

Wärme- und Kälteeinsatz für die Stalklimatisierung

C.A.R.M.E.N.
Fachgesprächsreihe
Wärmeverwertung bei
Bioenergieanlagen

13. Oktober 2008

Franz Freiberger
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Institut für Landtechnik und Tierhaltung



Bayer. Landesanstalt für Landwirtschaft

Freiberger ILT 4a 1

Gliederung

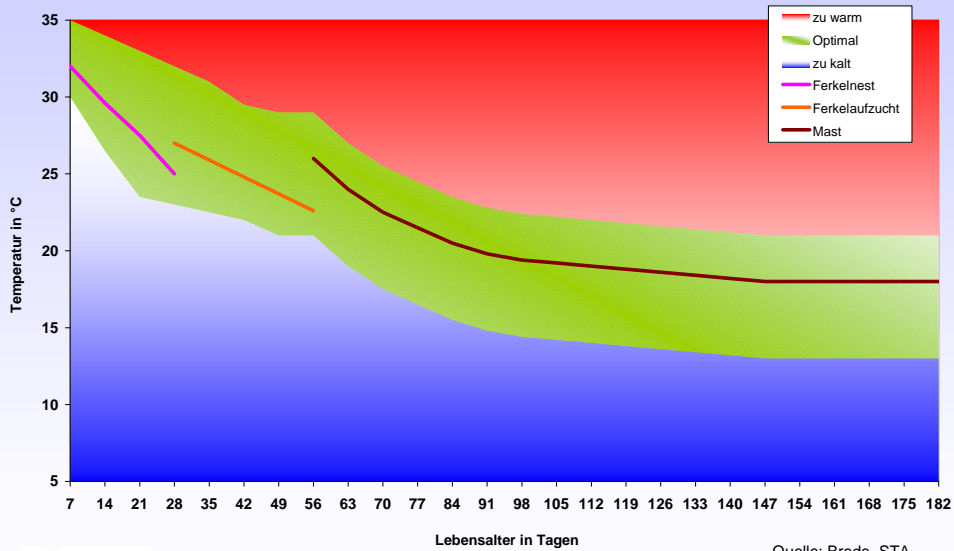
- Temperaturansprüche von Schweinen
- Wärmeverluste eines Stallgebäudes
und deren Bestimmung
- Heizung von Ställen
- Einsatz von Luft-Luft-Wärmetauschern
- Einsatz ein Kühldecke
- Einsatz von Erdwärmetauschern
- Zusammenfassung



Bayer. Landesanstalt für Landwirtschaft

Freiberger ILT 4a 2

Temperaturansprüche von Schweinen

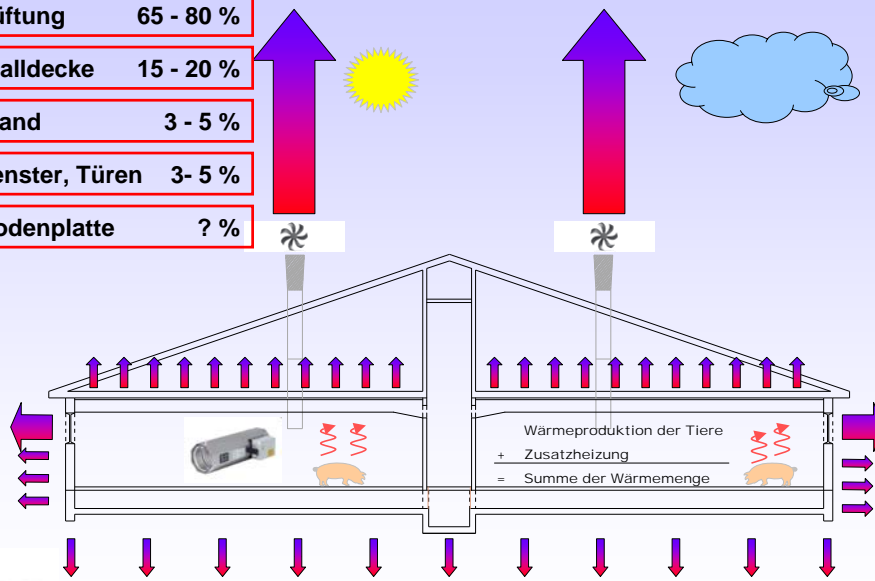


Bayer. Landesanstalt für Landwirtschaft

Freiberger ILT 4a 3

Wärmeverluste eines Stallgebäudes

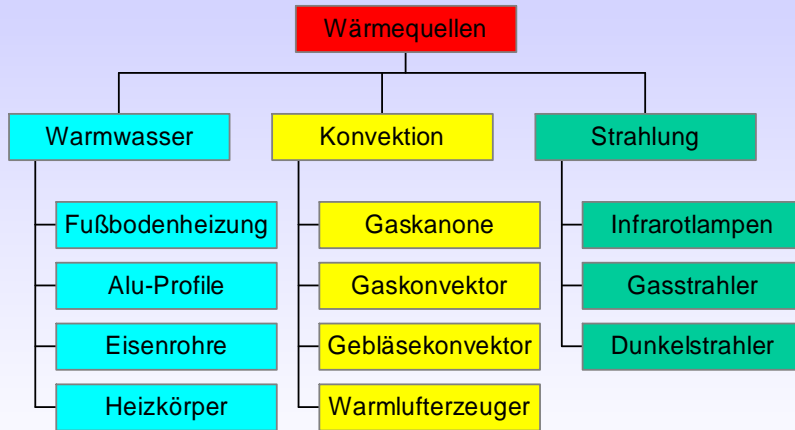
Lüftung	65 - 80 %
Stalldecke	15 - 20 %
Wand	3 - 5 %
Fenster, Türen	3- 5 %
Bodenplatte	? %



Bayer. Landesanstalt für Landwirtschaft

Freiberger ILT 4a 4

Heizquellen in der Tierproduktion



Heizung in Fresserställen



Heizung über Luftanwärmung

Heizung über Flachheizkörper



Vor- u. Nachteile einer Warmwasserheizung

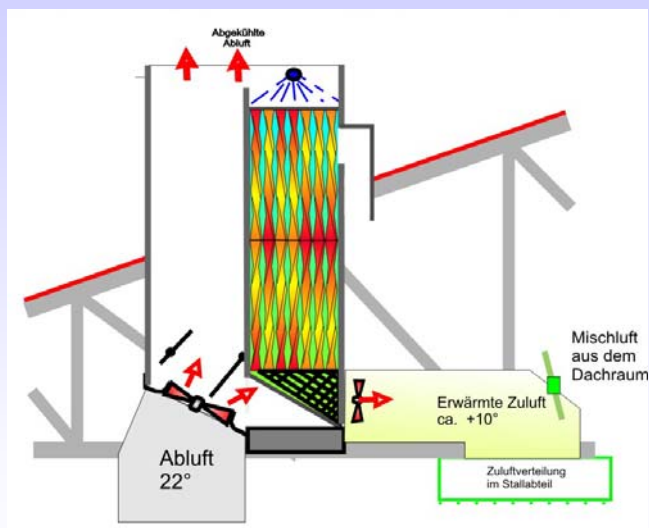
VORTEILE

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

NACHTEILE

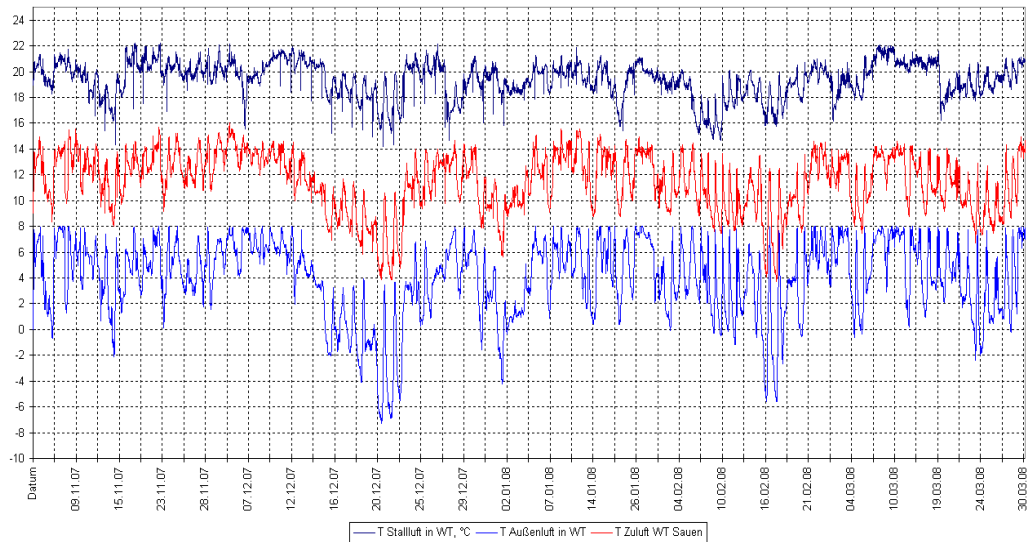
- Aufwändige Wärmevertei- u. Regeltechnik
- Hohe Investitionskosten
- Wärmeverluste beim Wärmetransport
- Schaffung von Energielagern

Einsatz eines Luft-Luft-Wärmetauschers



Quelle: Fa. Schönhammer

Temperaturverläufe im Zeitraum Oktober bis April



Quelle: Feller, LK Nordrhein-Westfalen



Bayer. Landesanstalt für Landwirtschaft

Freiberger ILT 4a 11

Ausgleich der Wärmebilanz

Wärmeabgabe durch die Tiere	7.500 W
Wärmeverluste durch die Bauteile	-3.450 W
Wärmeverluste durch die Lüftung	-6.900 W
Wärmebilanz	-2.850 W
Verfügbare Heizleistung über Wärmetauscher bei $t_i = 18\text{ °C}$, $\Delta t = 5\text{ K}$	1.700 W



Bayer. Landesanstalt für Landwirtschaft

Freiberger ILT 4a 12

Wirtschaftlichkeit eines Luft-Luft-Wärmetauschers

Datenmaterial aus einem Ferkelaufzuchtbetrieb, LK Nordrhein-Westfalen

Zeitraum:

20. Oktober 2007 bis 01. April 2008; 164 Tage; 3944 Stunden

Betriebszeit des Tauschers: 2.308 Stunden unter 8 °C

durchschnittliche Wärmeleistung: 6,2 kW

durchschnittliche Zuluftleistung: 2.206 m³/h

Stromaufnahme Zuluftseite: ca. 1.385 kWh

gesamte Wärmeleistung: 14.310 kWh

Baukosten Wärmetauscher: ca. 8.000 €

Festkosten: Abschreibung 15 Jahre; Unterhaltung 2%, Zinsansatz 2,5 %

Quelle: Feller, LK Nordrhein-Westfalen



Bayer. Landesanstalt für Landwirtschaft

Freiberger ILT 4a 13

Wirtschaftlichkeit eines Luft-Luft-Wärmetauschers

variable Kosten: 1.385 kWh × 0,15 €/kWh = 208 €

Festkosten: 8.000 € × 11,1 % = 888 €

Vollkosten Wärmetauscher: Σ 1.096 €

bei einer Leistung von 14.310 kWh: 7,7 Ct/kWh

zum Vergleich:

Heizöl: 8,5 Ct/kWh

Flüssiggas: 7,2 Ct/kWh

Quelle: Feller, LK Nordrhein-Westfalen



Bayer. Landesanstalt für Landwirtschaft

Freiberger ILT 4a 14

Einsatz ein Kühldecke

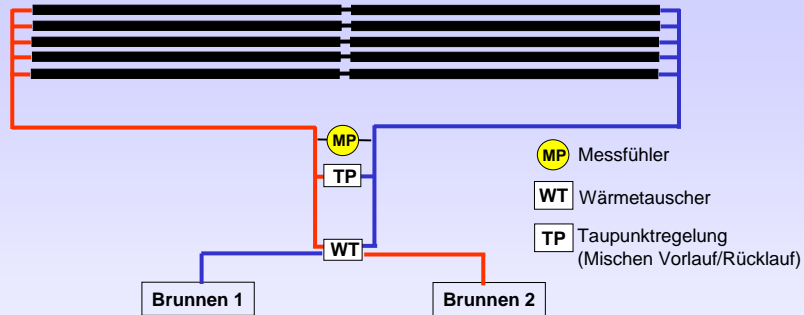
- 140 Zuchtsauen, ohne Ferkelaufzucht
- Erstbezug Dez. 2000
- Erweiterung auf 224 Zuchtsauen geplant
- Kühldecke im Zentralgang seit Sommer 2003



Die Kühldecke



Funktions-skizze der Kühldecke



- MP Kühlleistung:
- Umlaufende Wassermenge
 - Temperatur Wasservor- und -rücklauf
 - Aufgenommene Wärmemenge



Bayer. Landesanstalt für Landwirtschaft

Freiberger ILT 4a 17

Einbau der Kühldecke

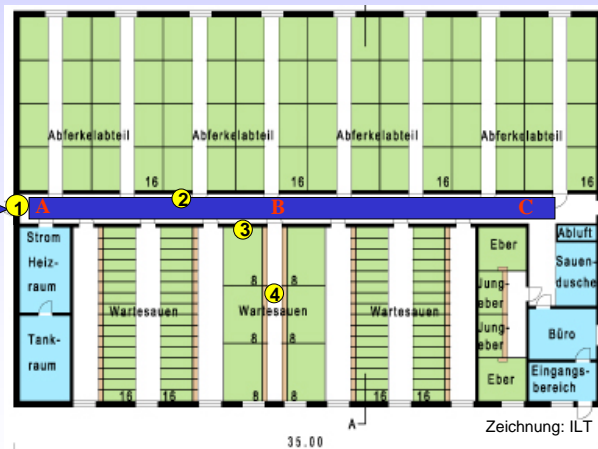
Messpunkte Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit 2003 und 2004:

- (1) Zuluftöffnung Stall
- (2) Zentralgang, unterhalb Kühldecke
- (3) Porenkanal, unterhalb Kühldecke
- (4) Abteil

2006:

- (1) Zuluft
A, B, C im Zentralgang,
unterhalb der Kühldecke

Zuluft



Bayer. Landesanstalt für Landwirtschaft

Freiberger ILT 4a 18

Anlagenteile der Kühldecke

- Zentralgang: 1,80 m breit, 34,2 m lang
- 5 Register mit 13 Alu-Wärmeleitprofilen (6 m lang, 12 cm breit)
- Profile mit „glatter Oberfläche“
- Wasser durchflossenes Rohr in Profile verpresst
- Gesamtkühlfläche 46,8 m², Gesamtprofillänge 390 m
- Je ein Zuwasser- und Abwasserbrunnen
- 50 KW Wärmetauscher (Kühldecke als eigener Kreislauf, keine Mischung mit Brunnenwasser)
- Brunnen: Tauchpumpe (1,5 KW, 8 m³/h); 300 l Zwischenbehälter
Kühldecke: Umwälzpumpe (0,3 KW)
- „Manuelle Taupunktregelung“ (Mischung Rücklaufwasser in Vorlauf)



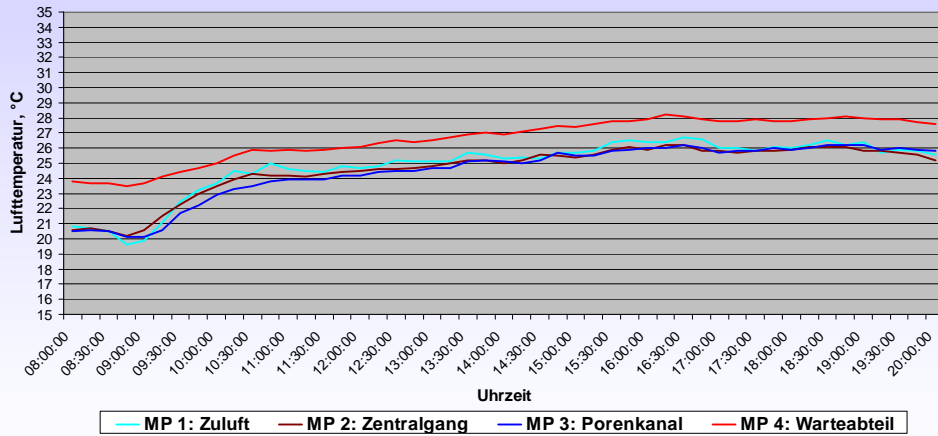
Investitionskosten von Kühldecke und Brunnen

Kühldecke	Kühlprofile	4.483,- €
	Wärmetauscher	1.483,- €
	Kleinteile	1.825,- €
	Montage	1.936,- €
2 Brunnen	Maschinenkosten (Bagger, Kran, LKW)	1.068,- €
	Material (Schachtringe, Körnung u. a.)	910,- €
Gesamt		11.706,- €



Ergebnisse

11. August 2004
ohne Kühlung

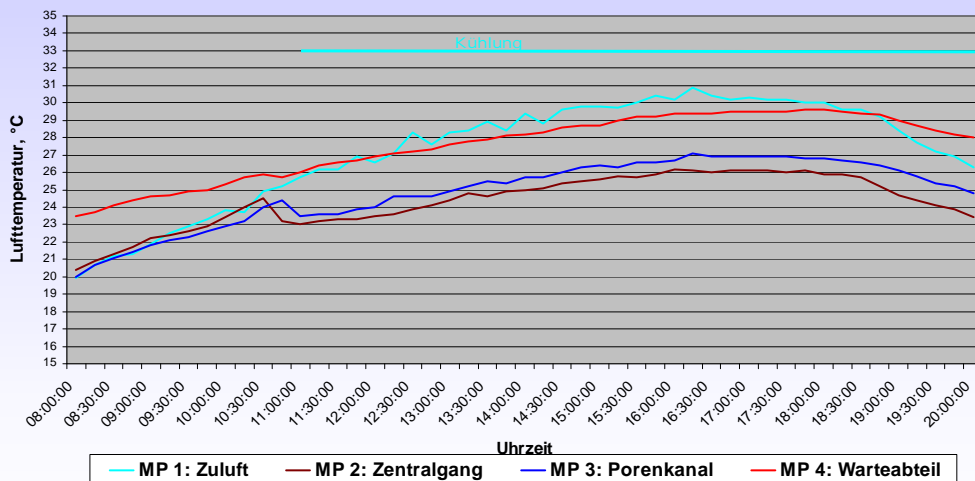


Bayer. Landesanstalt für Landwirtschaft

Freiberger ILT 4a 21

Ergebnisse

12. August 2004



Bayer. Landesanstalt für Landwirtschaft

Freiberger ILT 4a 22

Ergebnisse

- Abkühlung der Zuluft
 - bis zu 4-5 K (einzelne Spitzenwerte auch höher)
 - umso stärker je höher Außenlufttemperatur
 - Kühlwirkung deutlich spürbar ab etwa 26/27 °C Außentemperatur
 - nur unbedeutende Unterschiede entlang der Kühldecke
- Kühlleistungen von 25 KWh realisiert, entsprechend 500 Wh je m² Kühlfläche oder 60 Wh je lfd. m Profillänge
- Betriebsleiter
 - möchte nicht mehr auf die Kühldecke verzichten
 - wünscht erhöhte Kühlleistung
 - wünscht eine automatische Taupunktregelung

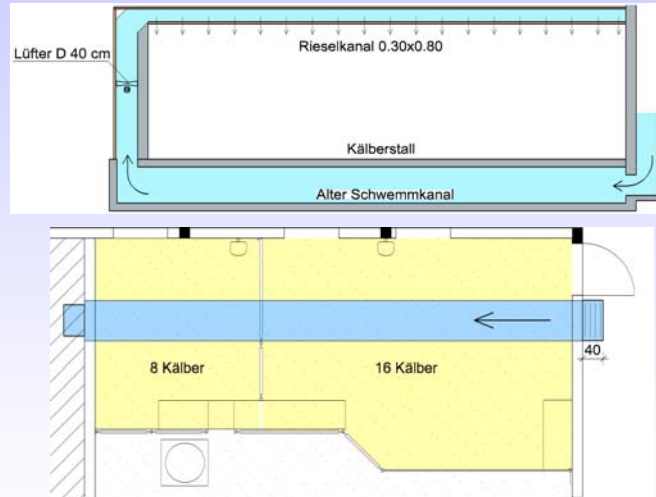


Betriebskostenkosten von Kühldecke und Brunnen

Stromkosten Tauchpumpe (1,5 KW, 15 Ct/KWh, 6 h Laufzeit)	1,35 €
Stromkosten Umwälzpumpe (0,3 KW, 15 Ct/KWh, 12 h Laufzeit)	0,54 €
Brunnenwasser (4 m ³ /h, 48 m ³ /12 h)	0,- €
Reparaturen	0,- €
Gesamt	1,89 €



Erdwärmetauscher



Quelle: van Caenegem

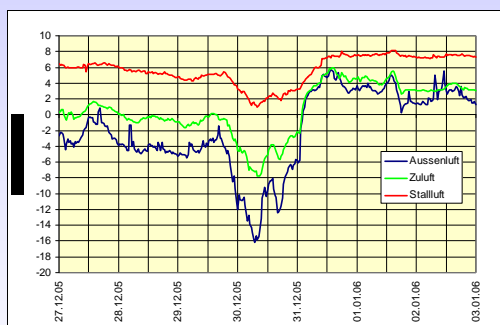


Bayer. Landesanstalt für Landwirtschaft

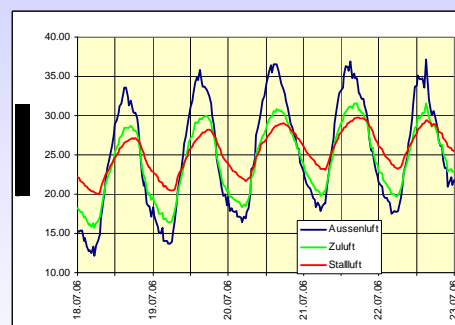
Freiberger ILT 4a 25

Einsatz eines Erdwärmetauscher

Temperaturverlauf im Winter



Temperaturverlauf im Sommer



Quelle: van Caenegem



Bayer. Landesanstalt für Landwirtschaft

Freiberger ILT 4a 26

Zusammenfassung

- Gute Wärmedämmung der Gebäude
- Exakte Planung der Lüftungs- und Heizungsanlage
- Fachgerechte Installation und Einstellung der Steuerung
- Management der Heizung-, Kühl- und Lüftungsanlage

