Fachtag „Bau und Technik“
„Landwirtschaft in Zeiten der Energiewende“
am 25.11.2015 in Köllitsch

Untersuchungen zur Effizienz von Grundwasserwärmepumpen zur Ferkelnestbeheizung

Dipl.-Ing. agr. Hannah Licharz
hlicharz@uni-bonn.de
Institut für Landtechnik

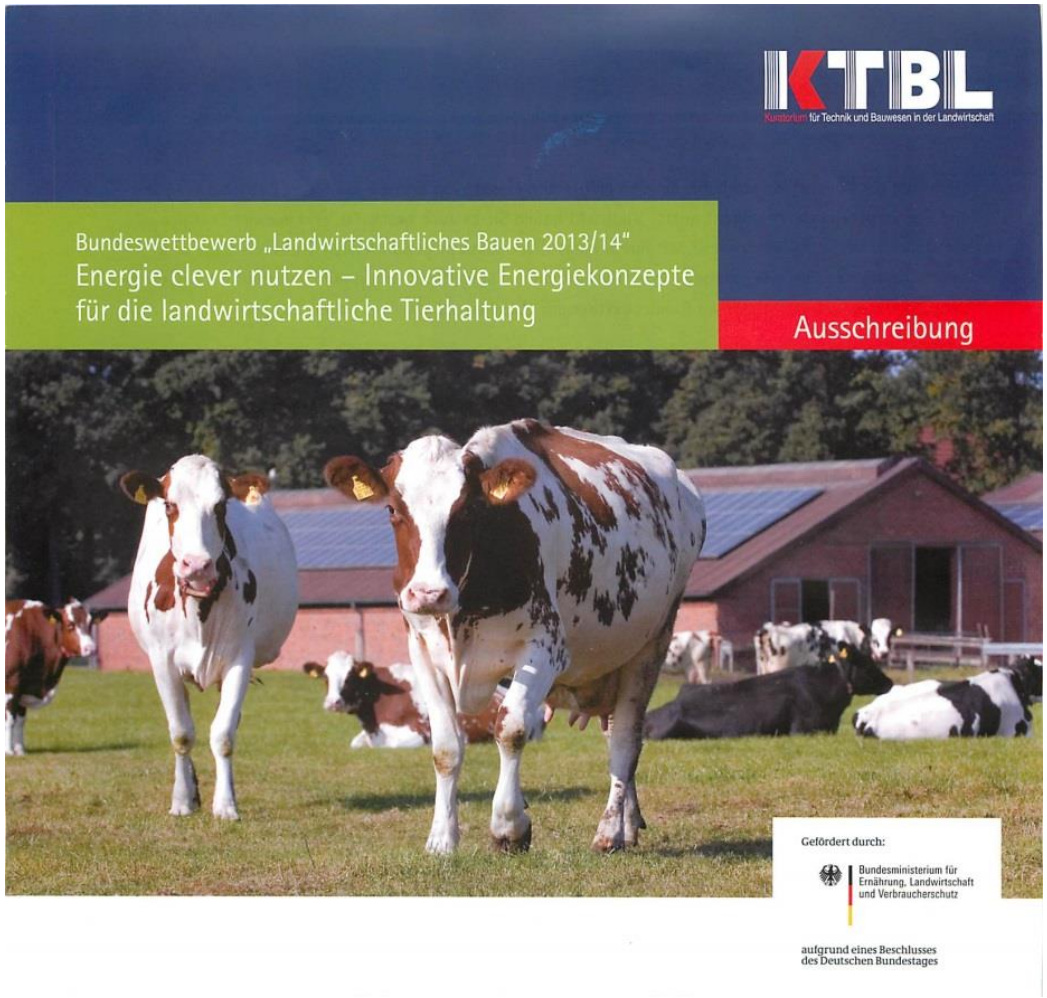
land-
wirtschaftliche
fakultät

Gliederung

- Einführung
- Hintergrund und Untersuchungsziel
- Bewertung der Effizienz von Wärmepumpen
- Material und Methode
- Ergebnisse
- Ausblick

Einführung

KTBL
Energiebedarf in der Schweine- und Hühnerhaltung
KTBL-Heft 105
kWh
Drehstromzähler
MM2600 f3
3x230/400 V
75 U/kWh
10(60) A
03607193 266


KTBL
Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft
Bundeswettbewerb „Landwirtschaftliches Bauen 2013/14"
Energie clever nutzen – Innovative Energiekonzepte für die landwirtschaftliche Tierhaltung
Ausschreibung
Gefördert durch:
Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Energiebedarf in der Nutztierhaltung

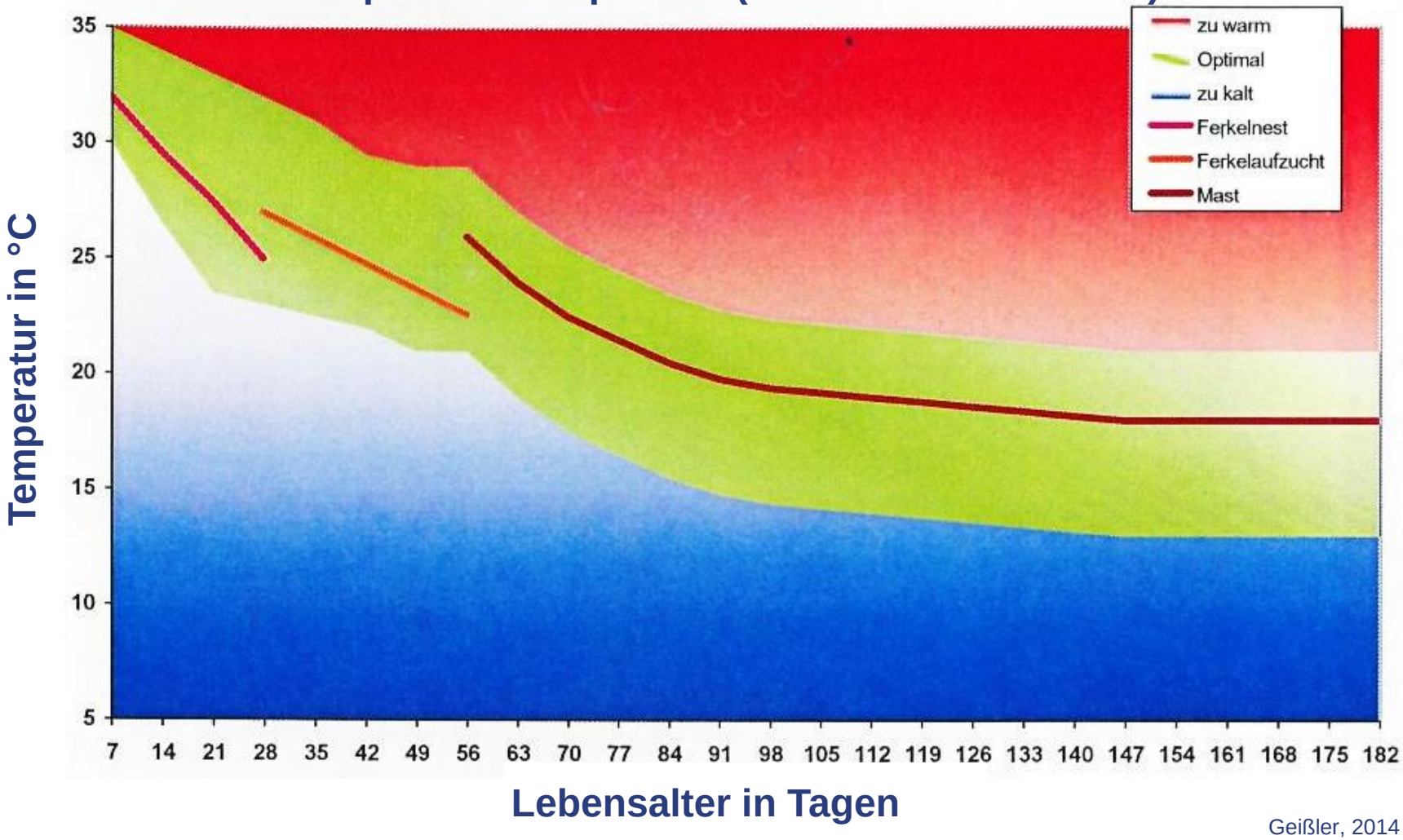
Aufzucht von landwirtschaftlichen Nutztieren ist mit großen Energieaufwendungen verbunden

Gesamtenergiebedarf Ferkelaufzucht jährlich ca. **300 kWh pro Sauenplatz**

- Der Anteil der Heizenergieaufwendungen beträgt davon **70 %** (Büscher, 2009)

Energiebedarf in der Nutztierhaltung

Optimale Temperatur (Thermoneutrale Zone)



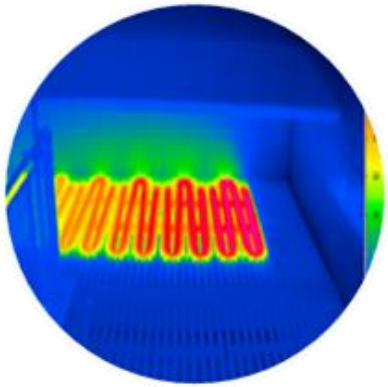
Geißler, 2014

Energiebedarf in der Nutztierhaltung

- Anzustrebende Umgebungstemperaturen im Aufenthaltsbereich
  - für neugeborene Ferkel 35°C - 37°C,
  - für Saugferkel 28°C - 32°C,
  - für Absetzferkel 25°C - 27°C an (Heinritzi et al., 2006).

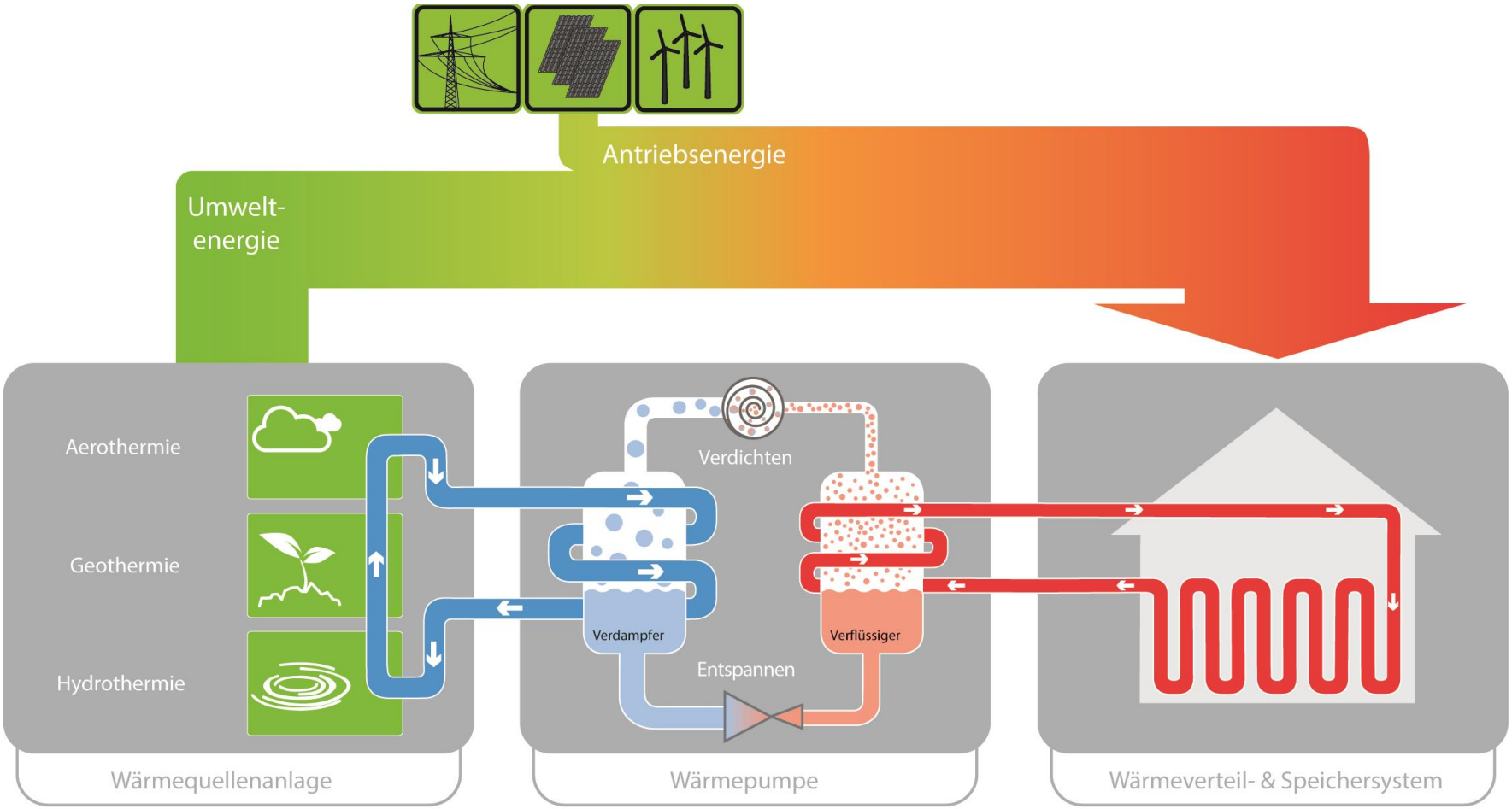
Man befindet sich ganzjährig im Aufenthaltsbereich zwischen **25°C** und **37°C**.

- Optimale Oberflächentemperaturen im Ferkelnest
  - in der ersten Säugewoche zwischen 38°C und 39°C,
  - für ältere Ferkel zwischen 33°C und 36°C (Meyer et al., 2011).



Man befindet sich ganzjährig im Ferkelnest zwischen **33°C** und **39°C**.

Funktionsweise Wärmepumpe (WP)



https://www.recknagel-online.de/aktuell/energiewende/03-06-2015-waermepumpen-mit-verbesserter-energieeffizienz-das-sind-die-voraussetzung-fuer-foerderfaehige-anlagen/

Einsatz von WP in der Landwirtschaft

- Die Wärmepumpe findet praktische Anwendung in der Gewächshausklimatisierung oder in der Trocknung von Erntegütern wie z. B. von Arzneipflanzen (Ziegler et al., 2011)

- Anzahl eingesetzter Wärmepumpen ist in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung gering (hohe Investitionskosten)

- Das Potential für den Einsatz dieser Technik ist in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung als gut einzuschätzen.
  - Vorlauftemperatur von Warmwasser-Heizungssystemen (ca. 45°C) kann von Wärmepumpen wirtschaftlich bereitgestellt werden kann (Cremer, 2011)

Ziel

Untersuchungen zur Effizienz einer Grundwasser-Wärmepumpe in der Ferkelerzeugung

Leistungsfähigkeit der Technik

Leistungsfähigkeit auf Stallebene

Ist der Einsatz effizient ?

Welche Stellschrauben können die Effizienz beeinflussen ?

Wo sind die Schwachstellen ?

Bewertung der Effizienz beim Einsatz einer WP

Berechnung der Leistungszahl (COP= coeffency of performance) einer Wärmepumpe (DIN 8900 Teil 6, 1987)

$$\varepsilon_{WP} = \frac{\dot{Q}_{WP}}{P_{WP}}$$

Dabei ist

ε_{WP} die Leistungszahl der WP;

$\dot{Q}_{WP}$ die Wärmeleistung der WP in kW;

P_{WP} die elektrische Leistungsaufnahme der WP in kW.

Bewertung der Effizienz beim Einsatz einer WP

- Wieviel kWh Wärme können beim Einsatz einer kWh elektr. Energie bereitgestellt werden

$$\textbf{Jahresarbeitszahl (JAZ)} = \frac{\textbf{Thermischer Energiegewinn}}{\textbf{Stromverbrauch}}$$

- **Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich** (EEWärmeG) fordert eine JAZ für Wärmepumpen von 4 (Ausnahme: Luft/Wasser und Luft/Luft → 3,5)
  - Abhängig von Energiepreisniveau

- Vorlauftemperatur einer Warmwasserheizung so niedrig wie möglich wählen → Temperaturdifferenz zur Wärmesenke

Material und Methode - Stallanlage

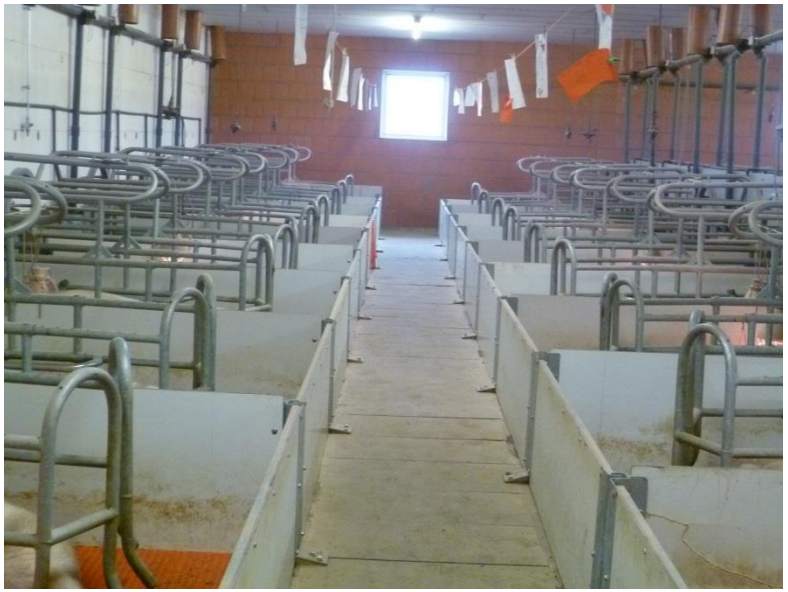
In 2009

- Wärmegedämmter, zwangsbelüfteter Sauenstall im Kreis Recklinghausen

Bis 2012 (Phase I)

- 172 Abferkelplätze, aufgeteilt in vier Abteile mit jeweils 38 Abferkelbuchten

- Ein weiteres Abteil mit 20 Abferkelbuchten



Material und Methode - Stallanlage

Ab 2013 (Phase II)

- 321 Abferkelplätze, aufgeteilt in sieben Abteile mit jeweils 38 Abferkelbuchten

- Zwei weitere Abteile (20 und 35 Abferkelbuchten)

Material und Methoden - Heizsystem

- Abferkelbuchten sind mit 0,65 m² großen Warmwasser-Ferkelheizplatten ausgestattet

- Eine 40 kW Grundwasser-Wärmepumpe des Typs Fighter 1330 (NIBE Systemtechnik GmbH)
  - Bestehend aus zwei Kompressoren (A und B)

Material und Methode - Wärmequelle

- Grundwasser mit einer Temperatur von 10 °C
- Förderbrunnen 110 m tief
- Schluckbrunnen 70 m tief und 20 m entfernt vom Förderbrunnen

Bis 2012 (Phase I)

- Rohrquerschnitt 68 mm

Ab 2013 (Phase II)

- Rohrquerschnitt 90 mm

Optimierung

Material und Methode - Untersuchungszeitraum

Phase I (68 mm Rohrquerschnitt)

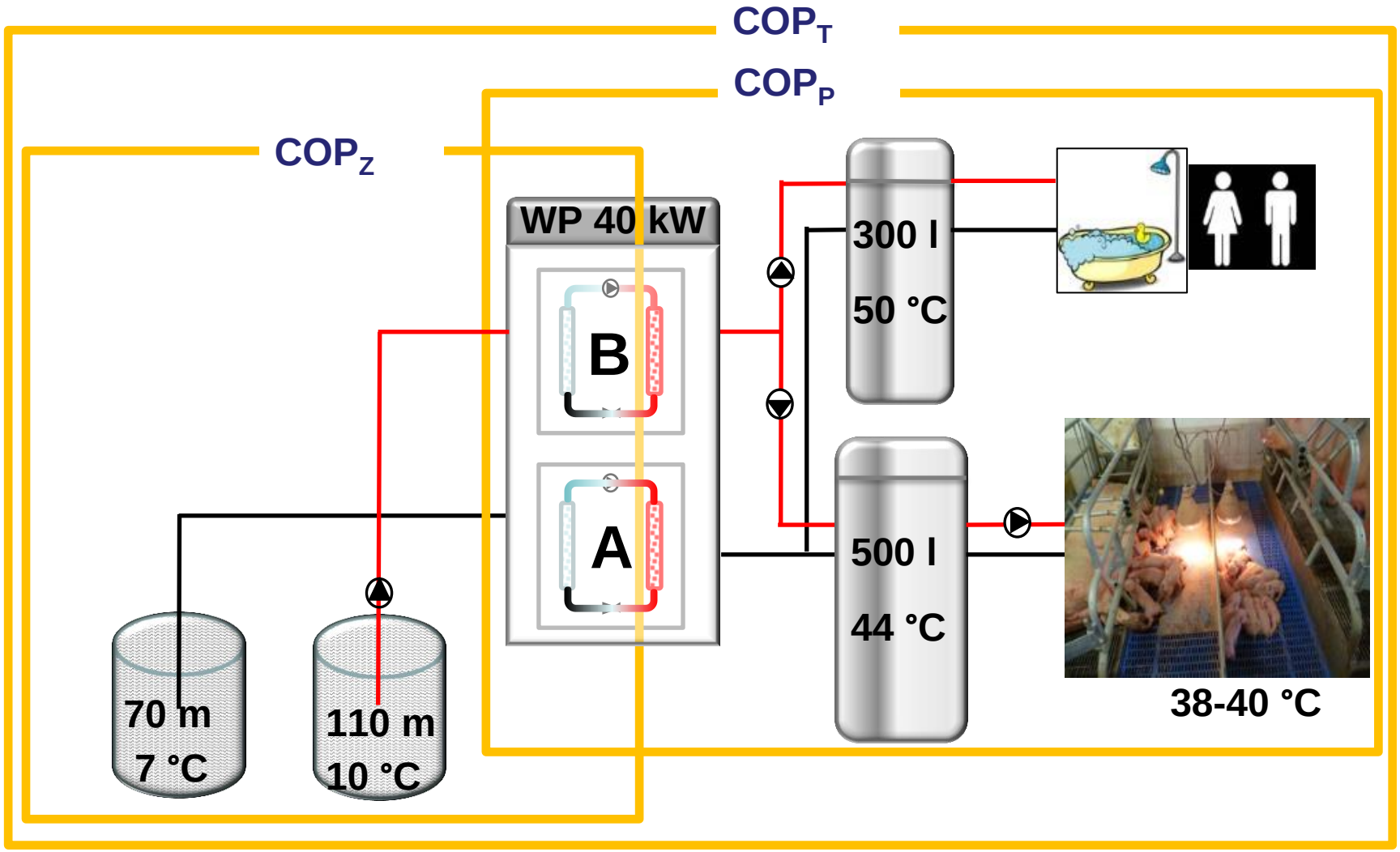
- 8. Dezember 2011 bis zum 15. Februar 2012

Phase II (90 mm Rohrquerschnitt)

- 30. September 2014 bis zum 30. März 2015

- Es wurden in beiden Phasen folgende Messparameter erfasst:
  - Wärmemenge
  - Stromverbrauch
  - Betriebsstunden der Wärmepumpe
  - Temperaturen der Außen- und Abteiltemperatur

Bilanzgrenzen der COP „Effizienz-Kennzahl“



Berechnungsformeln die Bilanzgrenzen

$$COP_Z = \frac{Q_{WP}}{W_{FP}+W_{V,A+B}}$$

$$COP_T = \frac{Q_{WP}}{W_{FP} + W_{V,A+B} + W_{U,A+B} + W_{U,AS}}$$

$$COP_P = \frac{Q_{WP}}{W_{V,A+B}+W_{U,A+B}+W_{U,AS}}$$

COP *= Coeffency of performance*

$\boldsymbol{Q_{WP}}$ *= Heizenergie der* ***WP*** *in kWh*

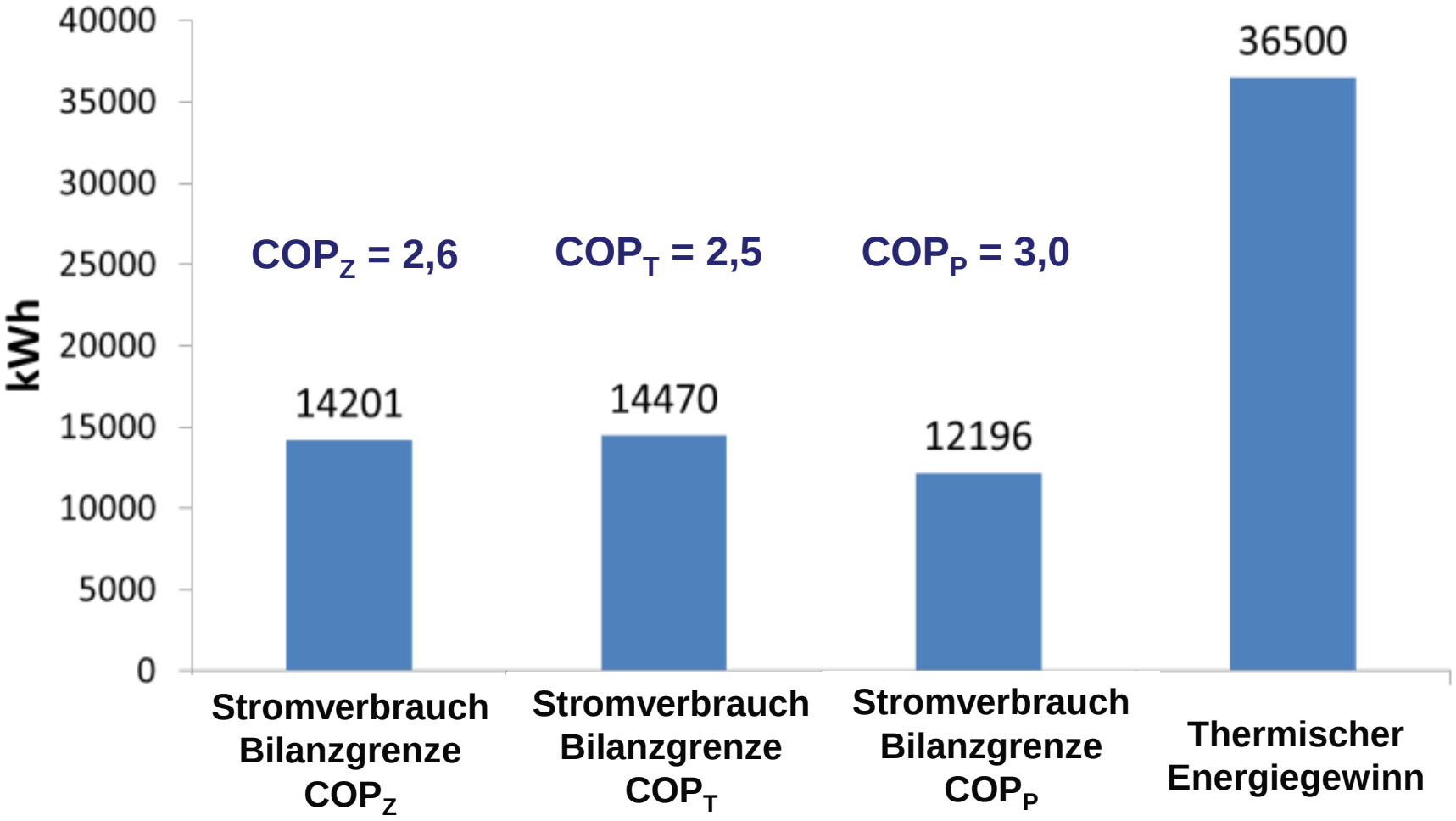
$\boldsymbol{W_{FP}}$ *= Elektroenergieverbrauch der* ***Grundwasser-Förderpumpe*** *in kWh*

$\boldsymbol{W_{V,A+B}}$ *= Elektroenergieverbrauch der* ***Verdichter A + B*** *in kWh*

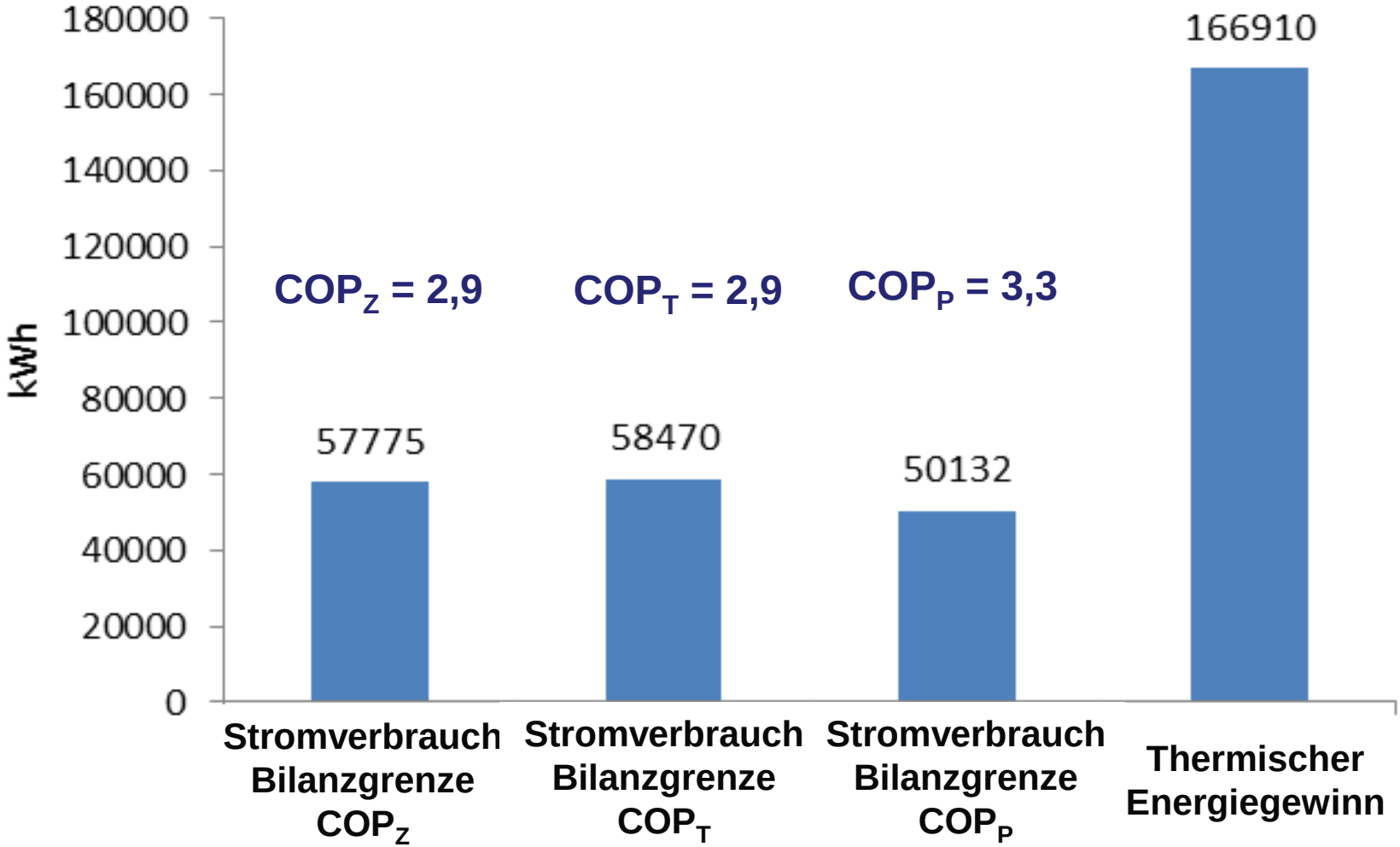
$\boldsymbol{W_{U,A+B}}$ *= Elektroenergieverbrauch der* ***Umwälzpumpen A + B*** *in kWh*

$\boldsymbol{W_{U,AS}}$ *=* ***Umwälzpumpe Abferkelstall*** *in kWh*

Ergebnisse Phase I: Stromverbrauch und eingespeiste Wärmemenge



Ergebnisse Phase II: Stromverbrauch und eingespeiste Wärmemenge



Vergleich mit anderen WP-Untersuchungen

- Abferkelstall für 40 Abferkelplätze
  - Erdreich-Flachkollektor-WP (15 kW_{th}, 3,75 kW_{el})
    - Die Vorlauftemperatur für die Ferkelnester betrug ca. 45°C
    - COP_T = **4**

(Cremer, 2011)

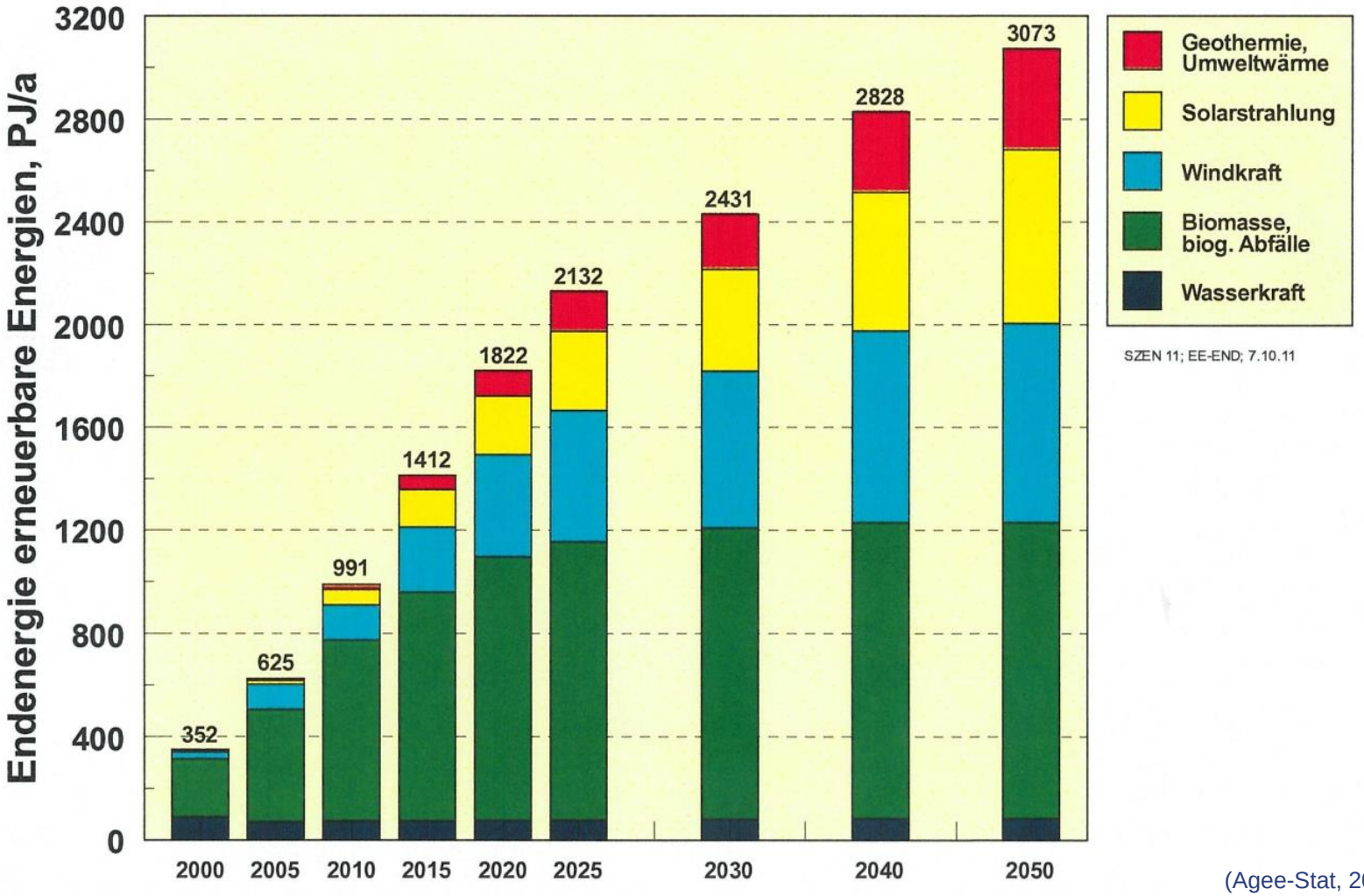
- Außenklimastall zur Ferkelaufzucht für 1.100 Aufzuchtplätze
  - Erdreich-Flachkollektor-WP (16 kW_{th}, 3,7 kW_{el})
    - Arbeitszahl für den Winter 2008/2009 von COP_T = **2,9**

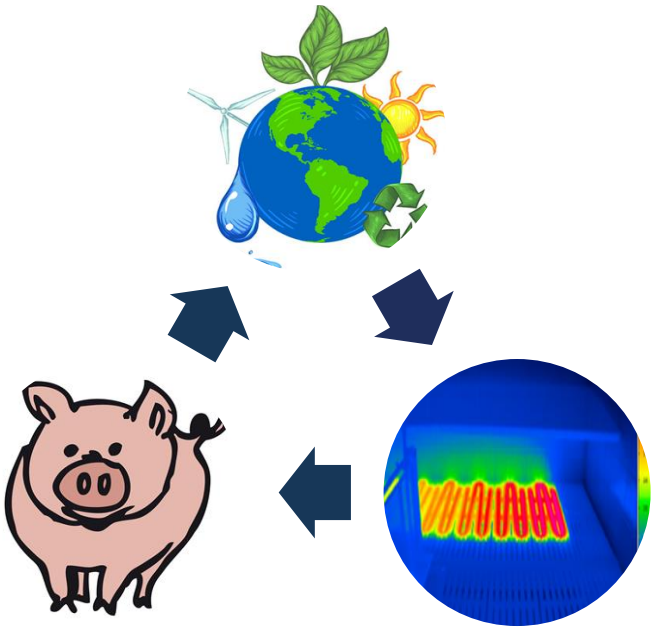
(Cremer, 2011)

Ausblick

- **Effizienzsteigerung**
  - Installation einer neuen Wasser/Wasser-Wärmepumpe (72 kW)
  - Vorher Sole/Wasser-Wärmepumpe mit 40 kW
  - Förderhöhe verringern
  - Temperaturdifferenz zwischen Wärmesenke und Vorlauftemperatur reduzieren
  - Nutzen der Abluftwärme und/oder der gespeicherten Sonnenenergie aus dem vorhandenen Löschteich

Endenergiebeitrag der EE nach Energiequellen



(Agee-Stat, 2011)

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!