

Hauke F. Deeken, Dr. Alexandra Lengling,
Dr. Manuel S. Krommweh, Prof. Dr. Wolfgang Büscher

3. BFL Beratertagung, Haus Düsse, Bad Sassendorf, 26. September 2023

Steigerung der Energieeffizienz und Nachhaltigkeit in der Schweinehaltung durch den kombinierten Einsatz von Anlagen zur Abluftreinigung und Wärmerückgewinnung

Gefördert vom:

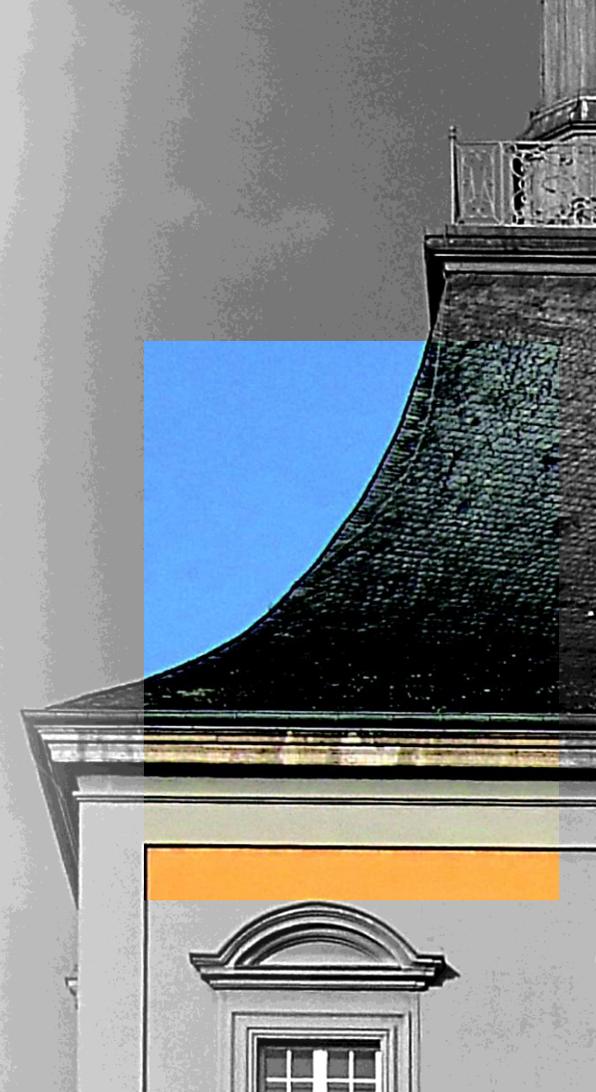
Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft,
Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen



Projektpartner:



HBLFA
Raumberg-Gumpenstein
Landwirtschaft



Hintergründe Emissionen & Energie

- Schweinehaltung relevante Emissionsquelle
 - Abluftreinigungsanlagen zur Reduktion
 - Neufassung der TA-Luft: (BMUV, 2021)
Nachrüstung vermehrt erforderlich

- Schweinehaltung mit hohem Energiebedarf
 - Stromkonsum für (luft-)technische Anlagen
 - Thermische Energie für Wohlfühltemperatur
 - Ferkelhaltung: 30 – 20 °C (DIN 18910, 2017)
 - Hoher Energiebedarf für Raumheizung (KTBL, 2014)

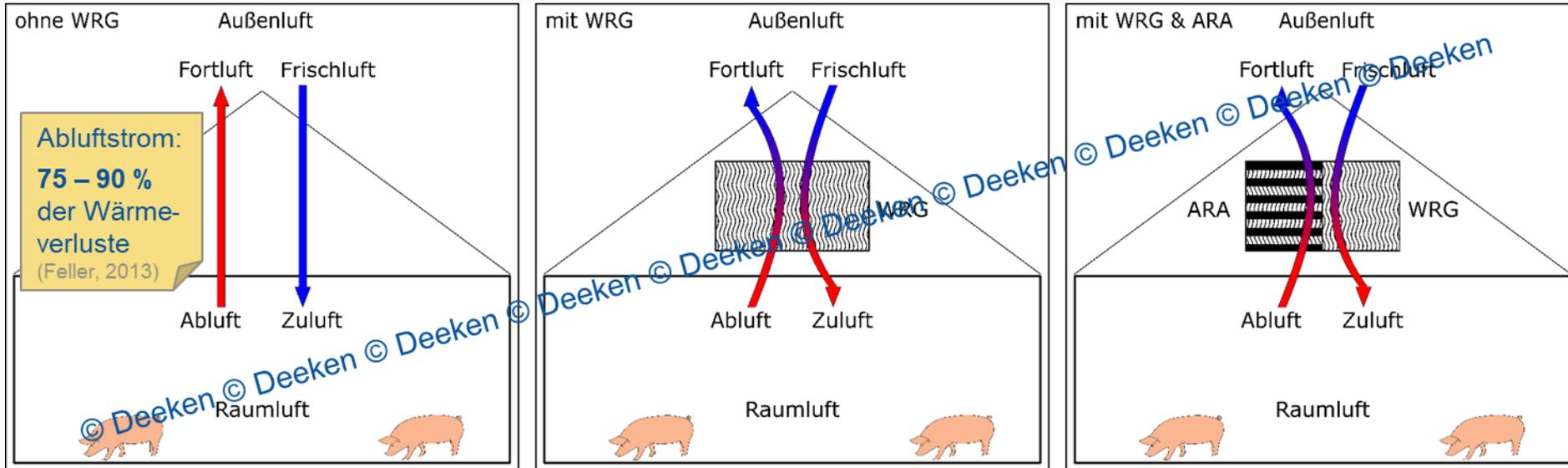
Abluftreinigung:

- + Minderung umweltrelevanter Emissionen
→ *Ammoniak, Geruch & Staub*
- Anstieg Anschaffungskosten & Strombedarf
→ *Energiekosten & CO₂-Emissionen*

Wärmerückgewinnung:

- + Minderung fossiler Brennstoffe
→ *Energiekosten & Einsparung CO₂*
- Anstieg Anschaffungskosten & Strombedarf
→ *Energiekosten & CO₂-Emissionen*

Hintergründe Anlagenkombination



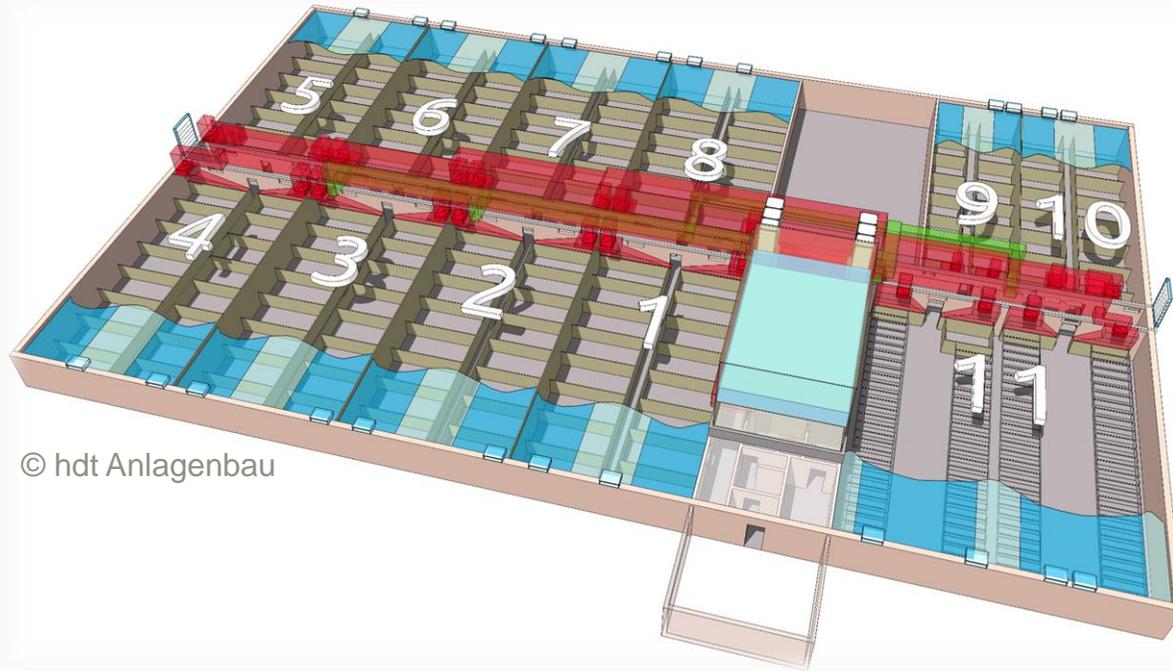
WRG = Wärmerückgewinnung, ARA = Abluftreinigung

Forschungsprojekt Zielsetzung

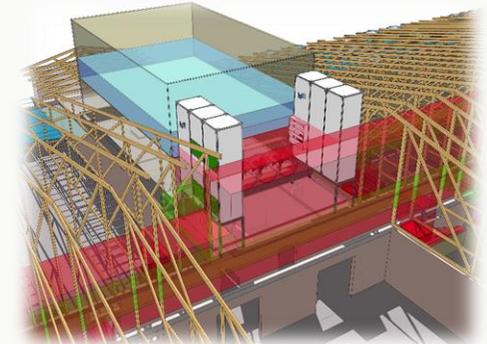
- Abluftreinigungsanlagen als regenerative bzw. rekuperative Energiequelle
 - Synergieeffekte & Leistungspotentiale
 - CO₂-Einsparpotential & Kostenanalyse thermischer und elektrischer Energie
- Image der Abluftreinigung positiv beeinflussen
 - Abluftreinigungsanlagen energetisch nutzen
 - Rentabilität ermöglichen (*Nachträgliches Ziel: auch möglicher Nachrüstungen*)



Fallstudie 1 – Luft-Luft-Wärmetauscher, hdt Sukzessive Lösung



© hdt Anlagenbau



© hdt Anlagenbau



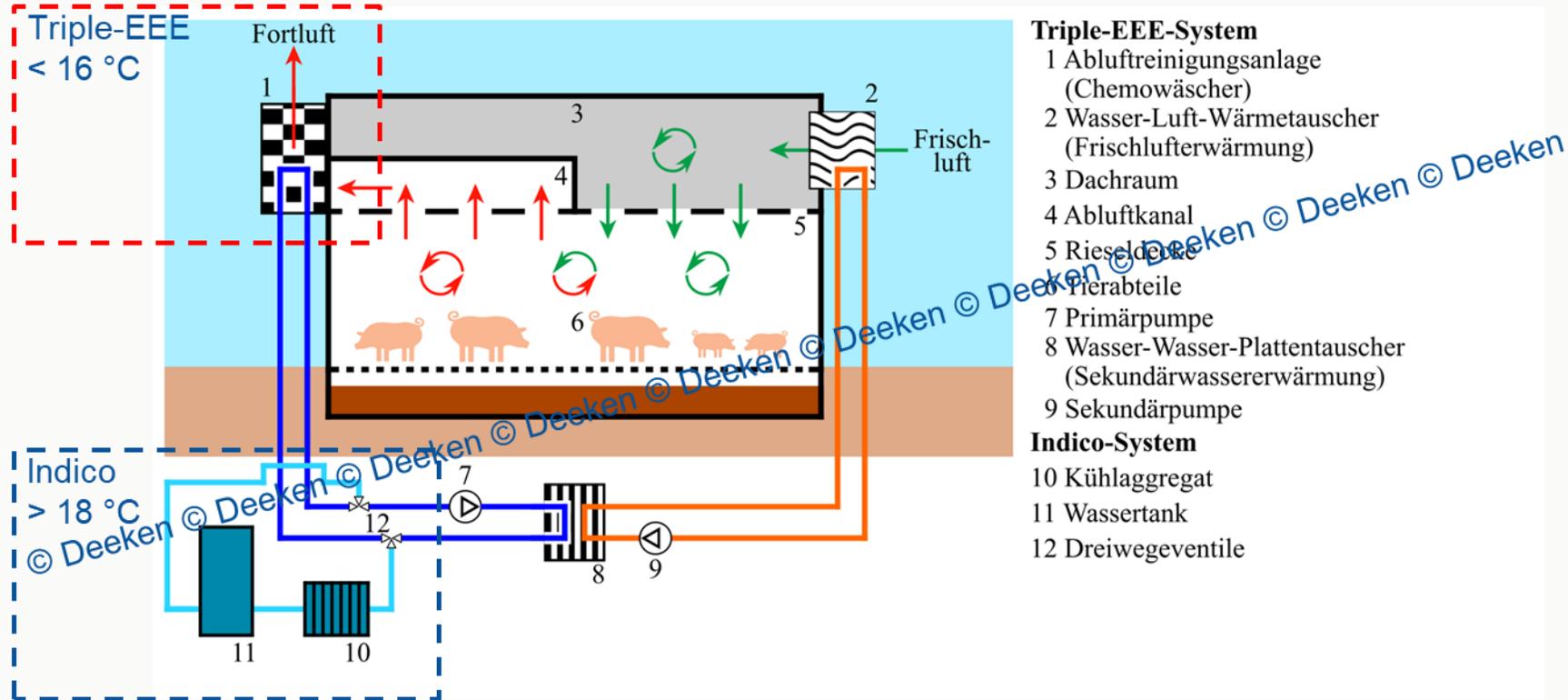
© Deeken © Deeken © Deeken

Tierabteile ➔ Abluftammelkanal ➔ Wärmetauscher ➔ Biowäscher

Fallstudie 1 – Luft-Luft-Wärmetauscher, hdt Sukzessive Lösung



Fallstudie 2 – Triple-EEE-System, Inno+ Kombinierte Lösung



Fallstudie 2 – Triple-EEE-System, Inno+ Kombinierte Lösung



Fallstudie 3 – Tauschwäscher, Schönhammer Integrierte Lösung

- **Kombinierte Anlagentechnik:**
Wärmetauscher + Biowäscher
(KROMMWEH, 2016)
- **Zuluftstrom kreuzt Abluftstrom im Tauschermodul**
- **Abluftstrom durchströmt von unten nach oben**

1. Füllkörper 
2. Tauschermodul 
3. Berieselung 



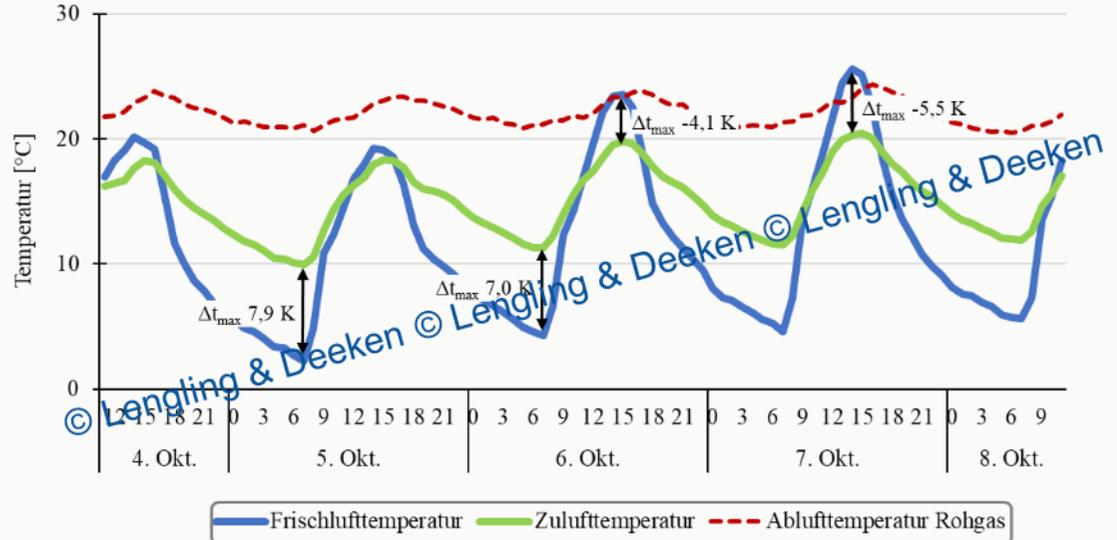
Fallstudie 3 – Tauschwäscher, Schönhammer Integrierte Lösung



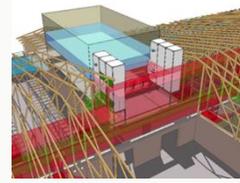
Fallstudie 3 – Tauschwäscher Heizen, Kühlen & Luftrate



- **Höhere Luftraten durch Heizen**
 - +10–20 % Geflügelmast Han et al. 2013
 - +12 % Legehennen Goselink et al. 2019
 - Verdünnung der Raumlasten
- **Haltungsbedingungen**
 - Homogenere Luftverteilung & trockenere Einstreu Han et al. 2013
- **Tiergesundheit & -leistungen**
 - Trend: Bessere Tiergesundheit und Tageszunahmen ($p = 0,07$) Bokkers et al. 2010
 - Kühlung der Frischluft:
Reduktion Hitzestress

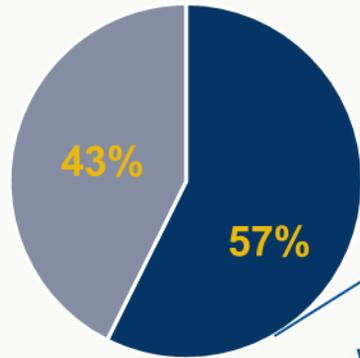


Fallstudie 1 – Luft-Luft-Wärmetauscher Bereitgestellte Energie

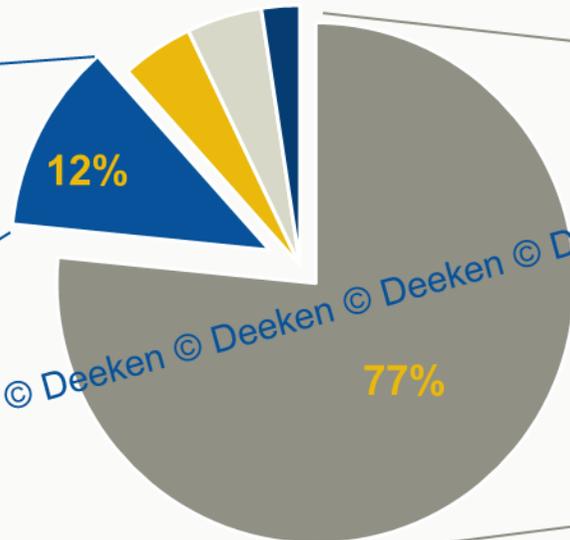
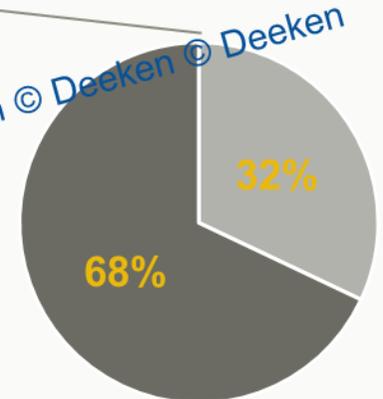


Versuchsbetrieb
136 kWh TP⁻¹ a⁻¹

Anteile Lüftung



Anteile Raumheizung

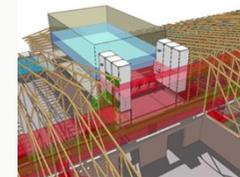


- Mehraufwand Wärmetauscher
- Aufwand Stallbelüftung

- Raumheizung
- Lüftung
- Abluftreinigung

- Flüssiggas
- Wärmetauscher

Fallstudie 1 – Luft-Luft-Wärmetauscher Aufgewendete Energie



Literaturvergleich: KTBL 2020
99 – 185 kWh TP⁻¹ a⁻¹

Anteile Lüftung



Versuchsbetrieb

~~136 kWh TP⁻¹ a⁻¹~~
65 kWh TP⁻¹ a⁻¹

Anteile Raumheizung



■ Mehraufwand Wärmetauscher

Jahresarbeitszahl 6,9

■ Wärmetauscher

Fallstudie 2 – Triple-EEE-System, Inno+ Einsparungen – Nachhaltigkeit

	Stall ohne Wärmetauscher (Annahme)	Stall mit Wärmetauscher (Realität)
Energieaufwendung	400.068 kWh _{th} (Stall a) ⁻¹	14.775 kWh _{el} (Stall a) ⁻¹
Jahresarbeitszahl 27		
Einsparungen pro Jahr		
Energieaufwendung	385.293 kWh (Stall a) ⁻¹	
CO ₂ -Emissionen	89.208 kg _{CO2} (Stall a) ⁻¹	
Kosten	26.775 € (Stall a) ⁻¹	
Einsparungen pro TP & Jahr		
Energieaufwendung	50,17 kWh (TP a) ⁻¹	
CO ₂ -Emissionen	11,62 kg _{CO2} (TP a) ⁻¹	
Kosten	3,49 € (TP a) ⁻¹	

Forschungsprojekt Schlussfolgerungen für die Praxis

Wärmerückgewinnung verbessert...
...die Energieeffizienz,
... die Haltungs- & Arbeitsbedingungen,
... **die Nachhaltigkeit der Tierhaltung.**

Kombination mit Abluftreinigung:

Senkung der Ammoniak-, Geruchs-, Staub- & CO₂-Emissionen von Tierställen

- **Verschiedene Systemlösungen**
 - Systembedingte Stärken und Schwächen
 - Nachrüstung mit Herausforderungen
- **Einzelbetrieblicher & gesellschaftlicher Nutzen**
 - Energieeffizienz & Wirtschaftlichkeit
 - Einsparung fossiler Brennstoffe & Haltungsbedingungen im Fokus



Hohe und zunehmende Relevanz (z. B. TA-Luft 2021, Klimawandel, Energiekrisen)

Vielen Dank für die gute Zusammenarbeit und gegenseitige Unterstützung ...

Hauke F. Deeken

Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

Phone: +49 228 73-68734

Mail: deeken@uni-bonn.de



 HBLFA
Raumberg-Gumpenstein
Landwirtschaft

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft,
Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen



...und vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Haben Sie Rückfragen oder Anmerkungen?

Ich freue mich auf Ihr Feedback!

Weitere Infos finden Sie auch hier:



SCAN ME

Abschlussbericht
Forschungsprojekt



profi 02–2023
Praxisbericht hdt



SUS 03–2023
Praxisbericht hdt



profi 06–2023
Praxisbericht Inno+

<https://doi.org/10.3390/en16041799>

Article
Improvement of Piglet Rearing's Energy Efficiency and Sustainability Using Air-to-Air Heat Exchangers—A Two-Year Case Study

Hauke F. Deeken ^{*}, Alexandra Lengling [†], Manuel S. Krommweh [†] and Wolfgang Büscher [‡]

energies 03–2023
Englischsprachiger, wissenschaftlicher Fachartikel hdt