eigenstromverbrauchs (je kWh)

Beim geplanten Eigenstromverbrauch von 50% und einer Kapitalverzinsung von 5% liegen die Kosten des Eigenstromverbrauchs bei (4996 € / 33410 kWh): **rd. 15,0 Cent/kWh**

Die Vollkosten des Eigenstromverbrauchs liegen in der aktuellen Berechnung bei (9124 € / 66820 kWh): **rd. 13,7 Cent/kWh**



VORTEIL der Eigenstromnutzung (Ø)		(ohne Mwst.)
> Strombezugspreis HEUTE		0,2100 €/kWh
> Strombezugspreis in 20 Jahren	(Inflationsrate: 1%)	0,2537 €/kWh
Strombezugspreis im Ø der 20 Laufzeit:		0,2319 €/kWh

Bei der geplanten Dachanlage (70 kWp) mit einem spez. Ertrag von 1000 kWh/kWp, Herstellungskosten von 91000 €, einer Laufzeit der Anlage von 20 Jahren, einer installierten Verzinsung des Kapitals von 5 %, Inbetriebnahme im Februar 2014, beläuft sich der Vorteil bei 50 % Eigenstromnutzung (ca. 33410 kWh/Jahr) auf durchschnittlich

8,2 Cent/kWh 0,2319 abzgl. 0,1495 €/kWh **bzw. rd. 2740 €/Jahr**

Apr-14
46

LSZ

5) Zusammenfassung und Fazit

Die Kenntnis über den betrieblichen Energiebedarf ist die Basis:

- für einen Vergleich mit anderen Betrieben (z.B. Arbeitskreis)
- für einen Vergleich mit allgemeinen **Kennzahlen**
- für Maßnahmen zur Energieeinsparung und zur Effizienzsteigerung

kurzfristige Maßnahmen:

- Funktionskontrolle und Wartung
- Einsatzzeiten von Verbrauchern
- Optimierung der tariflichen Einordnung

mittelfristige Maßnahmen:

- Einsatz moderner Techniken oder Verfahren
- Lastmanagement

langfristige Maßnahmen:

- alternative Energietechniken
- Änderung der Produktionsverfahren

LSZ
Apr-14 47

LSZ

Nicht alles was Energie spart....



*Vielen Dank
für Ihre
Aufmerksamkeit*

....ist auch sinnvoll

LSZ
Apr-14 48

LSZ b) Auswahl angepasster Technik zur Leistungsabfrage:
 Nachrüstung Frequenzumrichter

**Frequenzumrichter 4 kW 10 Amp. für 6 Ventilatoren
 a´0,55 kW, 1,4 Amp, 7500 m³/h**

	Einheit	Standard Axialven. 50 cm / 400 Volt	mit Frequenzumr. 50 cm / 400 Volt
Anschaffungspreis Frequenzumrichter, incl. Sinusfilter	€	0,-	3.000,- *
Annuität bei 5% Zinsen und 10 Jahren Nutzung	€	0,-	390,-
Stromkonsum bei 60% Auslastung	kWh	15.780	7.884
Strompreis je kWh	Ct	18,5	18,5
Stromkosten pro Jahr	€	2.920,-	1.460,-
Jährliche Gesamtkosten	€	2.920,-	1.850,-
Kostenunterschied	€		-----> 1.070,-

LSZ Apr-14 49

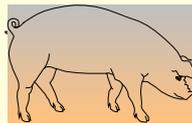
LSZ Vollkostenstruktur Schweinehaltung unter Berücksichtigung der Energie



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
 (8 % Gebäude, 7 % Technik)

Quelle: Büscher, Uni Bonn

LSZ Apr-14 50