

Wärme- und Kältebedarf im Landwirtschaftsbetrieb

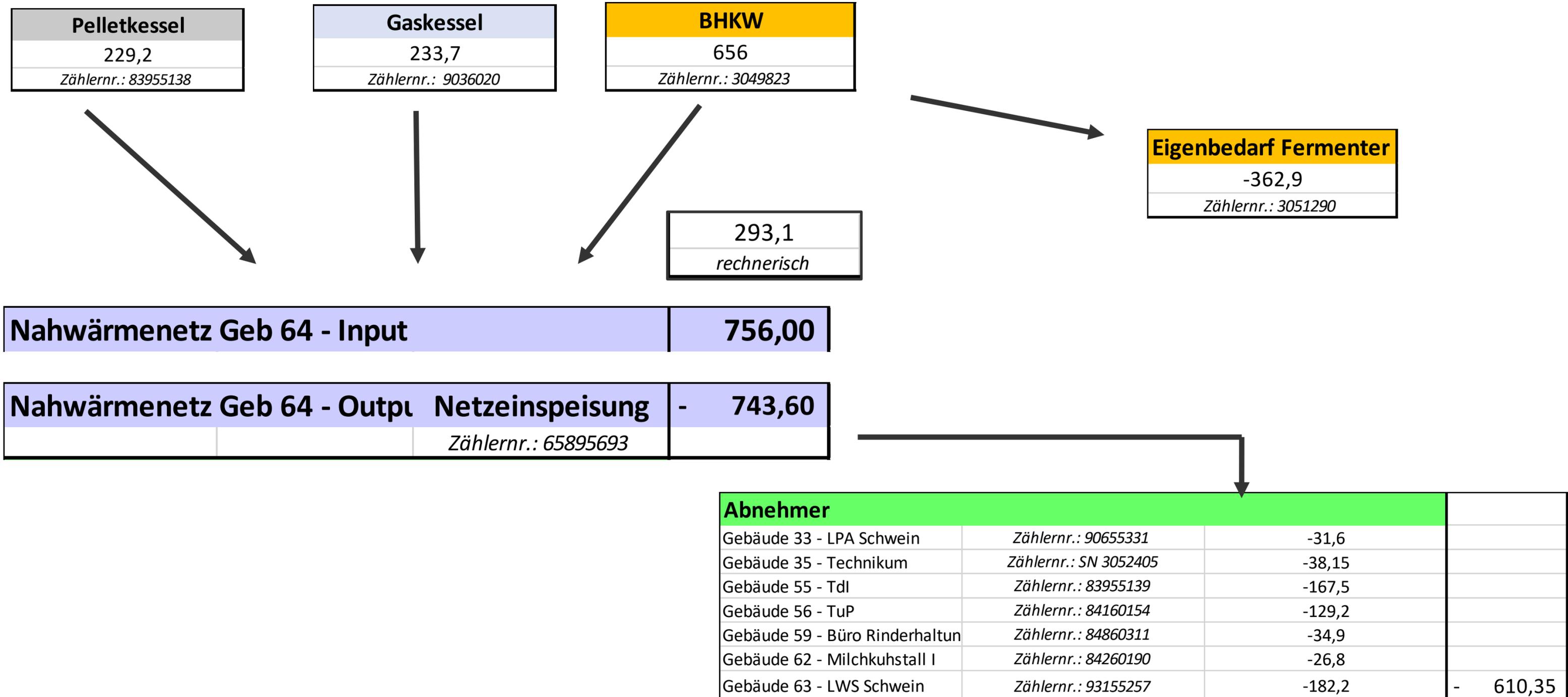


*„Wärmekonzepte im ländlichen Raum“, 8.11.2022, Nossen
René Pommer, LfULG*

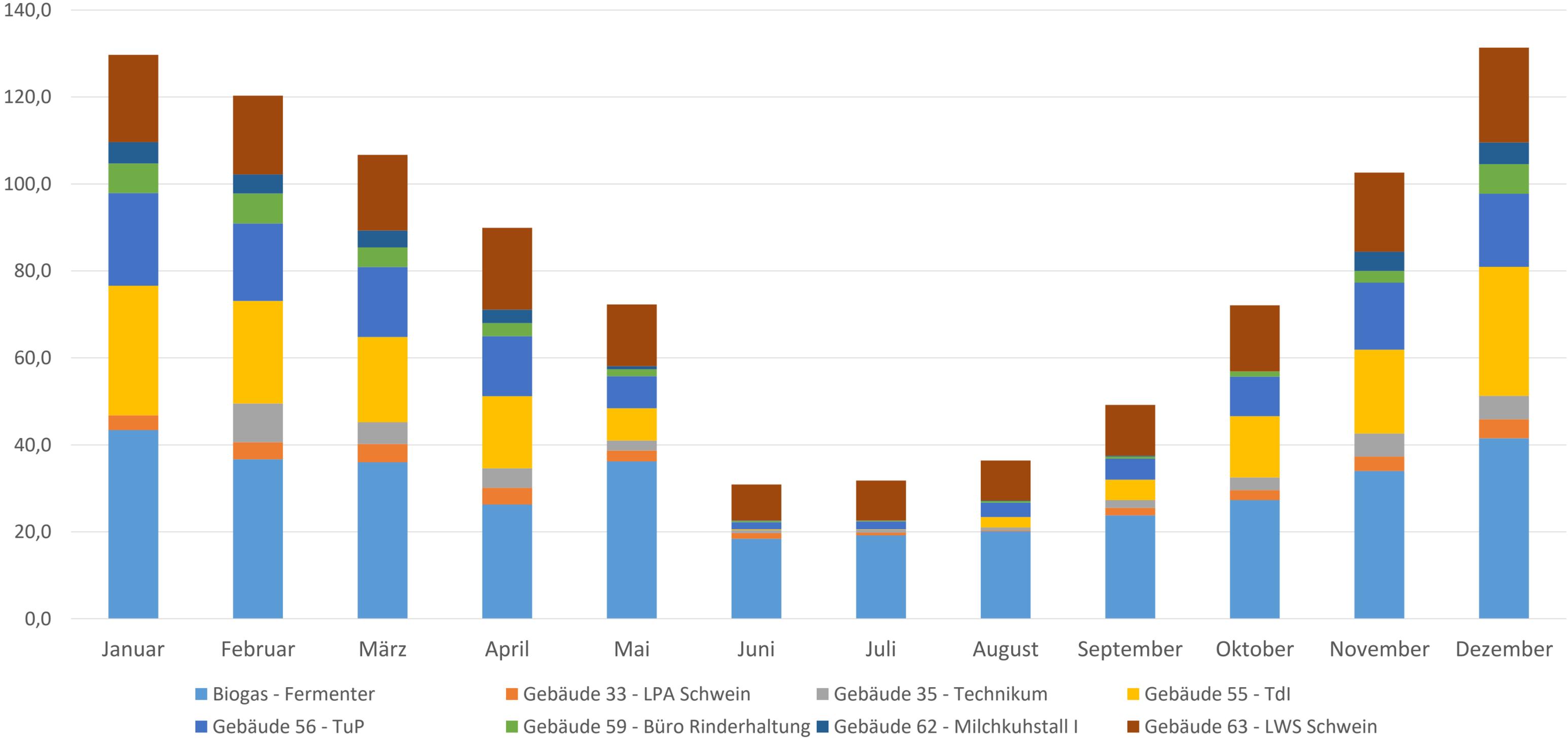
1. Wärmebilanz im LVG Köllitsch 2021
2. Wärmebedarf in der Milcherzeugung
3. Wärme- und Kältebedarf in der Stallhaltung von Schweinen und Geflügel
4. Anregungen und Anwendungsbeispiele
5. Getreidetrocknung

1. Wärmebilanz im Tierhaltungsbereich des LVG Köllitsch 2021

(Zahlenangaben in MWh/a)



Monatlicher Wärmebezug der einzelnen Gebäude [MWh]



2. Wärmebedarf in der Milcherzeugung

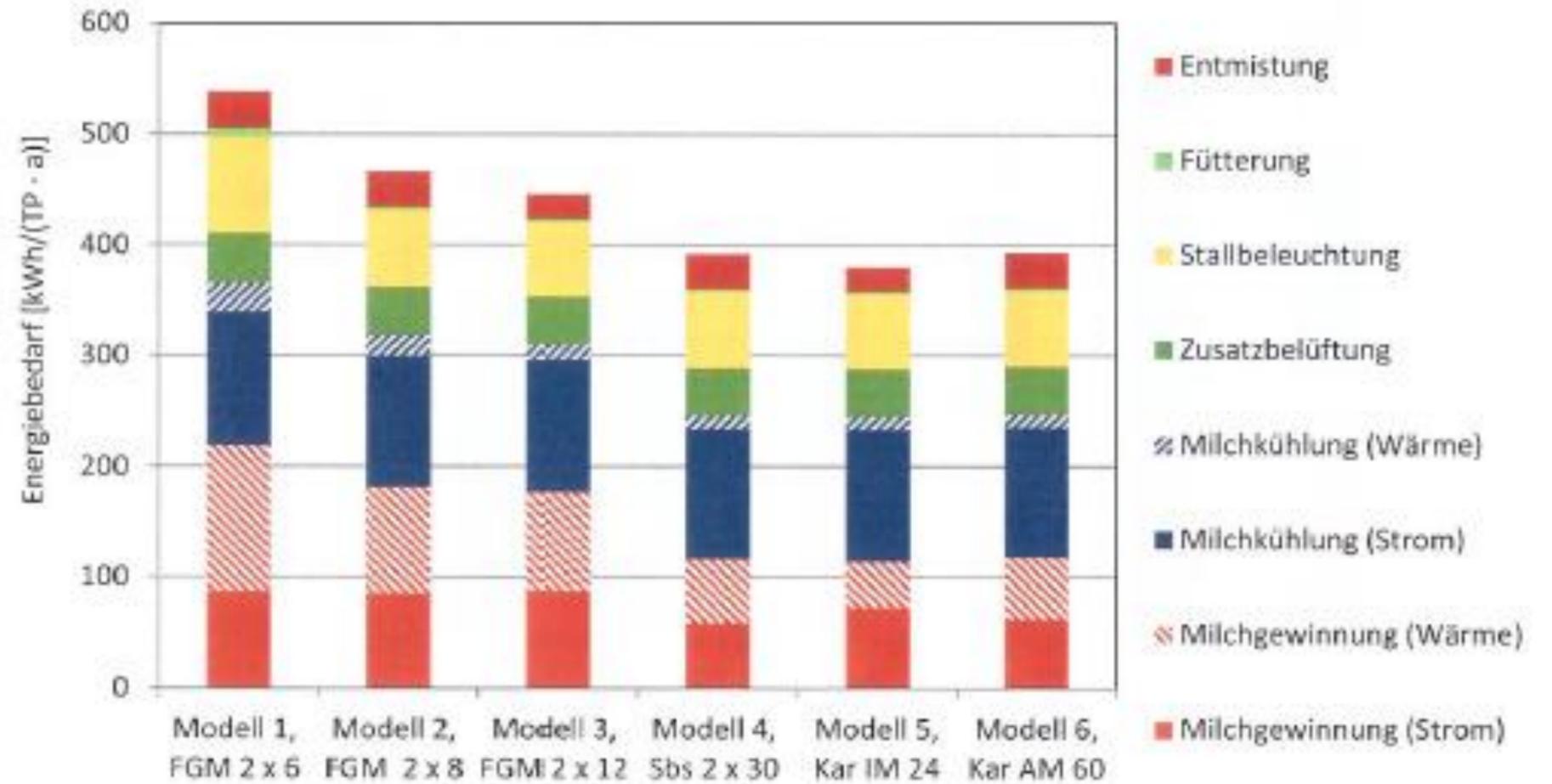


Abb. 8: Tierplatzbezogener jährlicher Energiebedarf der Modellställe für Milchviehhaltung

je nach Bestandsgröße zwischen 53 und 157 kWh/(TPI.*a)

-> **Wärmeenergie hauptsächlich für die Erhitzung von Prozesswasser**

1. Spülung der Melkanlage

- Wassermengen sind abhängig von der Melkanlage
- Vorspülung max. 40° C
- Ringspülung ca. 80° C, alternativ Heißwasserspülung 95° C
- Nachspülung kalt

2. Spülung des Milchtanks

- analog Melkanlage

3. Optional Euterreinigung

- etwa 0,5 l/Gemelk mit max. 40° C

Wärmebedarf in der Milcherzeugung

(Beispielrechnung)

Wärmemenge $Q = \text{Wassermenge } m * \text{Temperaturdifferenz } \Delta T * \text{spez. Wärmekapazität } c$

Verwendung	m m ³ /d	T1 (kalt) °C	T2 (warm) °C	ΔT K	Q kWh / d
Vorspülung	0,20	12	38	26	6,0
Hauptspülung (Vorerwärmen z.B. BHKW)	3,00	12	70	58	202,4
Hauptspülung (Nacherwärmen, z.B. Strom)	3,00	70	80	10	34,9
Euterduschen (1000 Gemelke je 0,5 l)	0,50	12	38	26	15,1
Tankspülung (2 Tanks a 10 m ³)	0,25	12	80	68	19,8
Zwischensumme					243,3
spez. Wärmekapazität c Wasser:	1,163	Wh / kg und K			



<https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/23799>

Wärmebedarf in der Milcherzeugung

-> Prozesse in der Kälberhaltung

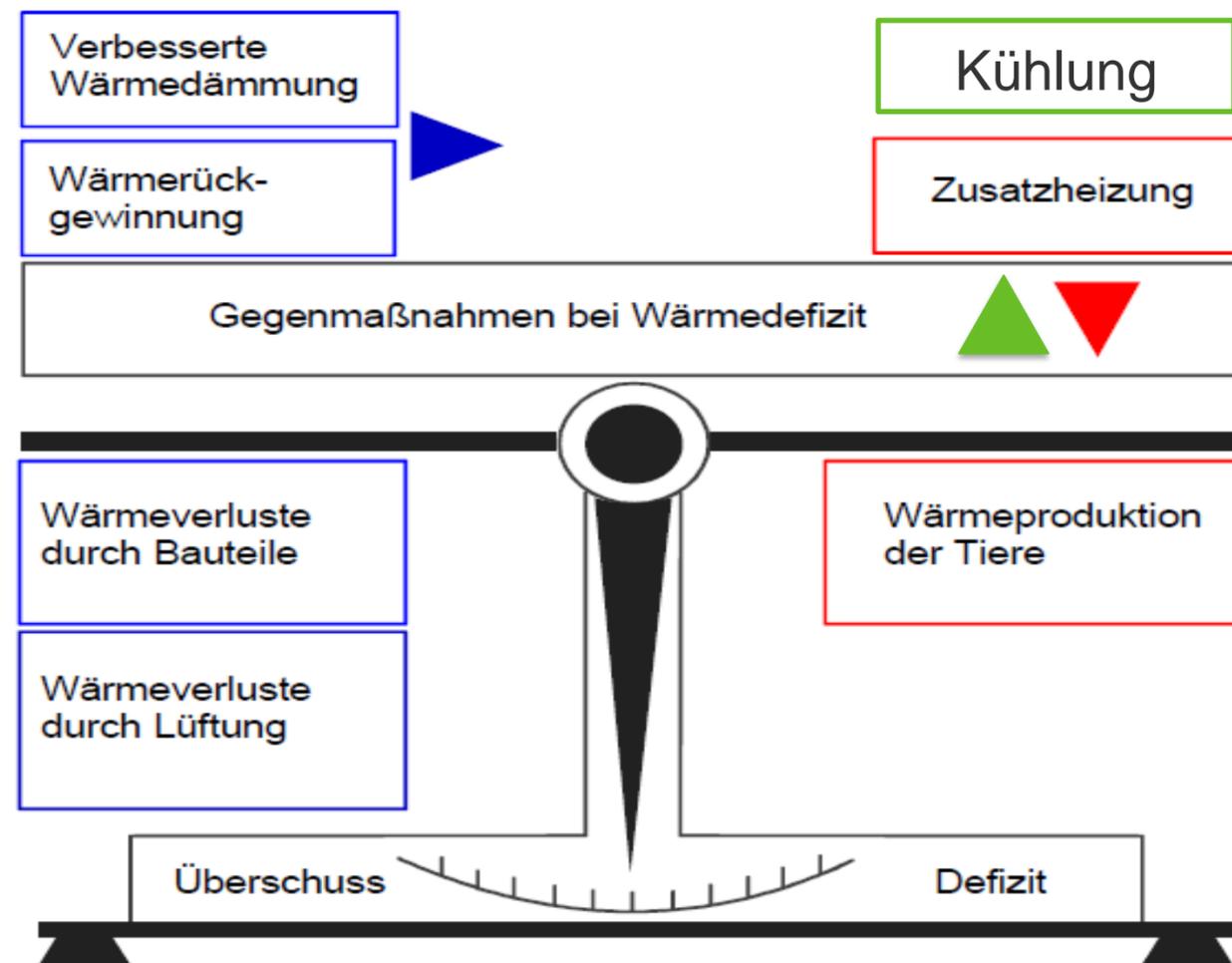
- Milchaustauscher: bis 10.LW etwa 530 l je nach Verfahren 20 bis 40 ° C
- Tränkeimer: etwa 1,5 l/Eimer für 2 bis 5 Wochen mit 60° C
- Flächendesinfektion: etwa 24 l/Iglu mit 60° C
- Optional: Infrarotstrahler

Wasser	Menge	T1 (kalt)	T2 (warm)	Temp.-Diff. ΔT	Wärme-energie Q
	l/Kalb	°C	°C	K	kWh/Kalb
Eimerdesinfektion	45	12	60	48	2,5
Iglu-Desinfektion	24	12	60	48	1,3
Milchaustauscher erwärmen	533	12	40	28	17,4
Zwischensumme					21,2

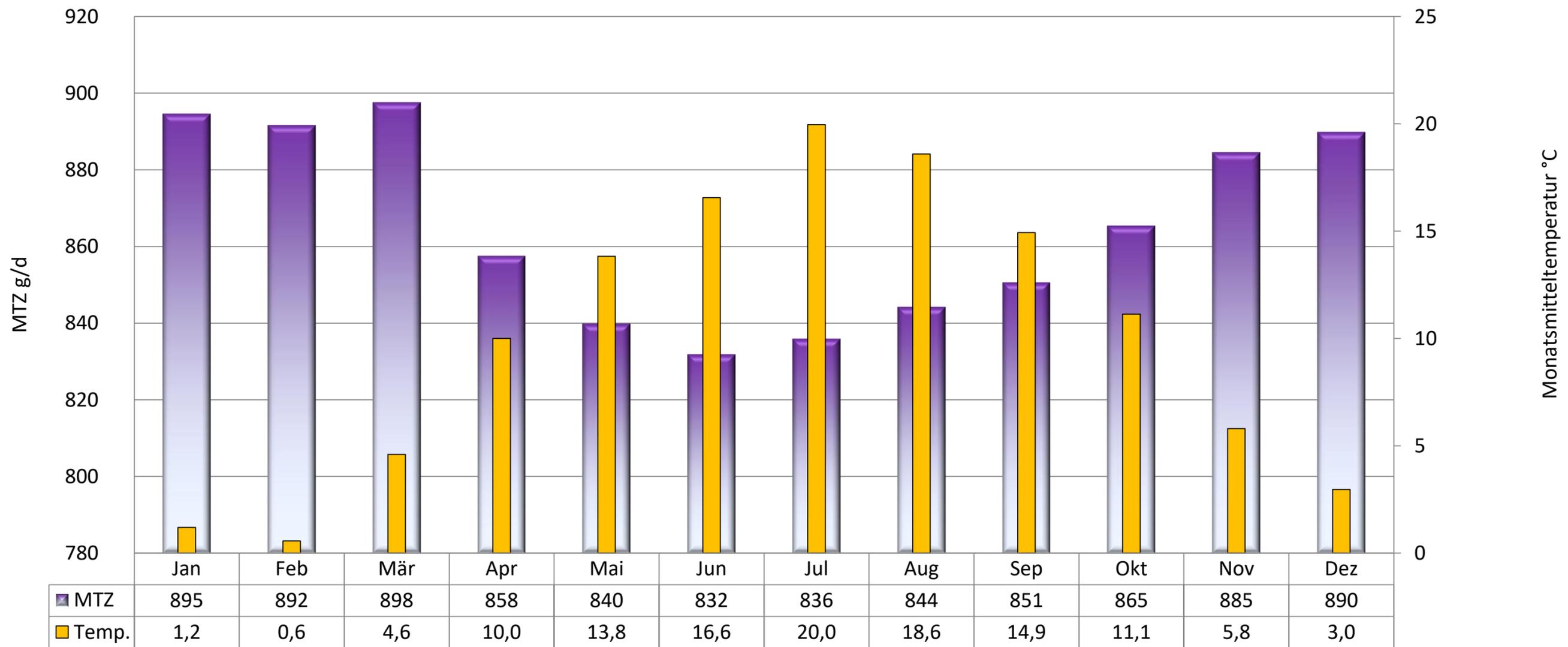
Strom	Installierte el. Leistung	Betriebsstunden	el. Arbeit W
	W_{el}	Bh/Kalb	kWh/Kalb
Infrarotstrahler	250	72	18,0

3. Wärme- und Kältebedarf in der Schweine- und Geflügelhaltung

Wärmebilanzwaage mit Ausgleichsmöglichkeiten



Masttagszunahmen im Jahresverlauf



Datenquelle: LKV Sachsen und DWD

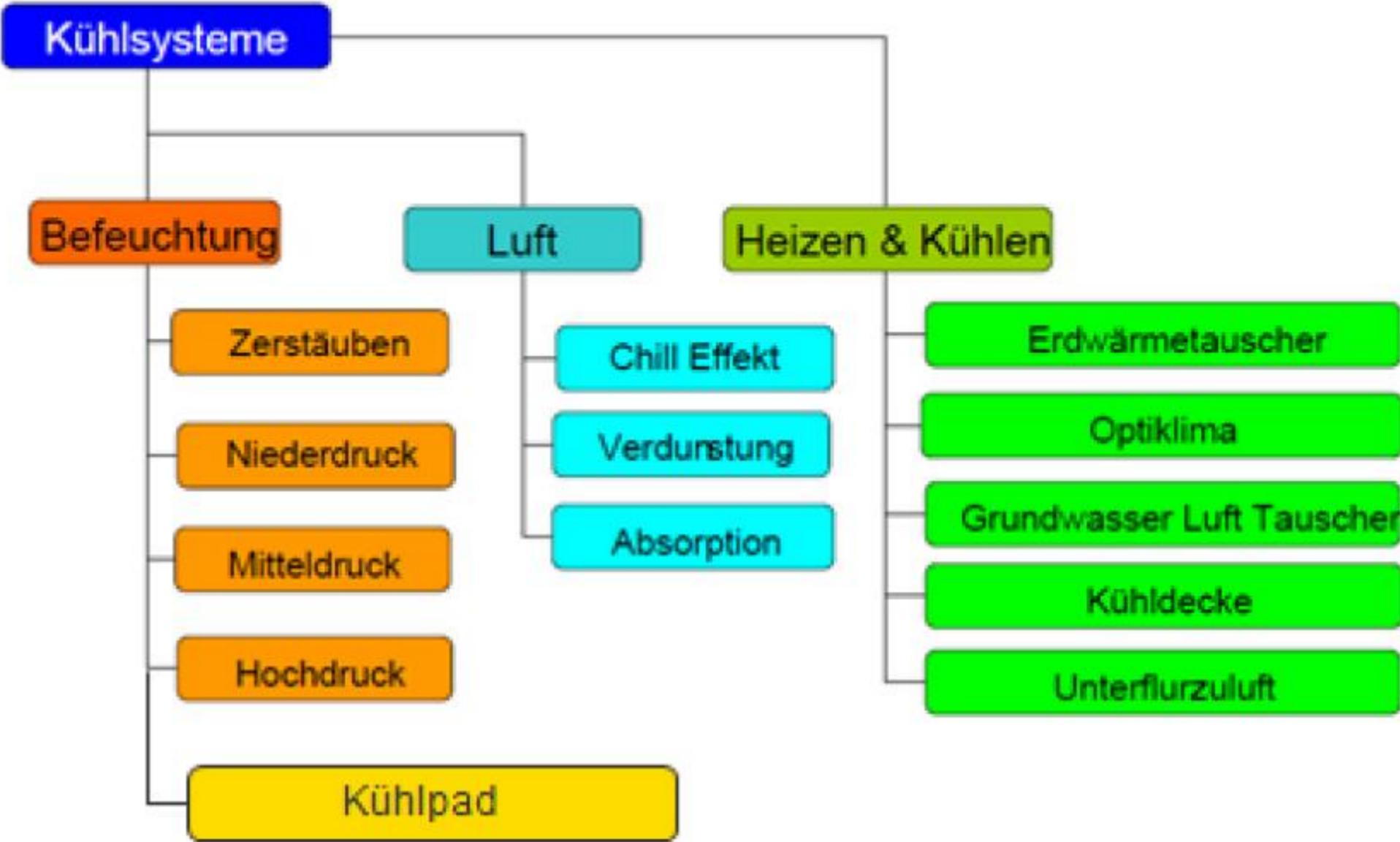
-> Masttagszunahmen von 3 identischen Betrieben über 3 Jahre nach Monaten und Monatsdurchschnittstemperaturen

Wärmebilanz Schweinestall nach TA-Luft

-> Außentemperatur, ab der eine positive Wärmebilanz durch die Wärmeproduktion der Tiere in einem Stall erreicht wird

Gewichtsklasse kg	26-39	40-52	53-65	66-78	79-91	92-104	105-117
Zieltemperatur im Abteil °C	24	22	21	20	19	18	18
Wärmebilanz positiv ab Außentemperatur von °C	3	-3	-7	-9	-11	-14	-14

Übersicht denkbarer Kühlsysteme für die Schweineproduktion (Quelle: BREEDE)



Unterflurzuluffführung in der Schweinehaltung

Schriftenreihe, Heft 17/2015



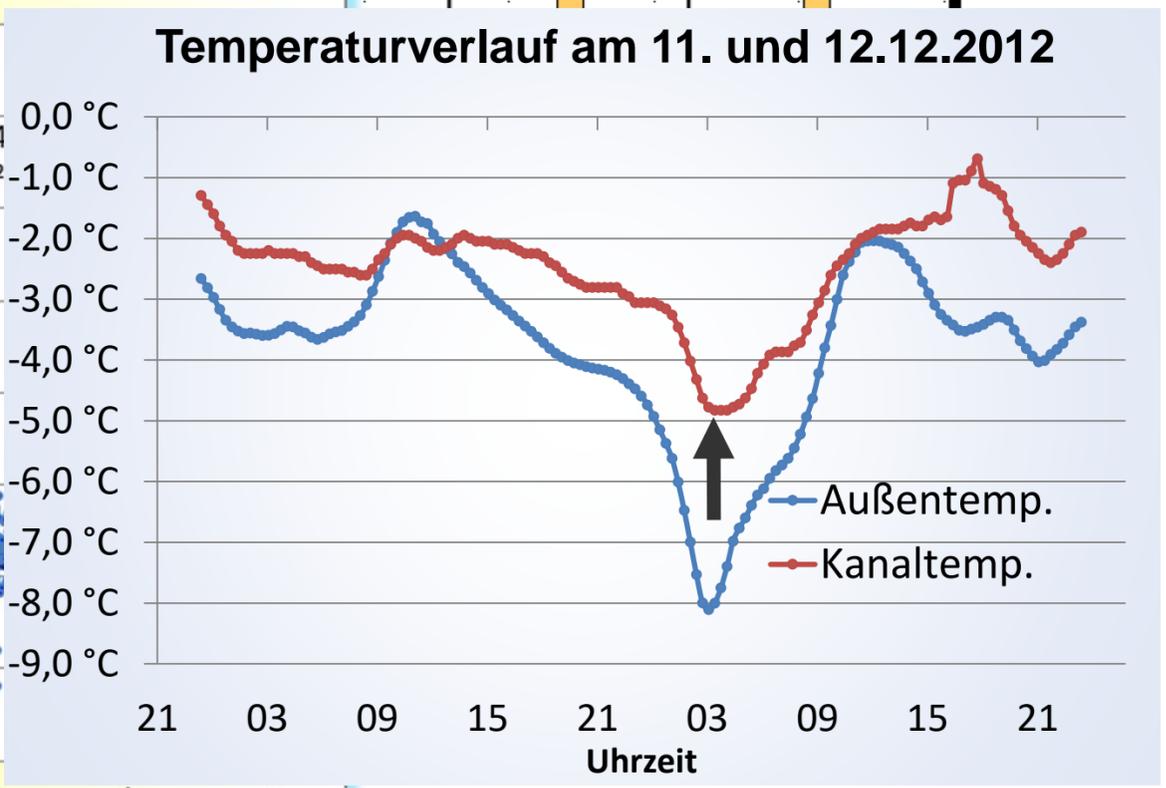
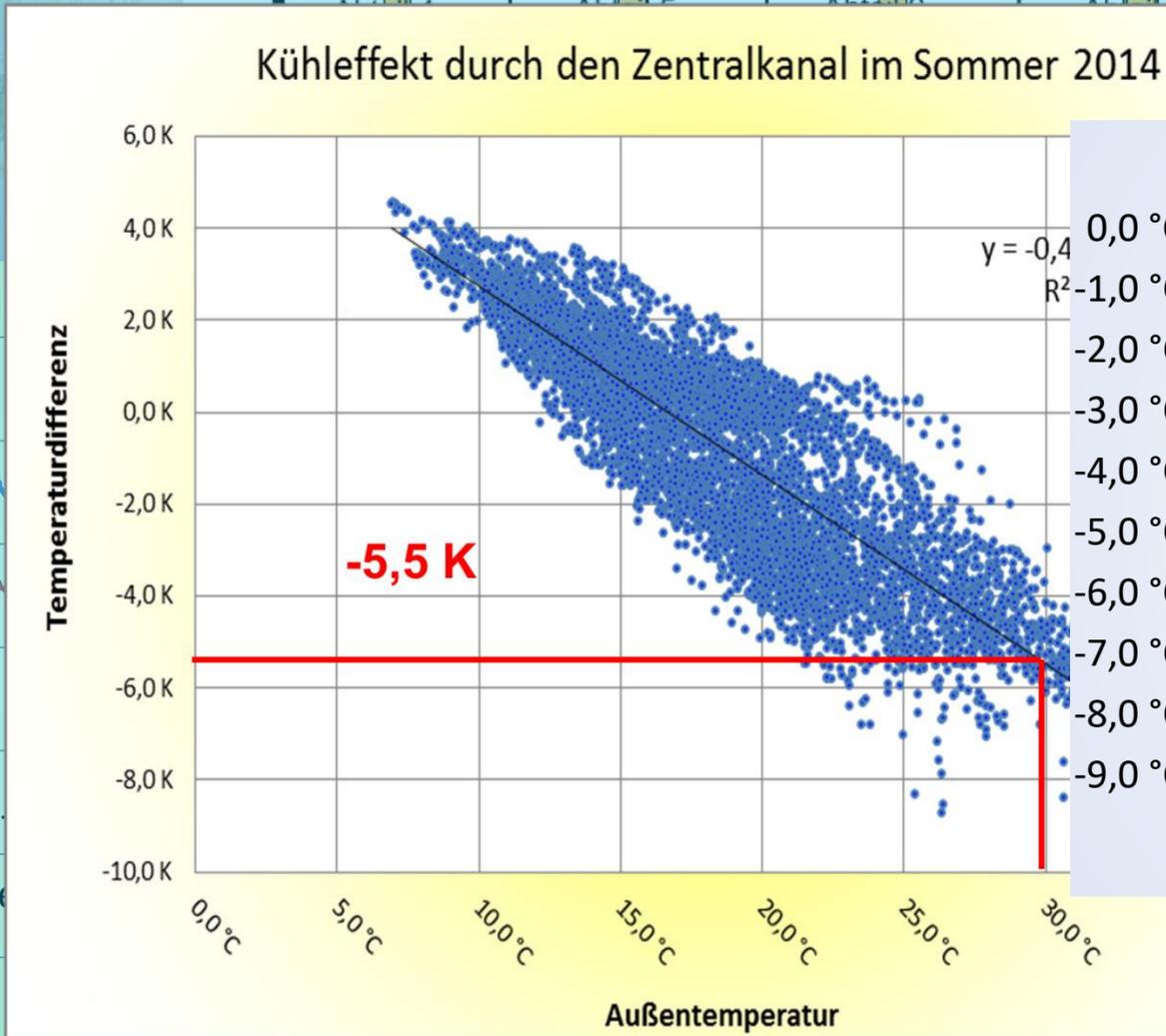
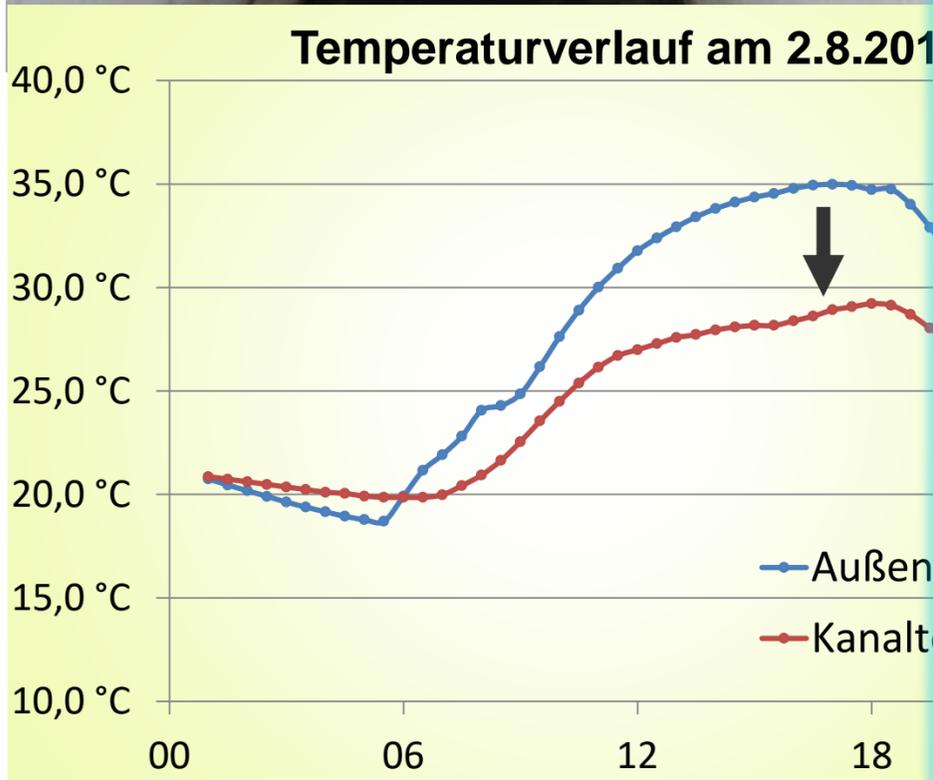
<https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/15189/documents/34780>

Anwendungsbeispiel „Unterflur Zuluftführung“



12
Bei einer Außentemperatur von 30 °C wurde die Zuluft durch den Kanal um 5,5 K vorgekühlt

1
Bei einer Außentemperatur von -10 °C wurde die Zuluft durch den Kanal um 5,4 K vorerwärmt



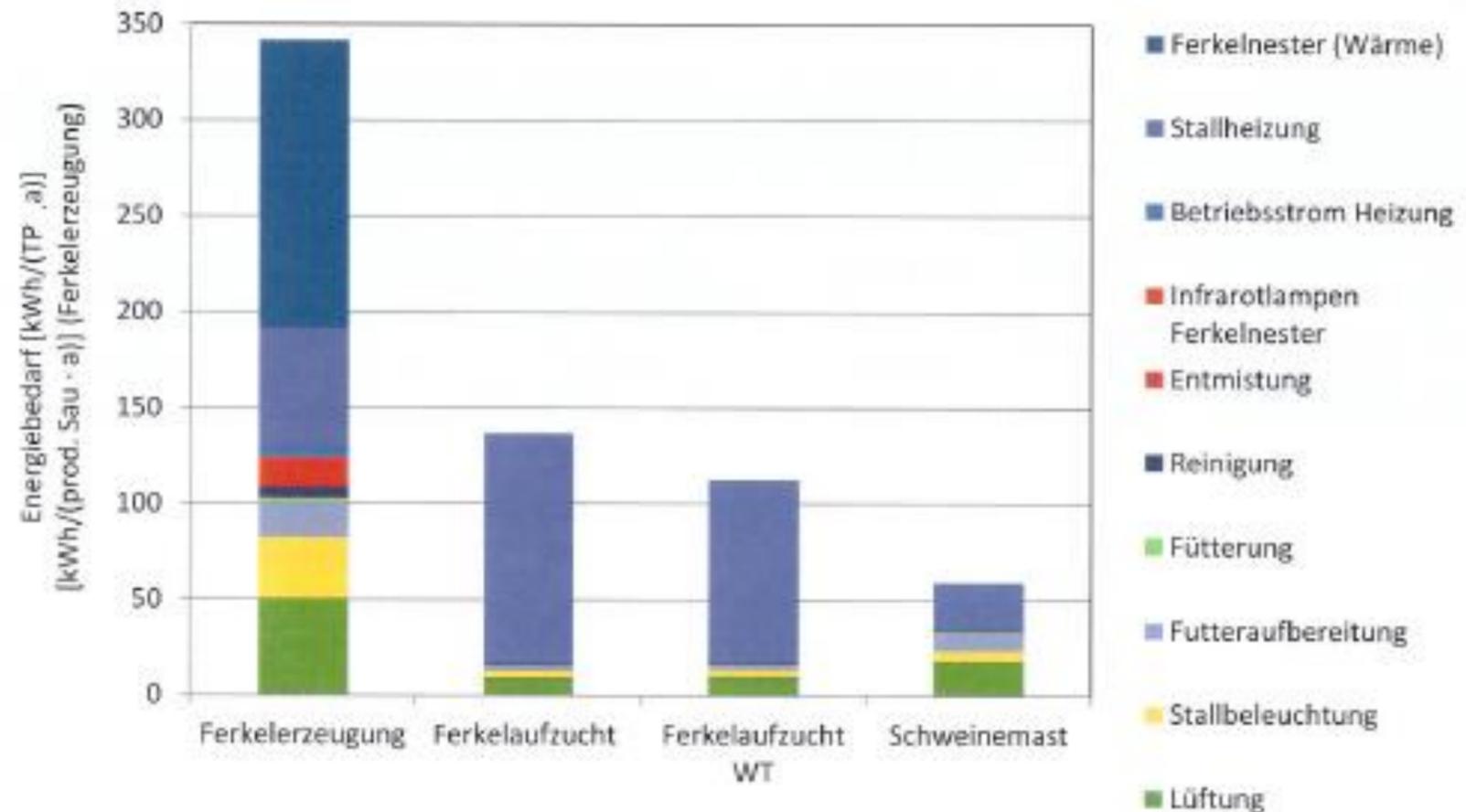


Abb. 4: Jährlicher Energiebedarf der Modellställe je produktive Sau (Ferkelerzeugung ohne Ferkelaufzucht) oder je Tierplatz (Ferkelaufzucht, Schweinemast)

-> Wärme hauptsächlich für Heizung von Ställen bzw. Zonen

Ferkelerzeugung ohne Aufzucht = 212 kWh/(Sau*a)

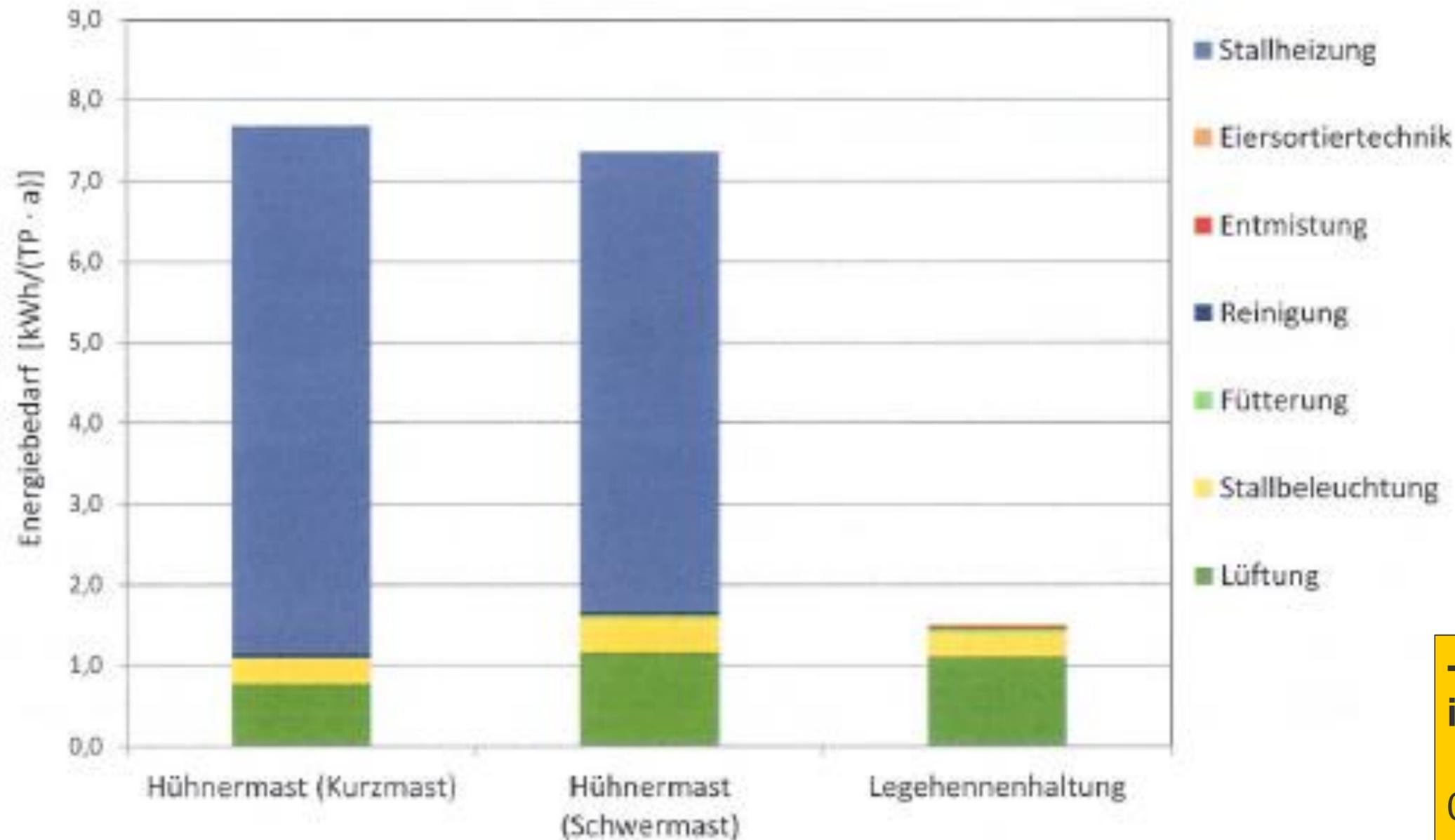
Ferkelaufzucht = 640 kWh/(Sau*a)

Strom für Infrarotlampen = 15 kWh/(Sau*a)

Betriebsstrom für Heizung = 6 kWh/(Sau*a)

Mast = 25 kWh/(MPI*a)

Wärmebedarf in der Geflügelhaltung



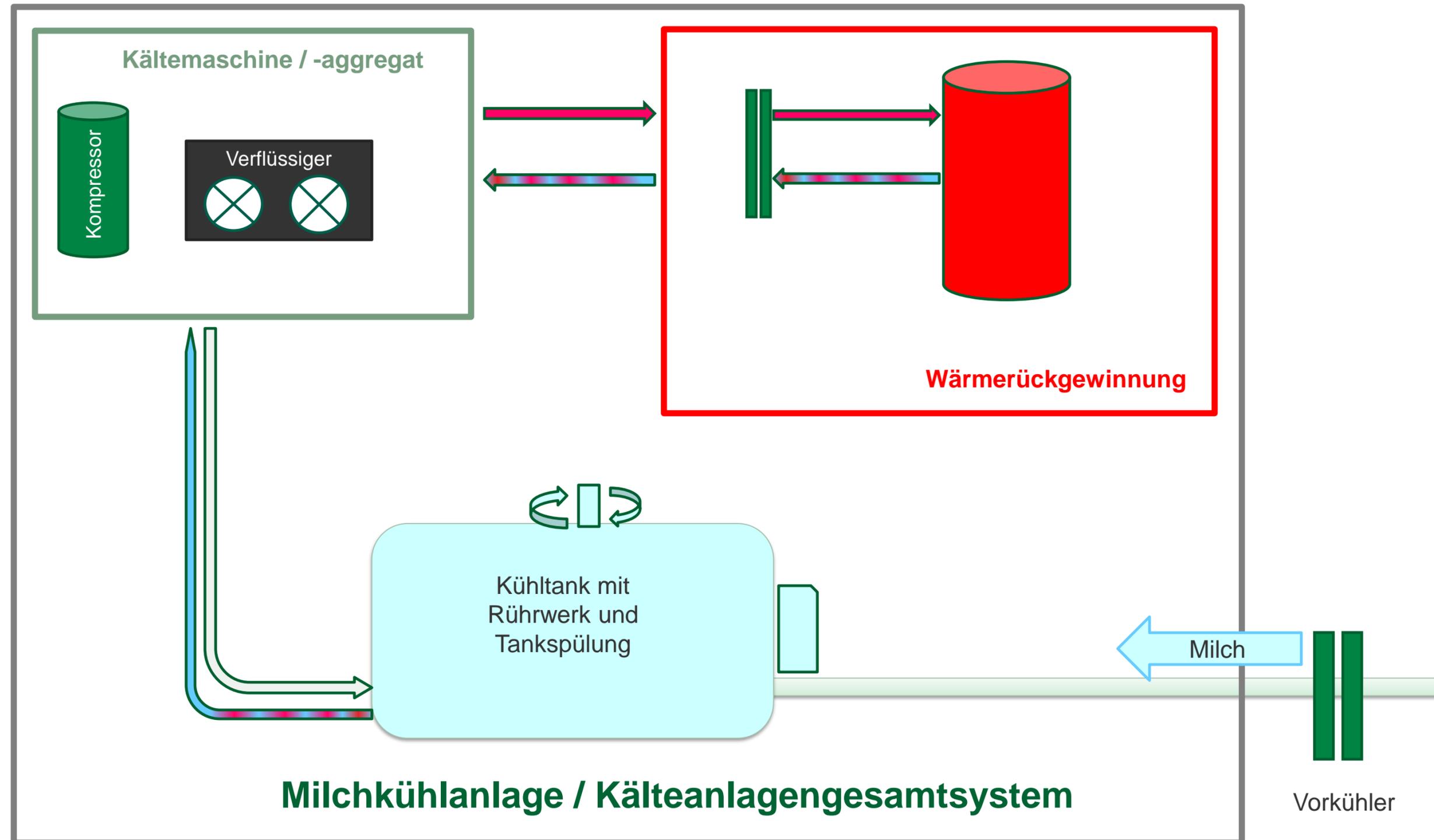
-> Heizung des Stallgebäudes
in den ersten 16 Lebenstagen

0,75 – 0,9 kWh/Tier

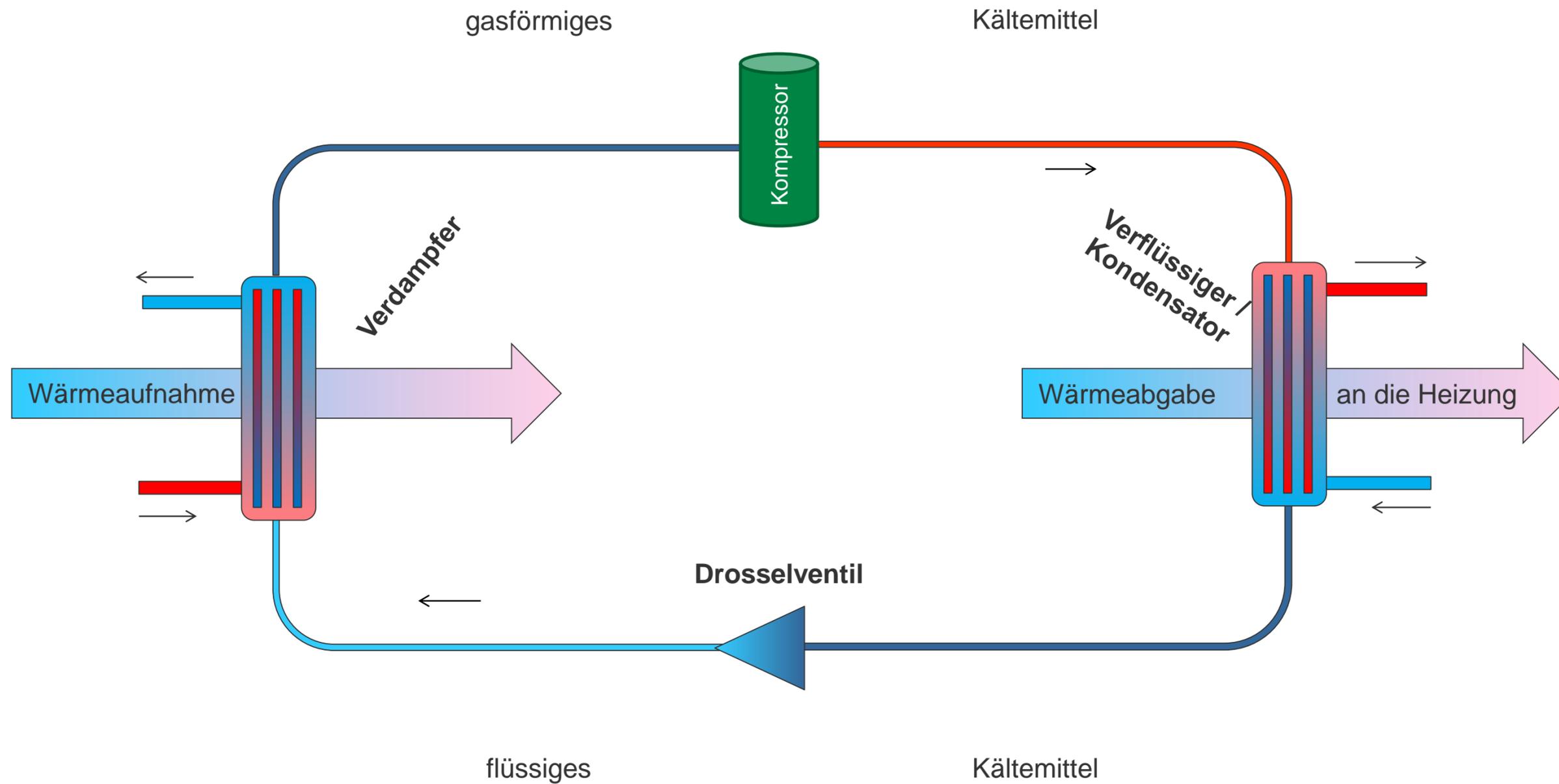
Abb. 7: Jährlicher Energiebedarf der Modellställe je Tierplatz

4. Anregungen und Anwendungsbeispiele

Prinzipskizze
Milchkühlung



Das Funktionsprinzip der Wärmepumpe





- Bei WRG erfolgt die Abkühlung des Kältemittels erst in einem Plattenwärmetauscher, dann im Kondensator
- dadurch kann Wasser auf 50 bis 60 ° C erwärmt werden



- stärkere Kompression des Kältemittels führt zu höherer Temperatur, dafür wird aber mehr Antriebsenergie benötigt
- Nur, wenn auch warmes Wasser abgenommen wird, ist eine WRG sinnvoll!

Anwendungsbeispiel „Gülle Kühlung“



Energieerzeugung und –verbrauch im Jahr 2017 in kWh

	Stromzähler Wärmepumpe 1	Stromzähler Wärmepumpe 2	Wärmemengen- zähler
02.01.2017	19.729	15.220	93.750
01.01.2018	87.583	62.235	462.540
364	67.854	47.015	368.790
je Tag	186	129	1.013
pro Jahr	68.040	47.144	369.803
kWh Wärme je kWh Strom			3,21

<https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/34584/documents/53827>

5. Getreidetrocknung

Energiebedarf von Trocknungssystemen
Table 3: Energy requirements of drying systems

Getreidetrocknung – Feuchteentzug von 19 auf 14 % / Grain drying – Moisture reduction from 19 to 14 %				
Trocknerbauart Type of dryer	Mittlerer spez. thermischer Energiebedarf Average specific thermal energy requirement kWh _{th} /kg	Varianz spez. thermischer Energiebedarf Variance of specific thermal energy requirement kWh _{th} /kg	Mittlerer spez. elektrischer Energiebedarf ²⁾ Average specific electrical energy requirement ²⁾ kWh _{el} /kg	Bemerkungen Comments
Dächerschicht-Satz-Trockner Cascade batch	1,5	1,3–2,0	0,14	Warmlufttemp. auf 60 °C begrenzt warm air temperature limited to 60 °C
Dächerschicht-Umlauf-Trockner Cascade recirculating dryer	1,3	1,1–1,7	0,08	Warmlufttemp. 80 °C warm air temp. 80 °C
Dächerschicht-Durchlauf-Trockner Cascade continuous dryer	1,2	0,98–1,5	0,07	Warmlufttemp. 80 °C warm air temp. 80 °C
Schachttrockner (Satzrockner) ¹⁾ Tower dryer (batch dryer) ¹⁾	1,4	1,28–1,9	0,14	Warmlufttemp. 60 °C gute Selbstisolierung bei innenliegender Warmluftzuführung warm air temp. 60 °C good self-insulation with internally circulated warm air
Schachttrockner (Umlaufrockner) ¹⁾ Tower dryer (recirculating dryer) ¹⁾	1,25	1,12–1,6	0,10	Warmlufttemp. 80 °C gute Selbstisolierung bei innenliegender Warmluftzuführung warm air temp. 80 °C good self-insulation with internally circulated warm air
Bandrockner Belt dryer	1,35	1,15–1,7	0,05	gleichmäßige Trocknung, Mehrbandrockner sind verfahrenstechnisch Einbandrocknern überlegen uniform drying, multiple belt dryers perform better than single band ones
Schubwendetrockner Feed-and-turn dryer	1,45	1,25–1,9	0,09	große Funktionsvariabilität daher überdurchschnittlicher spez. Energiebedarf great flexibility regarding function with an associated slightly higher specific energy requirement
Trommeltrockner Drum dryer	1,7	1,5–2,2	0,06	geringe aktuelle Bedeutung in der Landwirtschaft small current importance in agriculture
Wagentrockner Trailer dryer	1,75	1,5–2,5	0,09	überholtes System, neue Lösungen zur Wärmenutzung von Biogasanlagen zunehmend Schütthöhe < 1 m overtaken system, new solutions for using heat from biogas plants increasing grain load height < 1 m
Containertrockner Container dryer	1,8	1,5–2,5	0,1	Wagentrockner, in der Schütthöhe ca. 1,5 m as with trailer dryer, in load height of around 1.5 m
Silosatzrockner / Silo batch dryer	1,1	1,0–1,25	0,12	Warmlufttemp. 60 °C / warm air temp. 60 °C geringe Warmlufttemp., hoher Energiebedarf für

-> Wärmebedarf für die Trocknung von Getreide oder anderen Agrarprodukten

Spezifischer Energiebedarf:
je nach Trockner 1,1 – 1,8 kWh/kg Wasserentzug

Wasserentzug: „Duval’sche Formel“

$$m_{H_2O} = m_{Na\beta ww} \cdot \left\{ \frac{(FA - FE)}{(100 \% - FE)} \right\}$$

FA = Anfangsfeuchtegehalt in %

FE = Endfeuchtegehalt in %

m_{H_2O} = Masse des entzogenen Wassers

$m_{Na\beta ww}$ = Masse des zu trocknenden Gutes

Quelle: Jens Grube und Markus Böckelmann, „Die Ernte in trockenen Tüchern – Kennzahlen zur Getreidetrocknung“, <https://www.landtechnik-online.eu>

Getreidetrocknung (Praxisbeispiele)

Getreide 19 % -> 14 %

$$\text{Wasserentzug} = \frac{(19\% - 14\%) * 1.000 \text{ kg/t}}{86\%} = 58 \text{ kg/t}$$

$$1,5 \text{ kWh}_{\text{th}}/\text{kg Wasser} * 58 \text{ kg/t} = 87 \text{ kWh}_{\text{th}}/\text{t}$$

$$10\% \text{ el. Energie} = 8,7 \text{ kWh}_{\text{el}}$$

Kosten \approx 12,- €/t

Mais 30 % -> 14 %

$$22 \text{ l Heizöl/t} * 10,1 \text{ kWh/l} = 222 \text{ kWh Wärme}$$

$$+ 11 \text{ kWh Strom}$$

Kosten \approx 32,- €/t



<https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/30534>