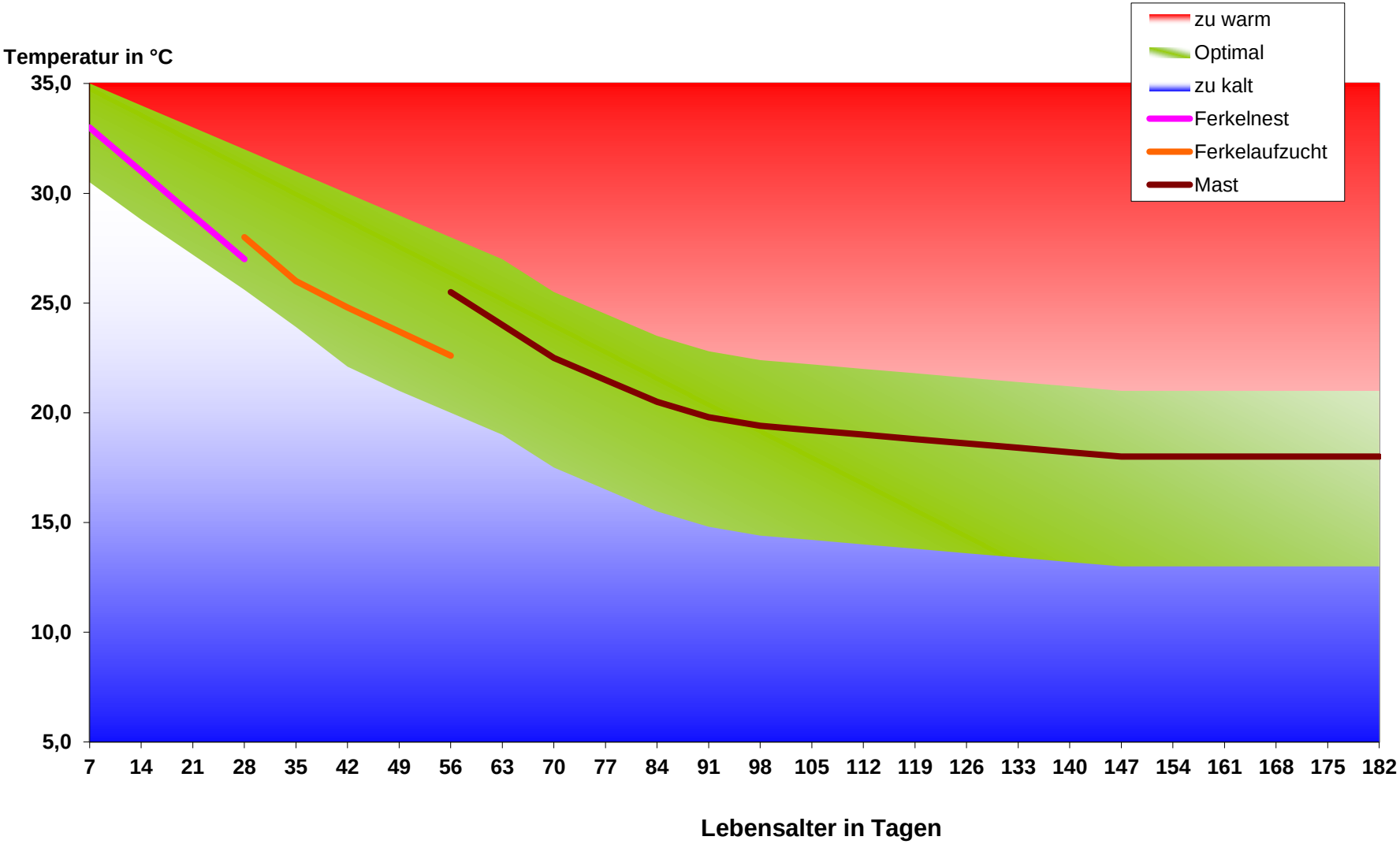
EFFIZIENT HEIZEN IM SCHWEINESTALL

Wilfried Brede
Holzhausen
Weidestraße 53
34376 Immenhausen
Mobil: 0171 3050746
E-Mail: w.brede@sta-alsfeld.de

© Wilfried Brede

Komfortzonen für Schweine



EINSTALLTEMPERATUR : + 4 K

LUFTTEMPERATUR

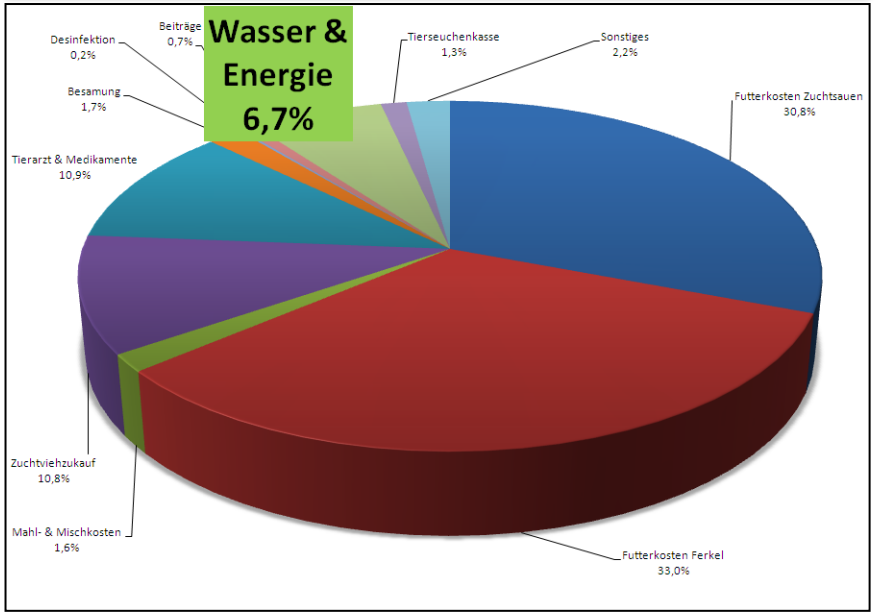
BODENTEMPERATUR

© Wilfried Brede

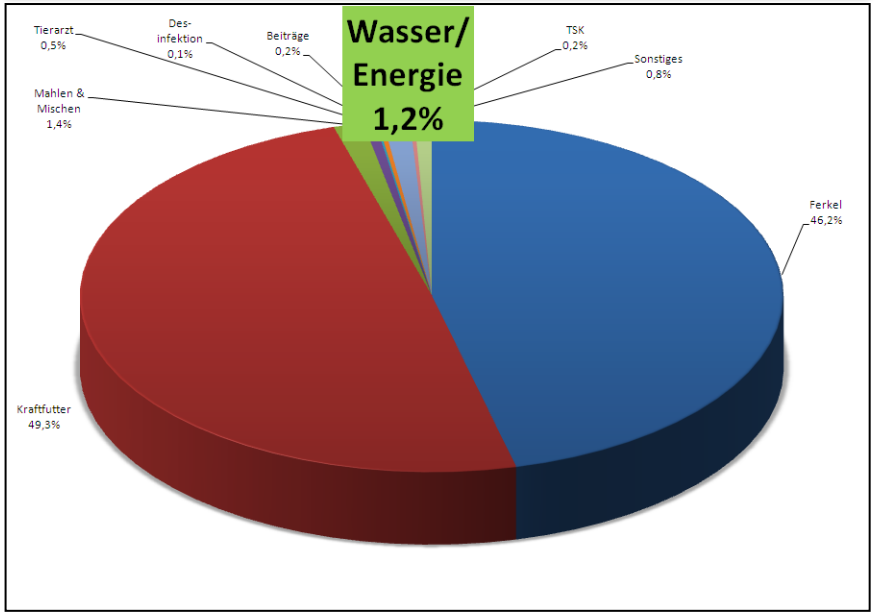
Was erwartet Sie ?

- Energieaufwand & Kostenstrukturen
  - Ferkelerzeugung
  - Schweinemast
- Heizsysteme in der Schweineproduktion
  - Direkte Heizung über angewärmte Luft
  - Indirekte Systeme über Strahlungswärme
  - Indirekte Systeme über Warmwasser
- Ferkelnestheizung
- Luft-Luft-Wärmetauscher
- Fazit

Ferkelerzeugung



Schweinemast



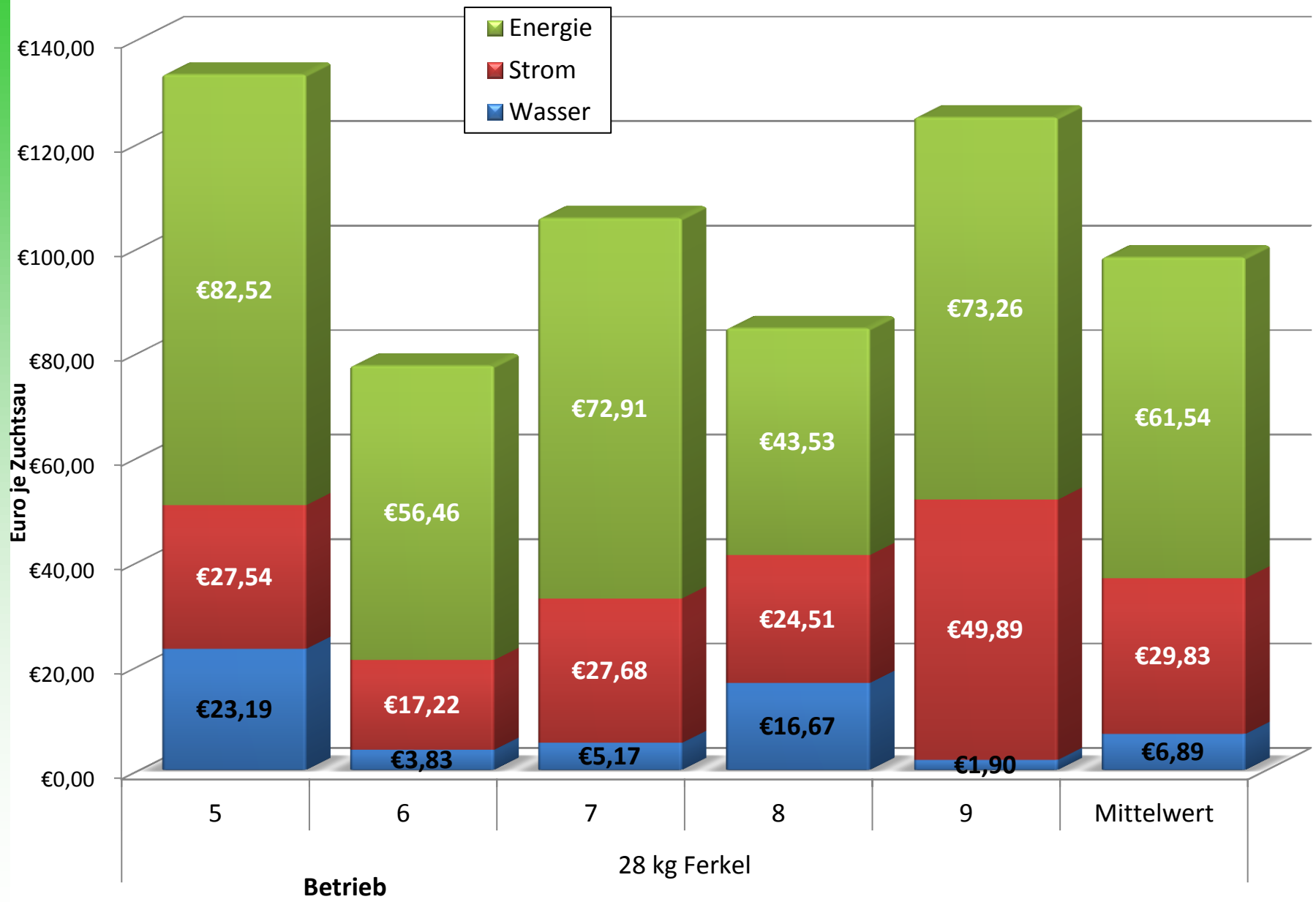
Energieverbrauch in der Innenwirtschaft

Betriebszweig	Verbrauch an Elektrizität	Verbrauch an Heizenergie
Sauenhaltung	220 kWh / Sau	950 kWh / Sau
Mastschweine	35 kWh / Platz	50 kWh / Platz
Milchvieh	400 kWh / Kuh	
Kälbermast	100 kWh / Platz	400 kWh / Platz
Hähnchenmast	0,3 kWh / Tier	1,1 kWh / Tier

Quelle: Energieeffizienzverbesserung in der Landwirtschaft, Verband der Landwirtschaftskammern e. V., 2009

© Wilfried Brede

Energiekosten in der Ferkelerzeugung



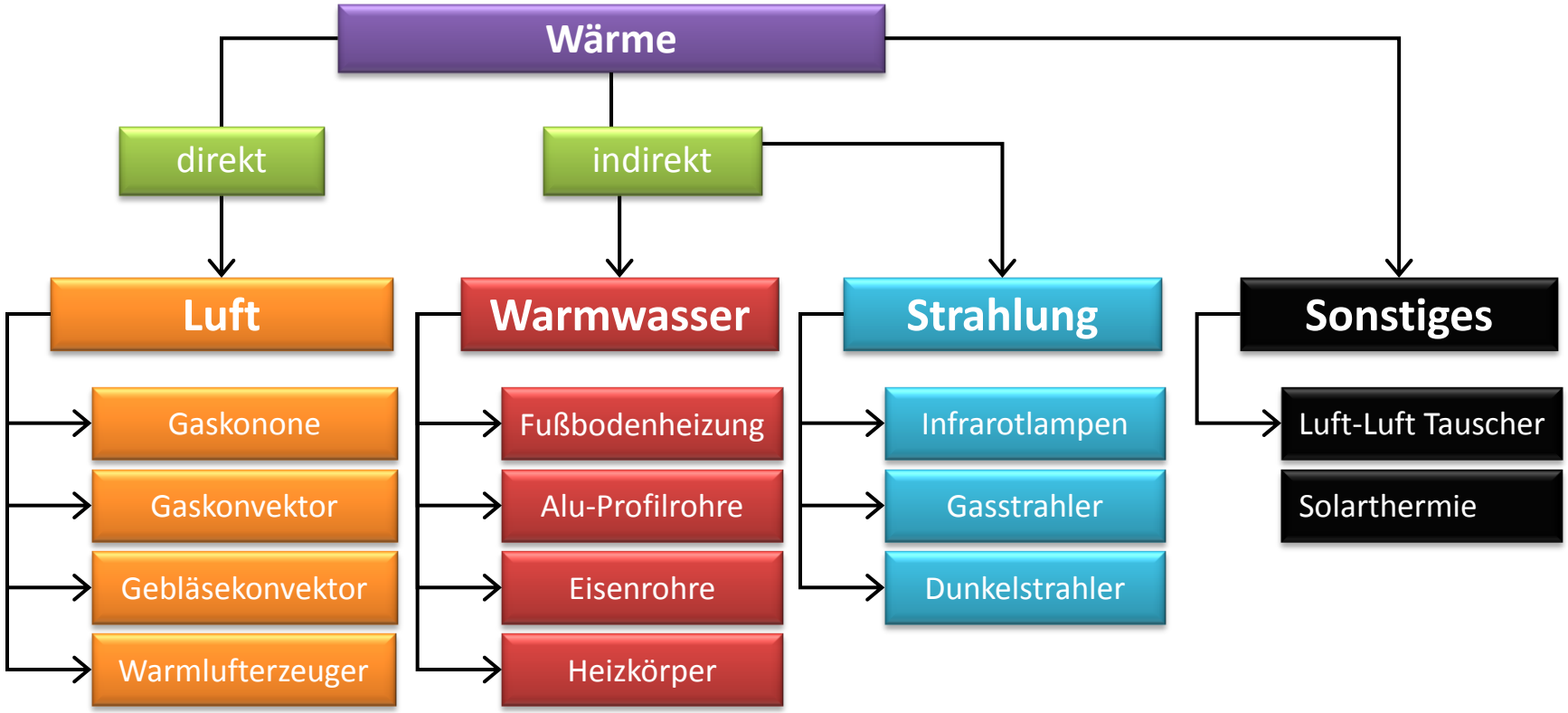
Entscheidungskriterien bei der Auswahl einer Heizung

STA
Serviceteam Alsfeld GmbH

- ✓ Vorhandene Energieträger
- ✓ Energiebedarf
- ✓ Investitionskosten
- ✓ Betriebskosten
- ✓ Wartung und Pflege
- ✓ Einbaumöglichkeiten

© Wilfried Brede

Heizungssysteme in der Schweineproduktion



Energieträger		
Heizöl Erdgas Flüssiggas	Heizöl Erdgas Flüssiggas altern. Energien	Heizöl Erdgas Flüssiggas Strom

Heizungsverfahren

STA
Serviceteam Alsfeld GmbH

Heizung

Zuchtsauen

Ferkelnest
- Warmwasser
- Elektrisch
- Strahlung

Raumheizung
- Warmwasser
- Luft

Zuluftheizung
- Warmwasser
- Luft
- Strahlung
- Wärmerückgewinnung

Ferkelaufzucht

Fußbodenheizung
- Warmwasser
- Elektrisch

Zonenheizung
- Warmwasser
- Elektrisch
- Strahlung

Raumheizung
- Warmwasser
- Luft

Zuluftheizung
- Warmwasser
- Luft
- Strahlung
- Wärmerückgewinnung

Mast

Raumheizung
- Warmwasser
- Luft

Zuluftheizung
- Warmwasser
- Luft
- Strahlung
- Wärmerückgewinnung

© Wilfried Brede

Dimensionierung der Heizung

Heizung

Zuchtsauen

- Ferkelnest
  150 W / Nest
- Raumheizung
  150 W / Zuchtsau

Ferkelaufzucht

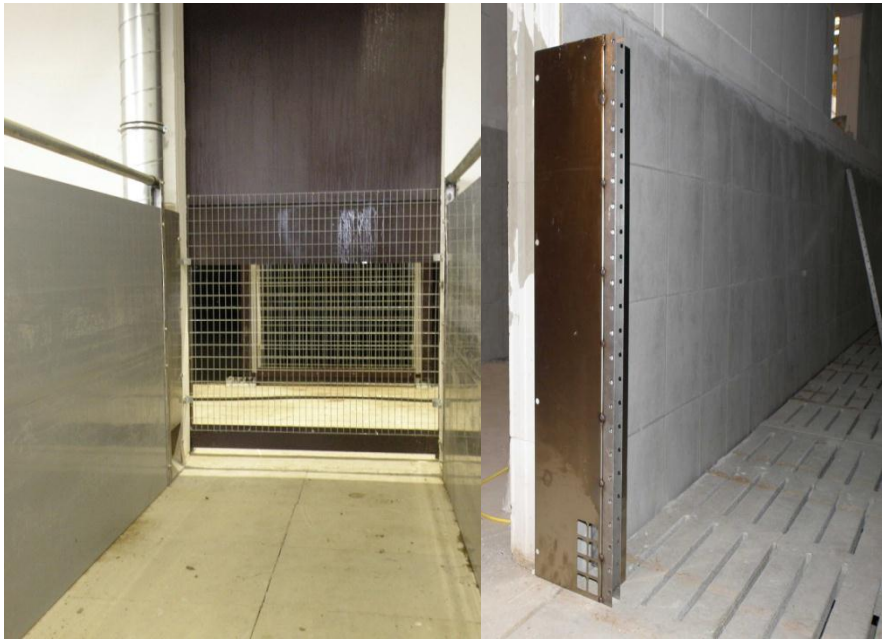
- Fußbodenheizung
  30 W / Platz
- Zonenheizung
  50 W / Platz
- Raumheizung
  80 W / Ferkelplatz

Mast

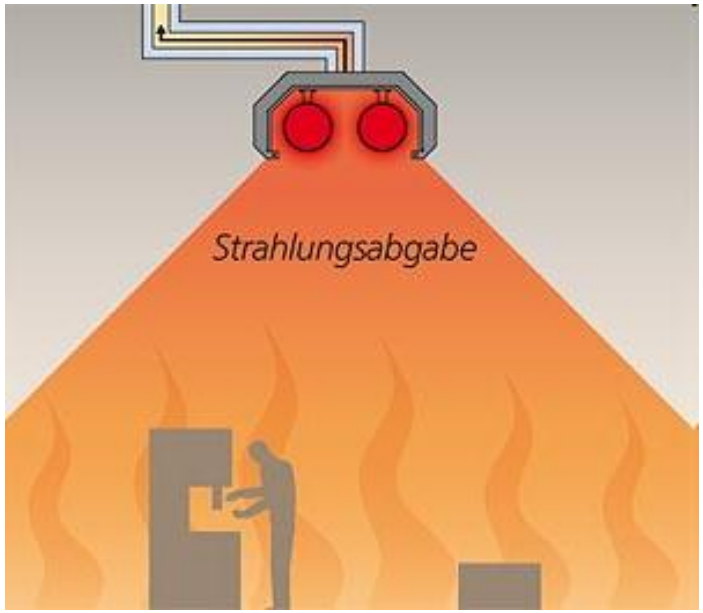
- Raumheizung
  50 W / Mastplatz

© Wilfried Brede

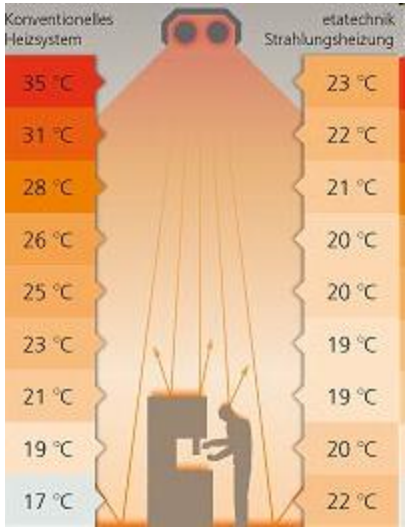
Gaskanone, Gasgebläsekonvektor

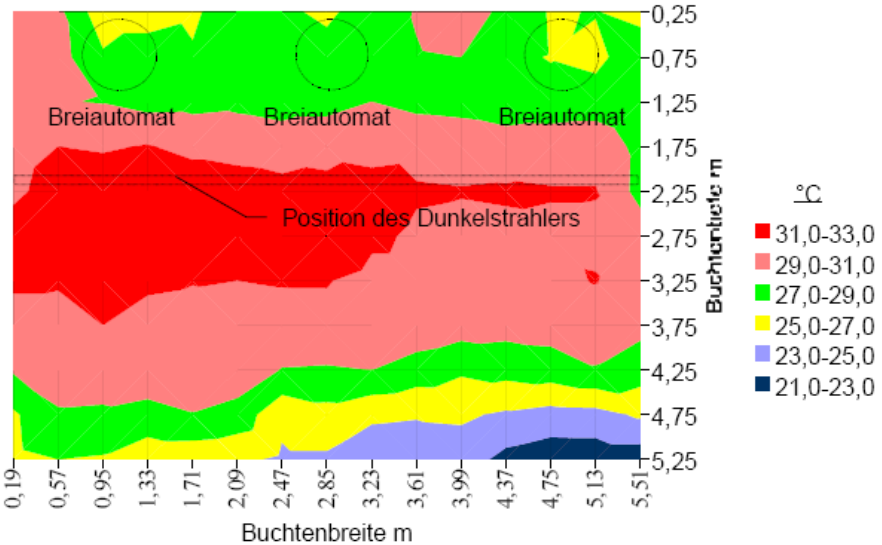


Dunkelstrahler



Oberflächentemperatur des Betonspaltenbodens





Warmwassertauscher

© Wilfried Brede

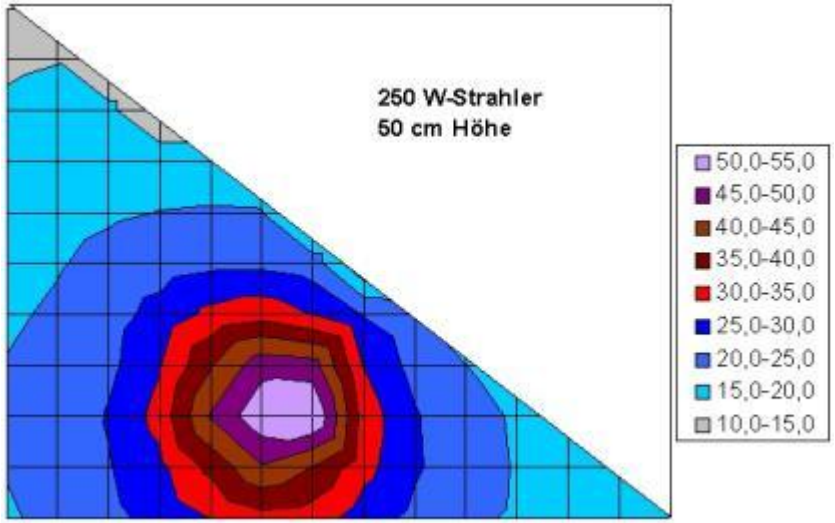
Twinrohre, Heizkörper, Fußbodenheizung, etc.

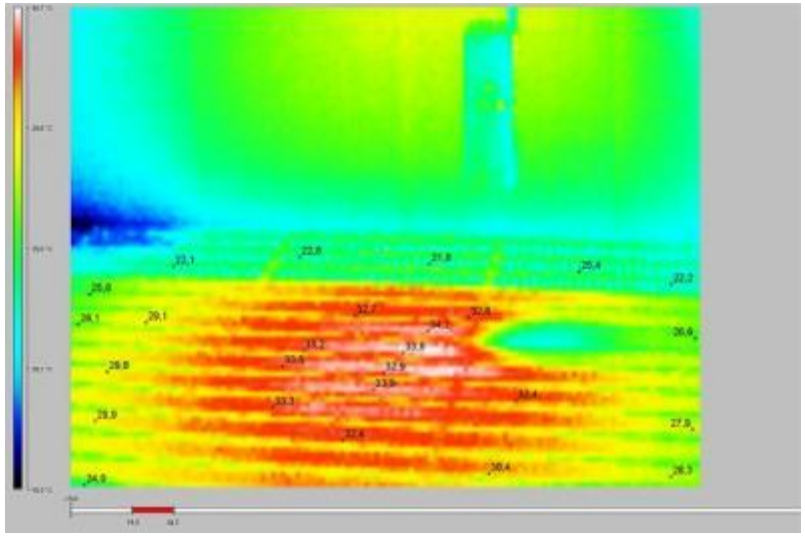
© Wilfried Brede

Infrarotstrahler und Gasstrahler

Niedrige Investitionskosten

Schlechte Verteilung
Raumlufterwärmung

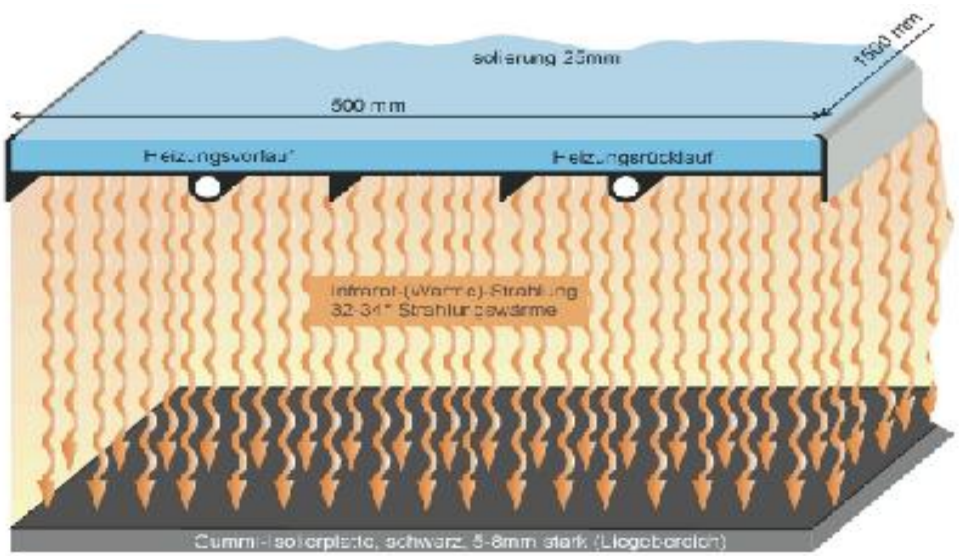




Fotos bzw. Grafiken: Jais, HDT, Möller, Werkbild

© Wilfried Brede

Strahlungswärme im Ferkelnest



Fotos: Blaffert, Veng Systems

Energiebedarf bis zum 21. Lebenstag

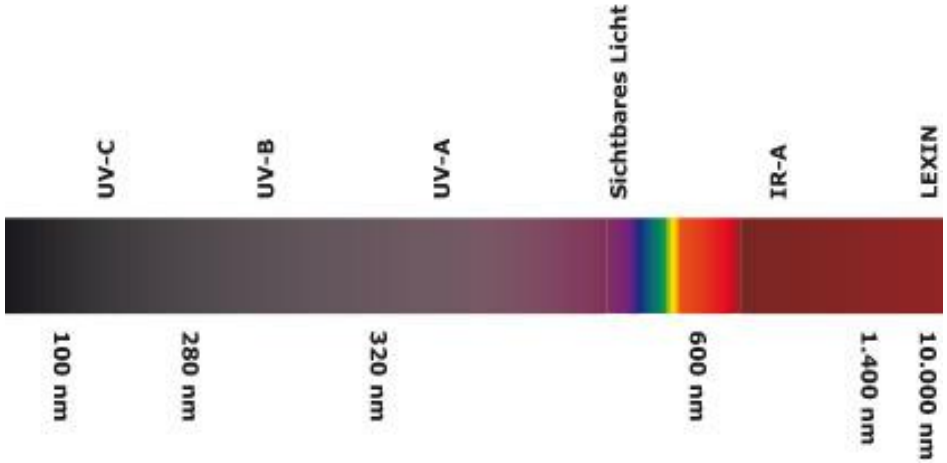
System	Nutzenergie je Wurf	Kosten je Wurf
Elektroinfrarotstrahler	98 kWh	14,62 €
Gasinfrarotstrahler	243 kWh	13,58 €
Kunststoffplatten elektrisch	43 kWh	6,41 €
Polymerbetonplatten Warmwasser	64 kWh	3,52 €

Quelle: de Baey-Ernsten et al.; ergänzt

© Wilfried Brede

STA
Serviceteam Alsfeld GmbH

Langwellige Infrarotstrahler erwärmen primär die Oberfläche sekundär die Luft



Grafik: Ensama GmbH

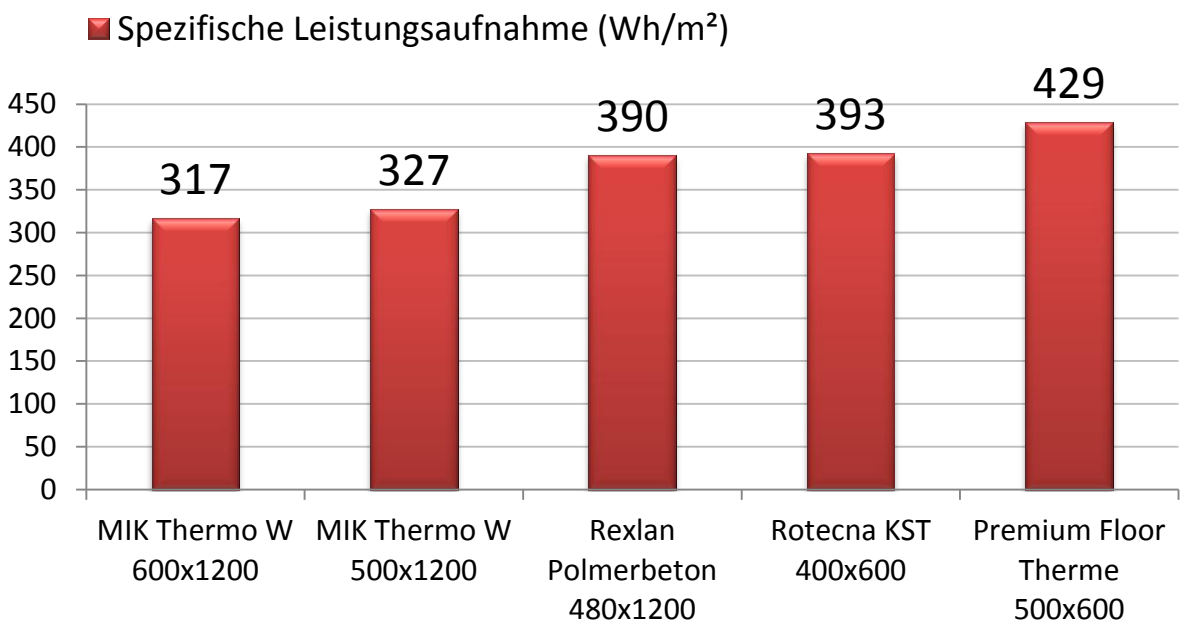
- Einfache Regelungstechnik
- Ferkelnestbezogene Regelung
- Übersichtliche Montage

- Betriebs- bzw. Anlagenkosten berücksichtigen

Fotos: Filip Tech GmbH

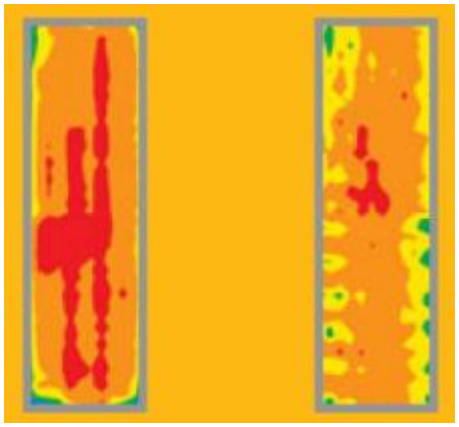
© Wilfried Brede

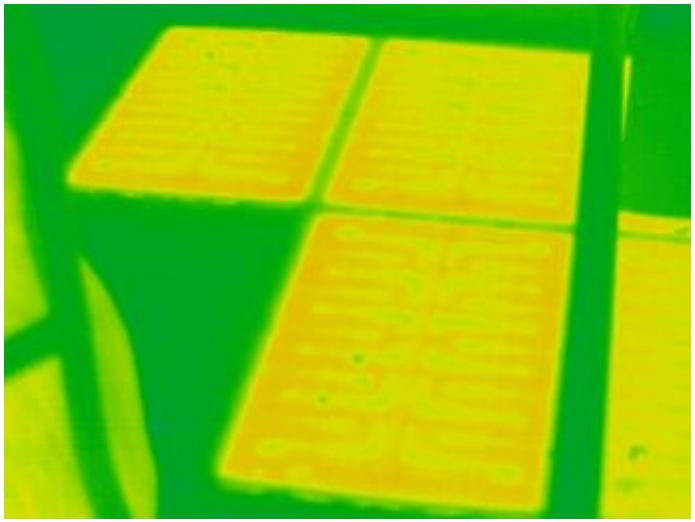
Energieeffizienz von Fußbodenheizungen für Ferkel



Prüfung durch die

Impulse für den Fortschritt





Anteil vorteilhafte Temperatur	**83 %**	**93 %**
Anteil optimale Temperatur	**55 %**	**57 %**
Leistungsaufnahme	**184 W**	**100 W**
Energiebedarf	**0,22 kWh/m²**	**0,11 kWh/m²**
Energieeffizienzklasse	**C +**	**A +++**

Energieeffizienz von Fußbodenheizungen ist wichtig, aber……..

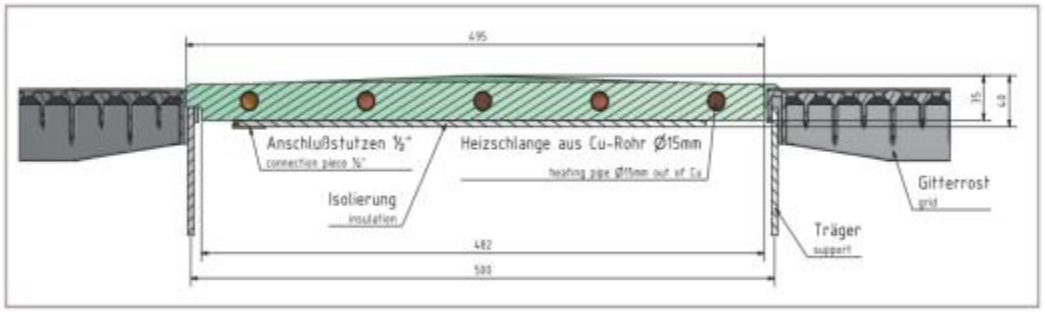
Fotos: Brede
Grafiken: Tenderfoot, TÜV

© Wilfried Brede

Auf die Details achten

Voll gekapselt
Gute Isolierung
Gute Hygiene

Indirekte Heizung
Energieeffizienz?!
Fehlende Isolierung

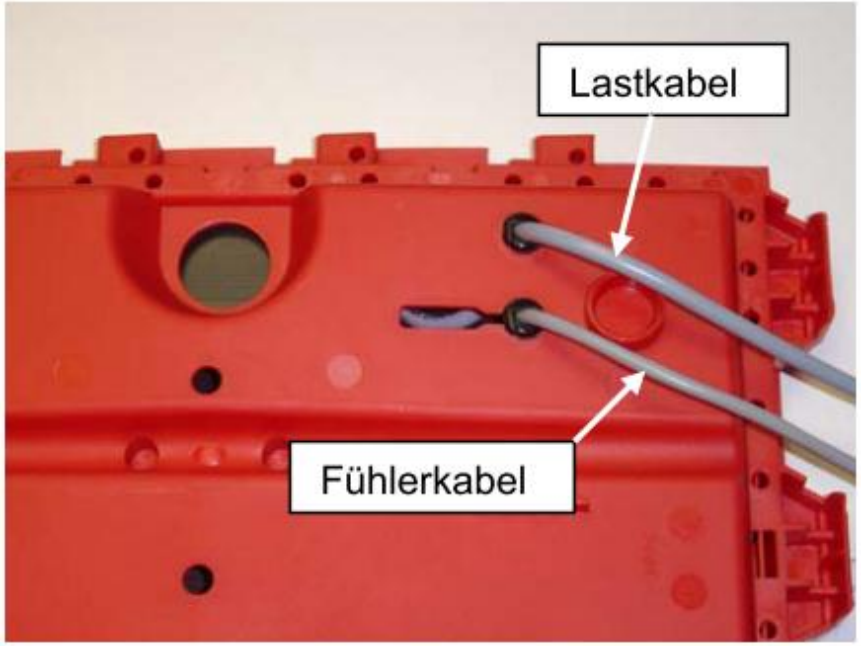


Offene Isolierung

Fotos & Grafiken: Premium Floor, StallRing. Schonlau

Auf die Details achten

Kein Materialmix

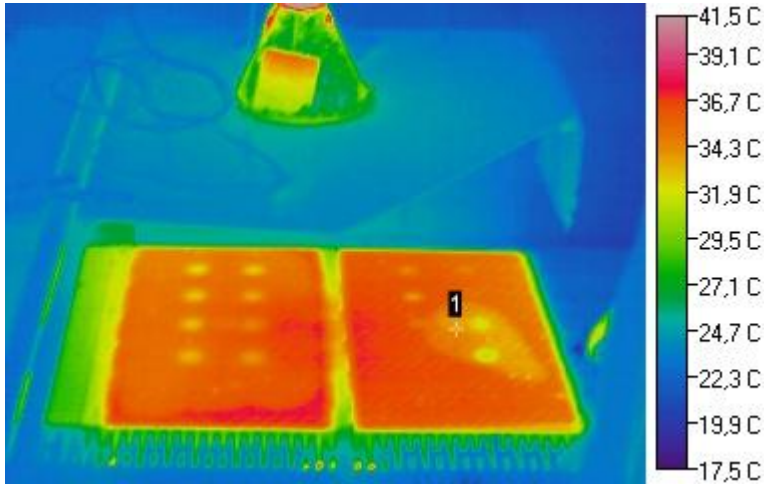


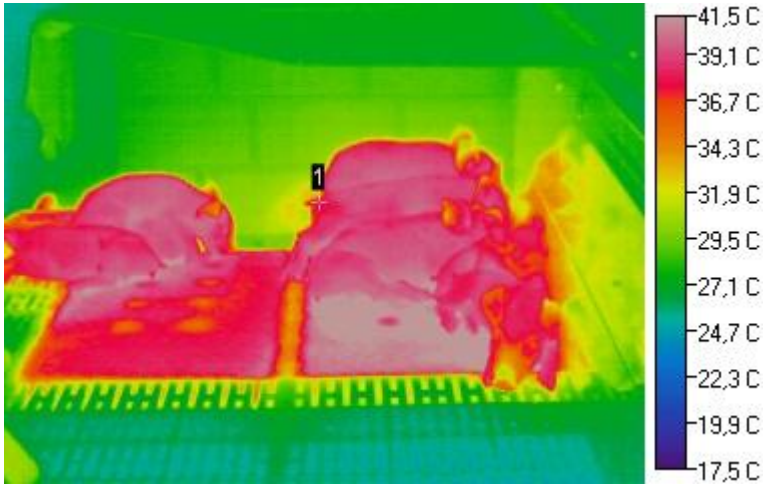
Fehlende Isolierung
Offenes System
Schadnagergefahr
Fliegenbrutstätte

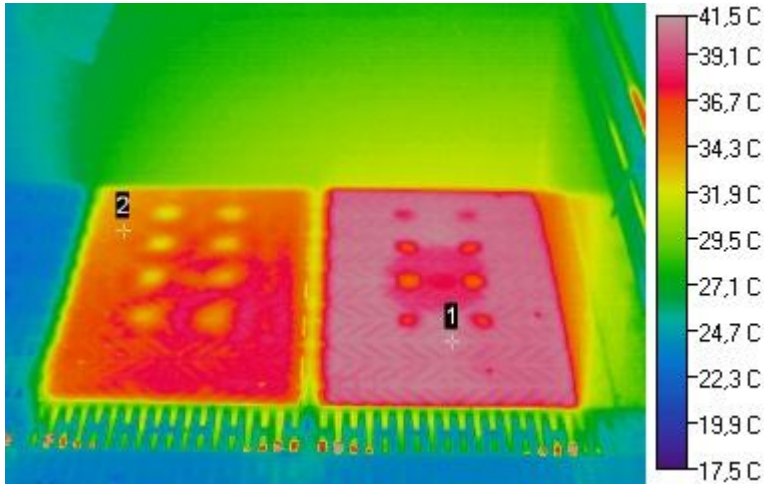
Fotos : Brede, Werkbild

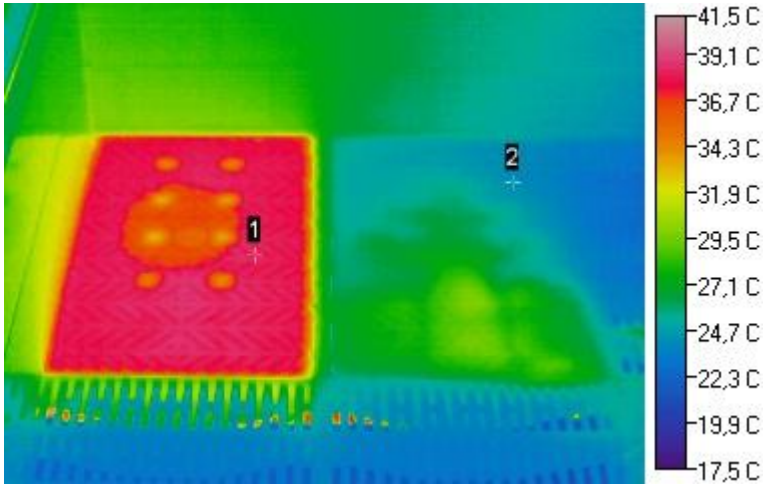
© Wilfried Brede

Mit der Wärmebildkamera Fehlern auf der Spur



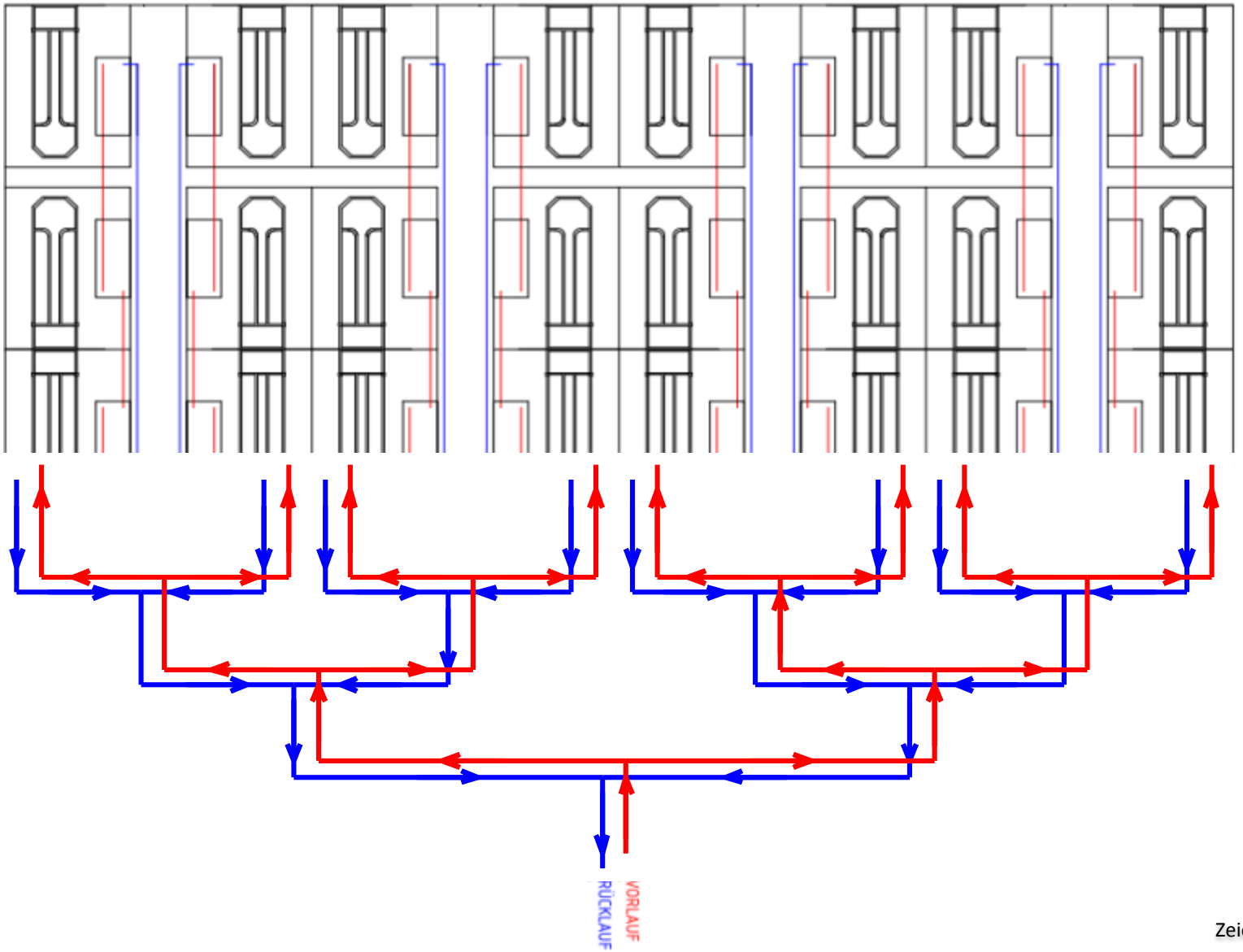






© Wilfried Brede

Die Regel: Maximal 5 Heizungen in Reihe

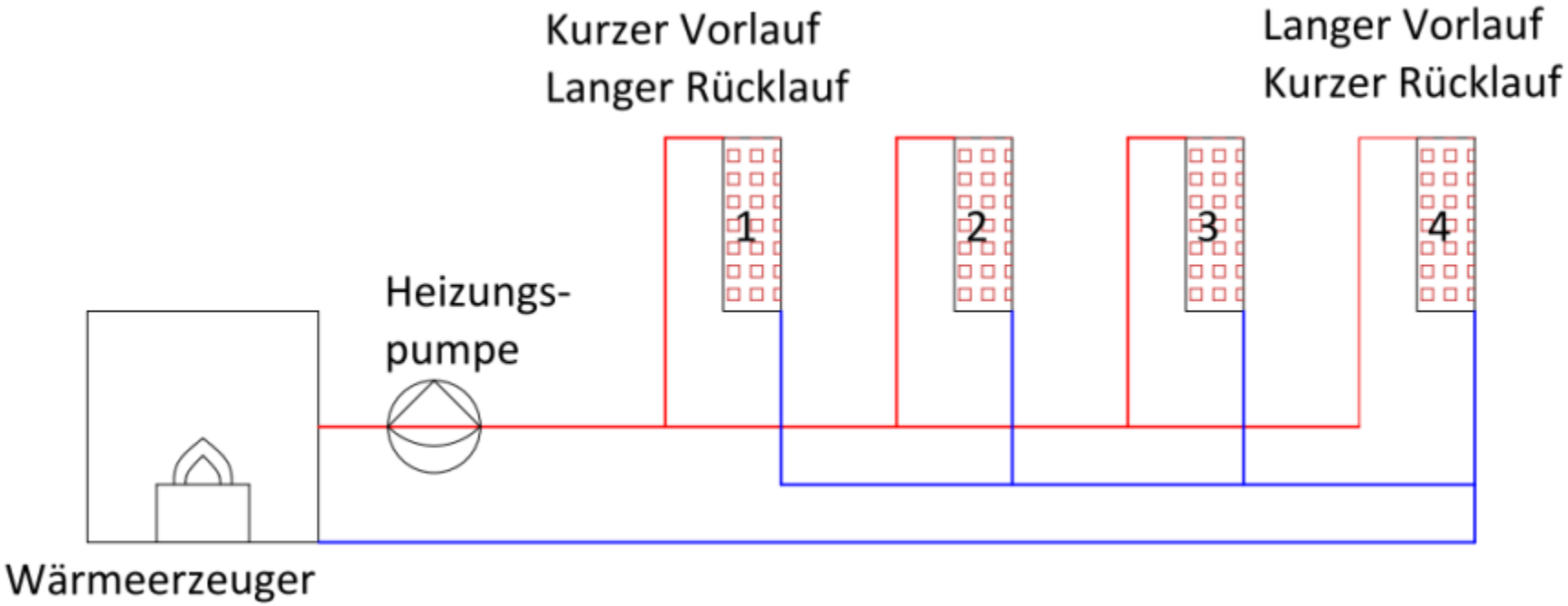


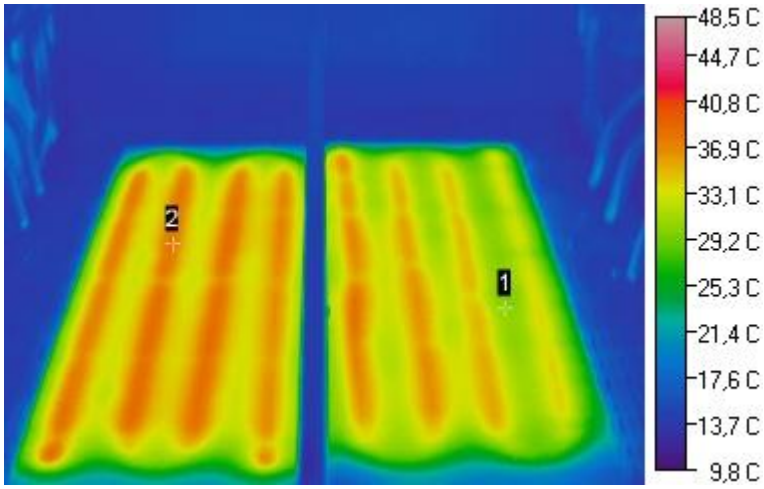
Zeichnungen : Brede

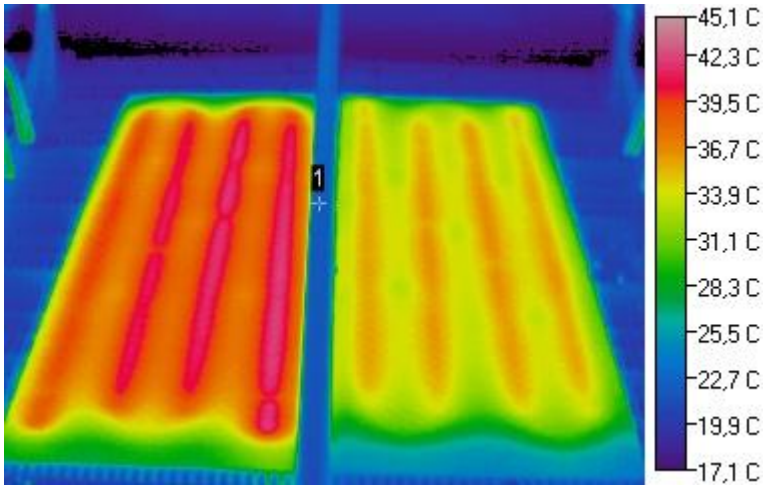
© Wilfried Brede

Hydraulischer Abgleich ist eminent wichtig

Systemskizze Tichelmann-System





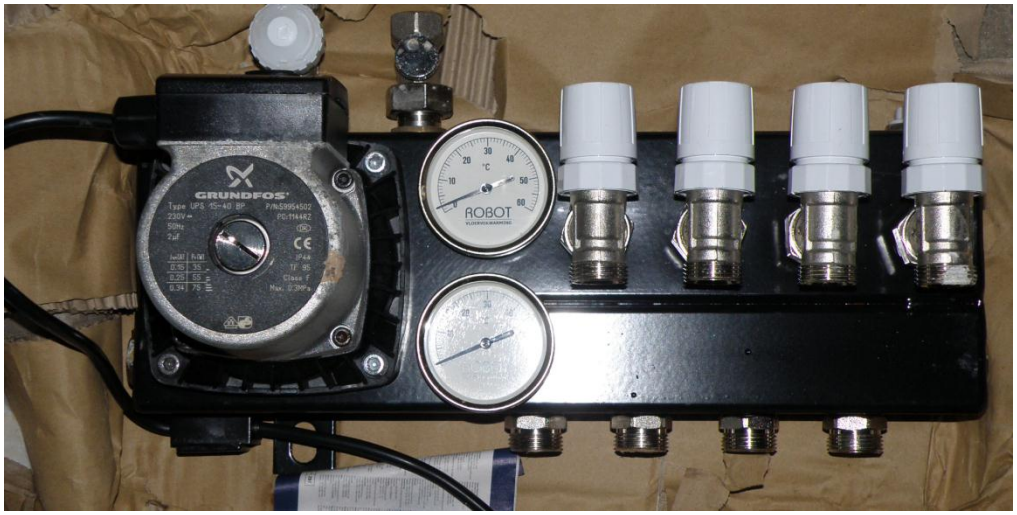


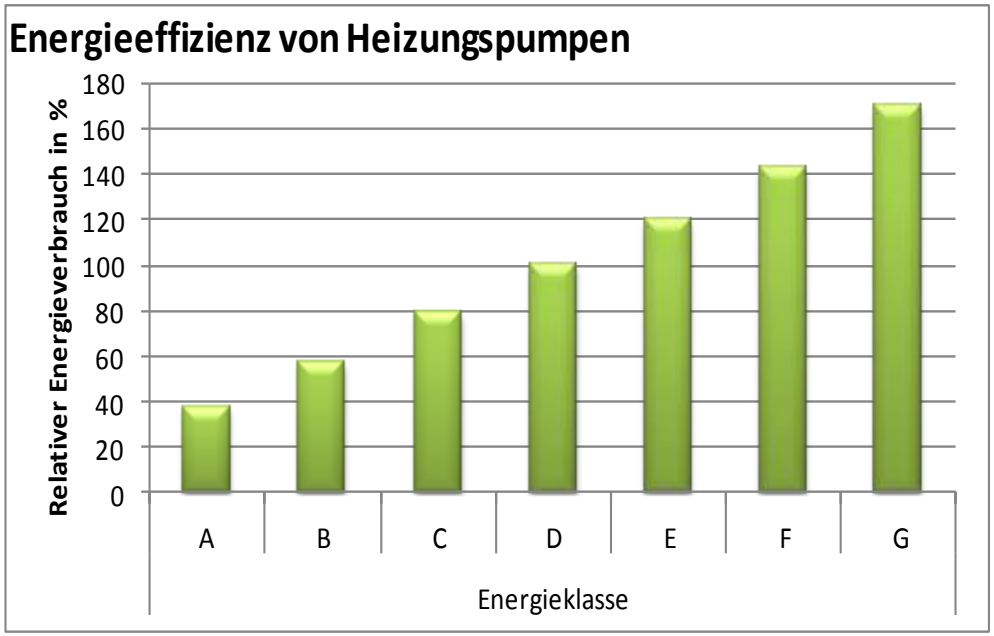
Grafik & Bilder : Brede

© Wilfried Brede

STA
Serviceteam Alsfeld GmbH

die Energieeffizienz der Regelung von Fußbodenheizungen ist genauso wichtig.





© Wilfried Brede

Fotos: Werkbilder und Brede

STA Serviceteam Alsfeld GmbH

Pumpenwarmwassersysteme sollen die Wärme gleichmäßig entsprechend dem jeweiligen Bedarf in die Abteile verteilen.

Dem Prinzip des geringsten Widerstandes gemäß versucht das erwärmte Wasser auf kürzesten Weg zurück zum Wärmeerzeuger zu kommen.

Fehleinschätzungen aus der Praxis:

- zu kleine Pumpen
- zu geringe Vorlauftemperaturen
- zu kleine Wärmeerzeuger

→

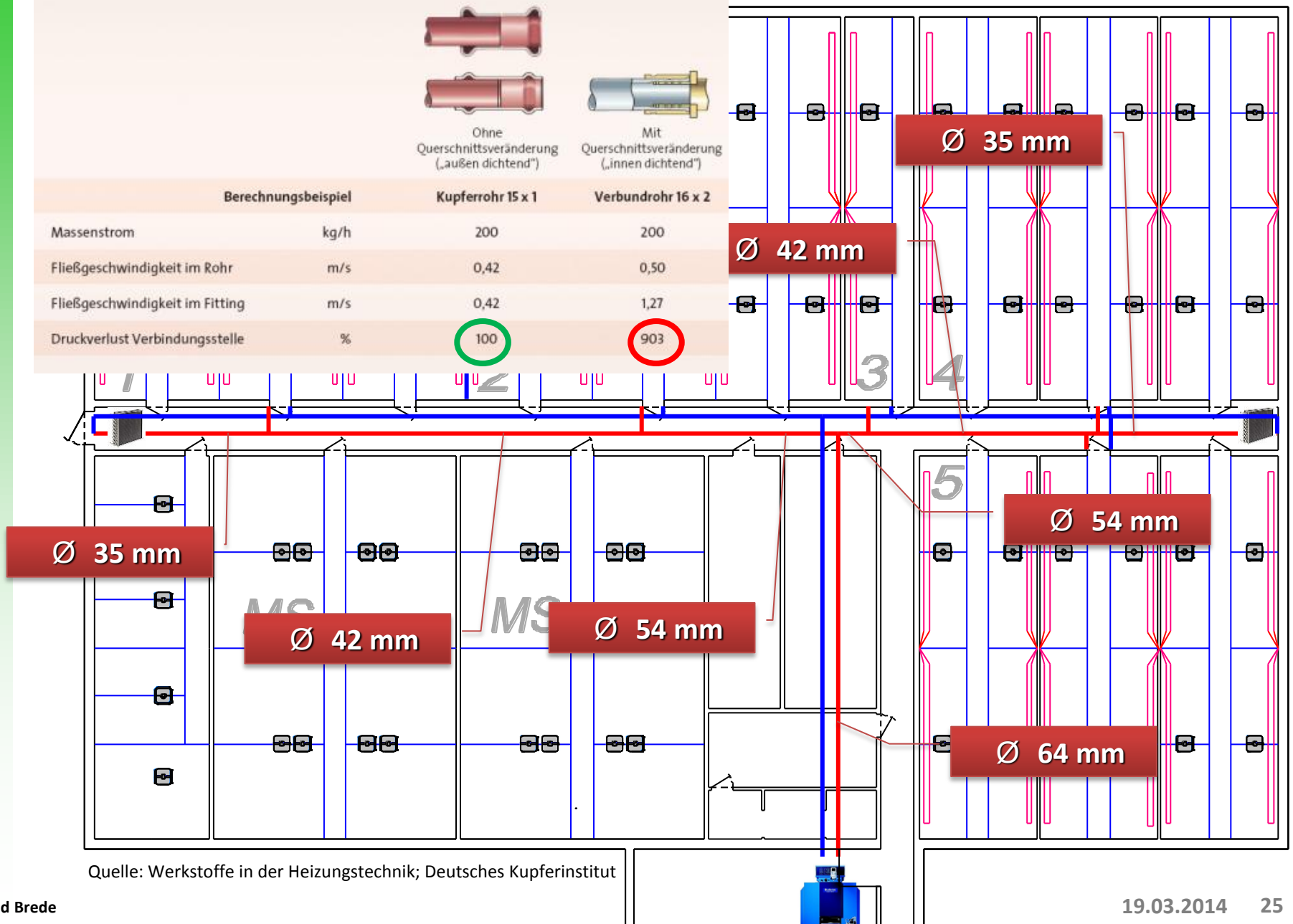
- Energieverbrauch
  - Wärmeverbrauch
  - Wärmeverteilung
- Strömungsgeräusche
- Ungleiche Temperaturen

Abhilfe mit durchdachter Planung und Installation:

- Querschnittberechnung, Widerstandsüberprüfung, Pumpenplanung
- Anschluss nach Tichelmann (gleiche Rohrleitungslängen)
- Einsatz von Regelventilen mit stetig öffnenden Regelschürzen

© Wilfried Brede

Berechnungsbeispiel		Kupferrohr 15 x 1	Verbundrohr 16 x 2
Massenstrom	kg/h	200	200
Fließgeschwindigkeit im Rohr	m/s	0,42	0,50
Fließgeschwindigkeit im Fitting	m/s	0,42	1,27
Druckverlust Verbindungsstelle	%	100	903



Quelle: Werkstoffe in der Heizungstechnik; Deutsches Kupferinstitut

STA
Serviceteam Alsfeld GmbH

Entscheidend für Auslegung die ist die Differenz zwischen Vorlauf- und Stalltemperatur

Pos.	Durchmesser des Rohres DIN	Durchmesser des Rohres Zoll	Vorlauftemperatur in °C 40		50		60		70		80		90	
1	**NW 10**	3/8"	32	**313**	40	**250**	49	**204**	59	**169**	70	**143**	82	**122**
2	**NW 15**	1/2"	40	**250**	50	**200**	61	**164**	73	**137**	86	**116**	100	**100**
3	**NW 20**	3/4"	48	**208**	59	**169**	71	**141**	85	**118**	99	**101**	115	**87**
4	**NW 25**	1"	55	**182**	69	**145**	86	**116**	106	**94**	122	**82**	142	**70**
5	**NW 32**	1 1/4"	68	**147**	90	**111**	110	**91**	130	**77**	150	**67**	180	**56**
6	**NW 40**		70	**143**	95	**105**	115	**87**	135	**74**	160	**63**	187	**53**
7		1 1/2"	75	**133**	95	**105**	122	**82**	142	**70**	175	**57**	200	**50**
8	**NW 50**	(2")	90	**111**	110	**91**	135	**74**	160	**63**	190	**53**	220	**45**
9	**NW 65**		114	**88**	140	**71**	175	**57**	210	**48**	250	**40**	290	**34**
10	**NW 80**		132	**76**	160	**63**	200	**50**	225	**44**	280	**36**	325	**31**
11	**NW 100**		148	**68**	190	**53**	235	**43**	285	**35**	340	**29**	400	**25**
12	**NW 125**		180	**56**	235	**43**	290	**34**	360	**28**	420	**24**	470	**21**
13	**TWIN**	Schwarz	155	**0**	170	**0**	185	**0**	200	**0**	215	**0**	230	**0**
14	**TWIN**	ALU	140	**0**	155	**0**	170	**0**	185	**0**	200	**0**	215	**0**
15	**WASTRA**		180	**0**	200	**0**	220	**0**	240	**0**	260	**0**	280	**0**
				lfm		lfm		lfm		lfm		lfm		lfm
			Rohrleitungslänge je Abteil											

Mehrere waagerechte Rohre übereinander (Rohrregister) haben eine Leistungsminderung je lfm Rohr von 12 bis 20 %.

© Wilfried Brede

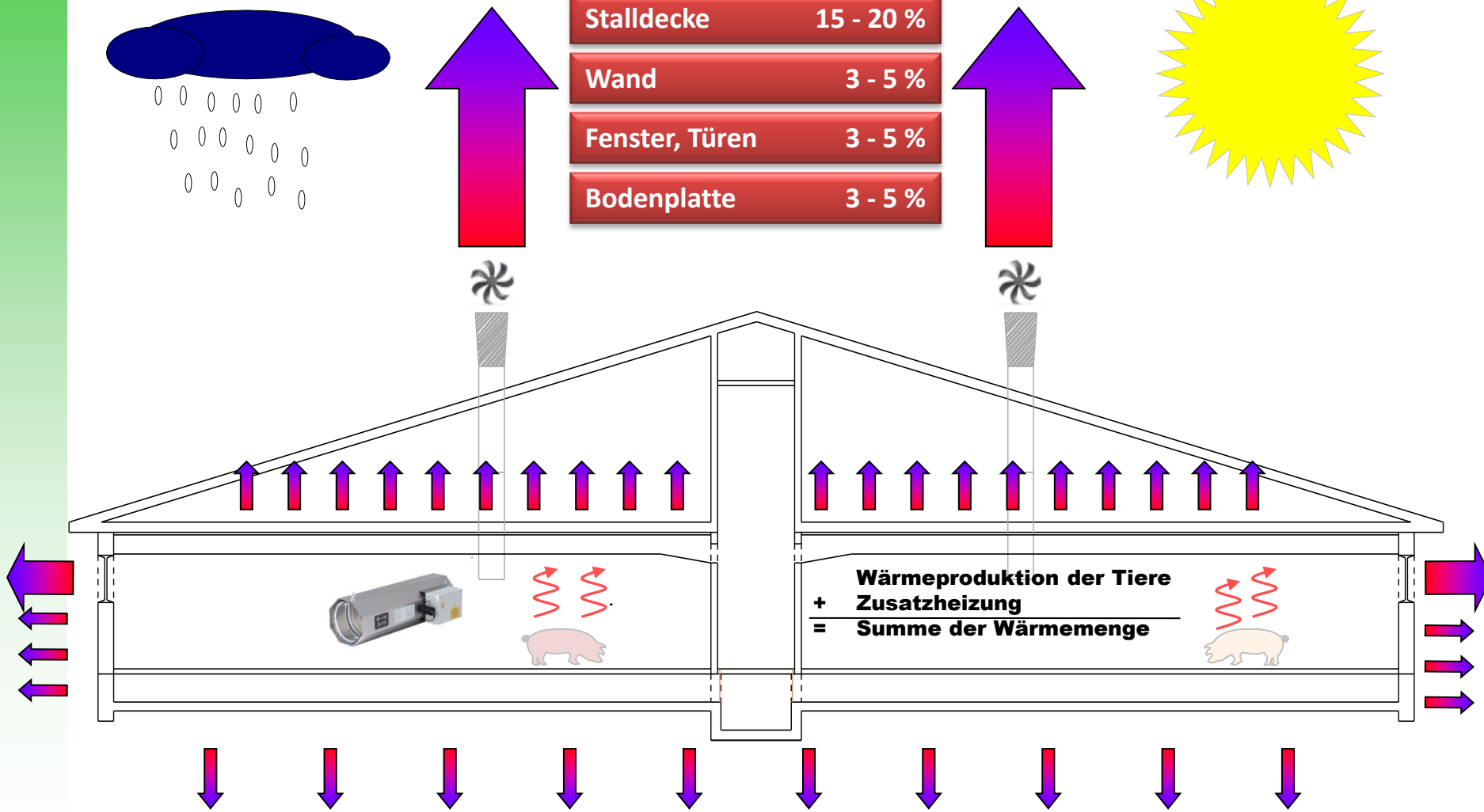
Ausführung

Dämmung der Zuleitungen nicht vergessen !

STA
Serviceteam Alsfeld GmbH

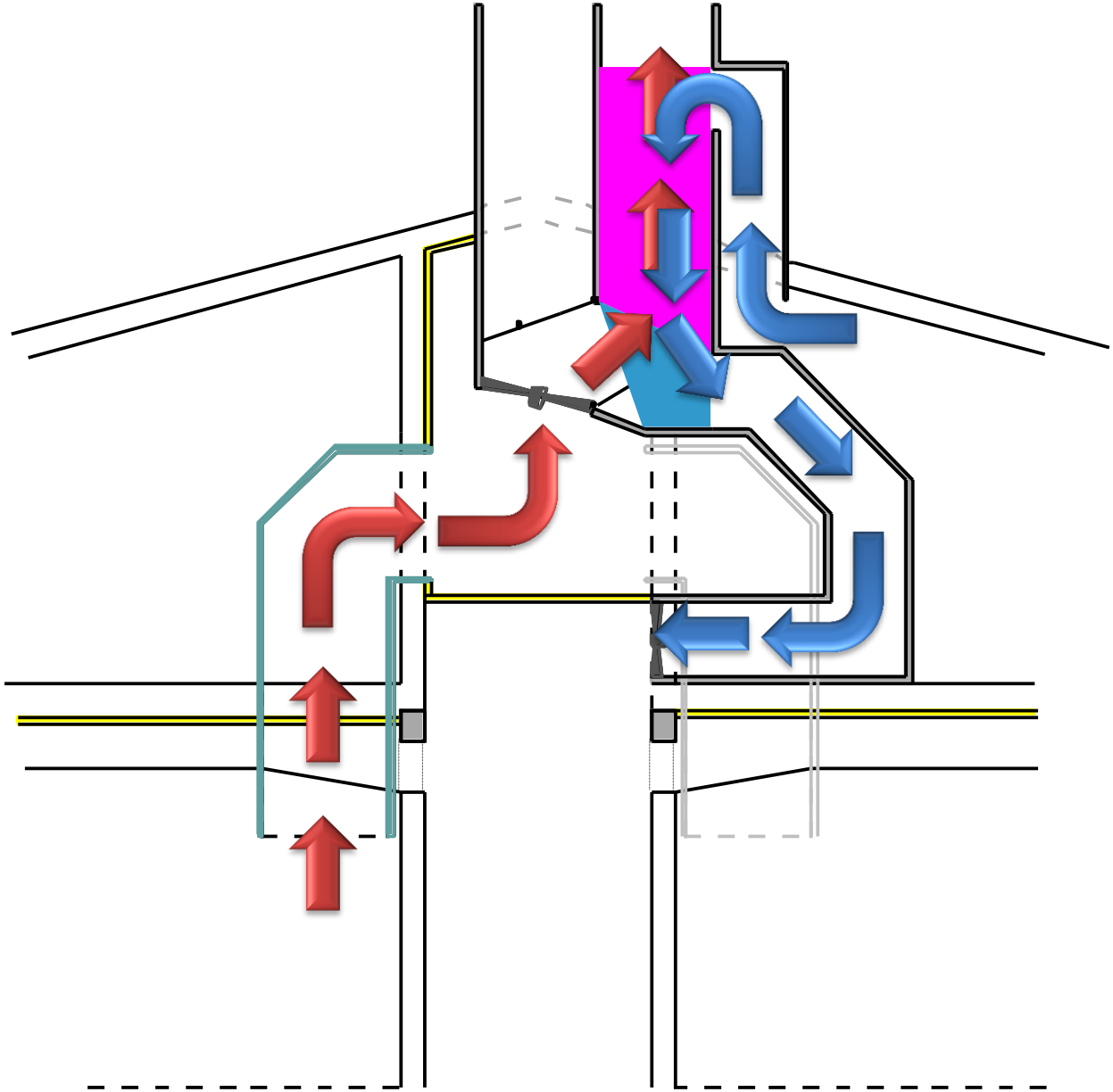
Wärmeverluste entstehen durch:

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



© Wilfried Brede

Funktion eines Luft-Luft-Wärmetauschers



Lohnt sich eine Wärmetauscher ?

STA Serviceteam Alsfeld GmbH

20 °C Ablufttemperatur	16.000,00 € Investitionskosten
70 % Wirkungsgrad	12,0 % Abschreibung (15 Jahre, Unterhaltung 2 %, Zinsansatz 2,5 %)
0,1 kW Stromverbrauch je kWh Heizleistung	0,22 € Stromkosten je kWh

Variante 1

20	Tage mit einer Außentemperatur von	**-10**	°C. Dies ergibt eine Temperaturdifferenz von	**30**	K. So ergibt sich eine Heizleistung von	**10080**	kWh
50	Tage mit einer Außentemperatur von	**0**	°C. Dies ergibt eine Temperaturdifferenz von	**20**	K. So ergibt sich eine Heizleistung von	**16800**	kWh
40	Tage mit einer Außentemperatur von	**10**	°C. Dies ergibt eine Temperaturdifferenz von	**10**	K. So ergibt sich eine Heizleistung von	**6720**	kWh
110	**Heiztage**					**33600**	**kWh**

Variante 2

25	Tage mit einer Außentemperatur von	**-10**	°C. Dies ergibt eine Temperaturdifferenz von	**30**	K. So ergibt sich eine Heizleistung von	**12600**	kWh
60	Tage mit einer Außentemperatur von	**0**	°C. Dies ergibt eine Temperaturdifferenz von	**20**	K. So ergibt sich eine Heizleistung von	**20160**	kWh
70	Tage mit einer Außentemperatur von	**10**	°C. Dies ergibt eine Temperaturdifferenz von	**10**	K. So ergibt sich eine Heizleistung von	**11760**	kWh
155	**Heiztage**					**44520**	**kWh**

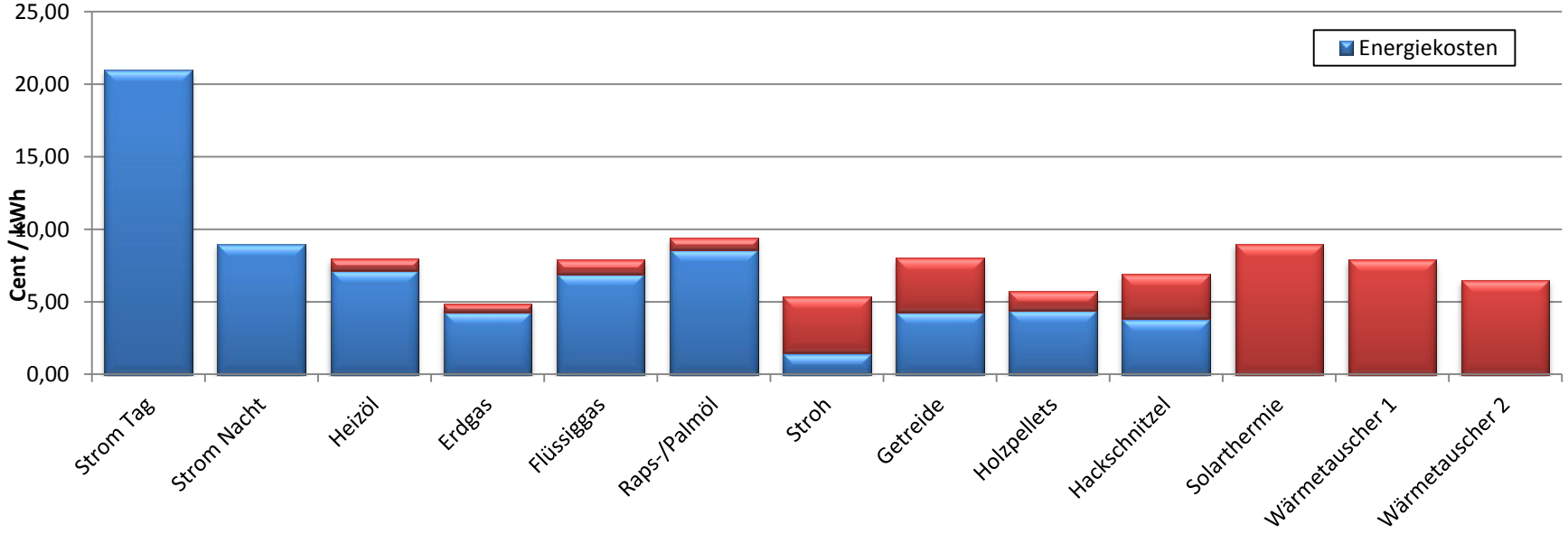
Vergleich

	Variante 1	Variante 2
Direktkosten	740,- €	979,- €
Festkosten	1920,- €	1920,- €
Summe	2660,- €	2899,- €
Cent je kWh	7,9 cent	6,5 cent

© Wilfried Brede

Kostenvergleich verschiedener Energieträger

Energieträger	Energiegehalt		Preis / Einheit		Energiekosten		Anlagenkosten		Gesamtkosten	
Strom Tag	1,0	kWh	21	Cent / kWh	21,00	Cent / kWh		Cent / kWh	21,00	Cent / kWh
Strom Nacht	1,0	kWh	9	Cent / kWh	9,00	Cent / kWh		Cent / kWh	9,00	Cent / kWh
Heizöl	9,8	kWh / l	70	Cent / l	7,14	Cent / kWh	0,83	Cent / kWh	7,97	Cent / kWh
Erdgas	9,8	kWh / m³	42	Cent / m³	4,29	Cent / kWh	0,58	Cent / kWh	4,87	Cent / kWh
Flüssiggas	6,8	kWh / l	47	Cent / l	6,91	Cent / kWh	1,01	Cent / kWh	7,92	Cent / kWh
Raps-/Palmöl	9,3	kWh / l	80	Cent / l	8,60	Cent / kWh	0,83	Cent / kWh	9,43	Cent / kWh
Stroh	4,1	kWh / kg	6	€ / dt	1,46	Cent / kWh	3,90	Cent / kWh	5,36	Cent / kWh
Getreide	4,2	kWh / kg	18	€ / dt	4,29	Cent / kWh	3,72	Cent / kWh	8,01	Cent / kWh
Holzpellets	5,0	kWh / kg	22	€ / dt	4,40	Cent / kWh	1,35	Cent / kWh	5,75	Cent / kWh
Hackschnitzel	4,7	kWh / kg	18	€ / dt	3,83	Cent / kWh	3,08	Cent / kWh	6,91	Cent / kWh
Solarthermie							9,00	Cent / kWh	9,00	Cent / kWh
Wärmetauscher 1							7,90	Cent / kWh	7,90	Cent / kWh
Wärmetauscher 2							6,50	Cent / kWh	6,50	Cent / kWh



© Wilfried Brede

Vor- & Nachteile einer Warmwasserheizung

STA
Serviceteam Alsfeld GmbH

VORTEILE

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

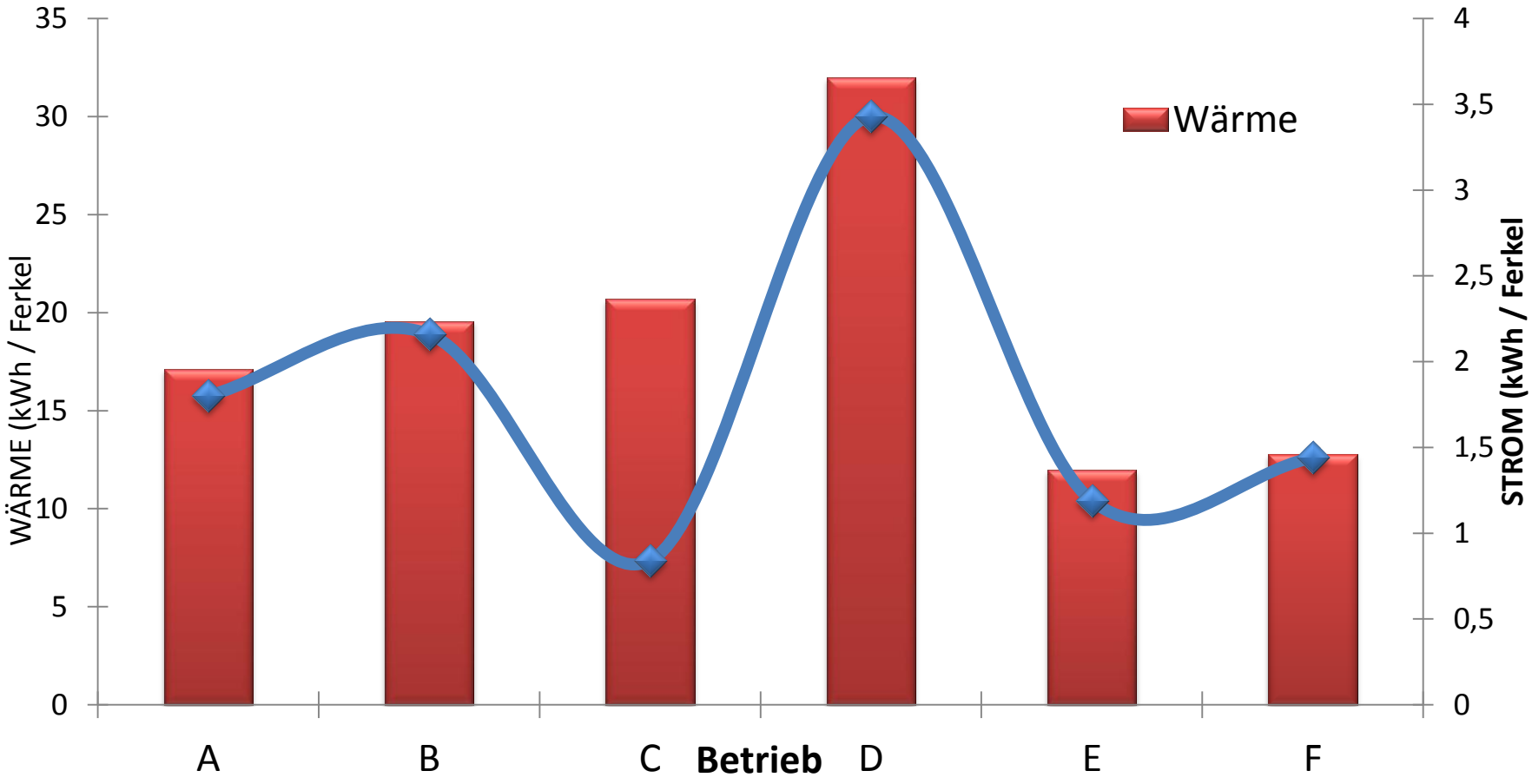
NACHTEILE

- Aufwändige Wärmeverteil- & Regeltechnik
- Hohe Investitionskosten
- Unterhaltungsaufwand höher
- Wärmeverluste beim Wärmetransport
- Schaffung von Energielagern

Die Investitions- und Unterhaltungskosten für die Installation bzw. den Betrieb müssen Betriebsindividuell kalkuliert werden.

© Wilfried Brede

Die Planung eines effizienten Heizsystems steht in direkten Zusammenhang mit der Planung der Lüftung!

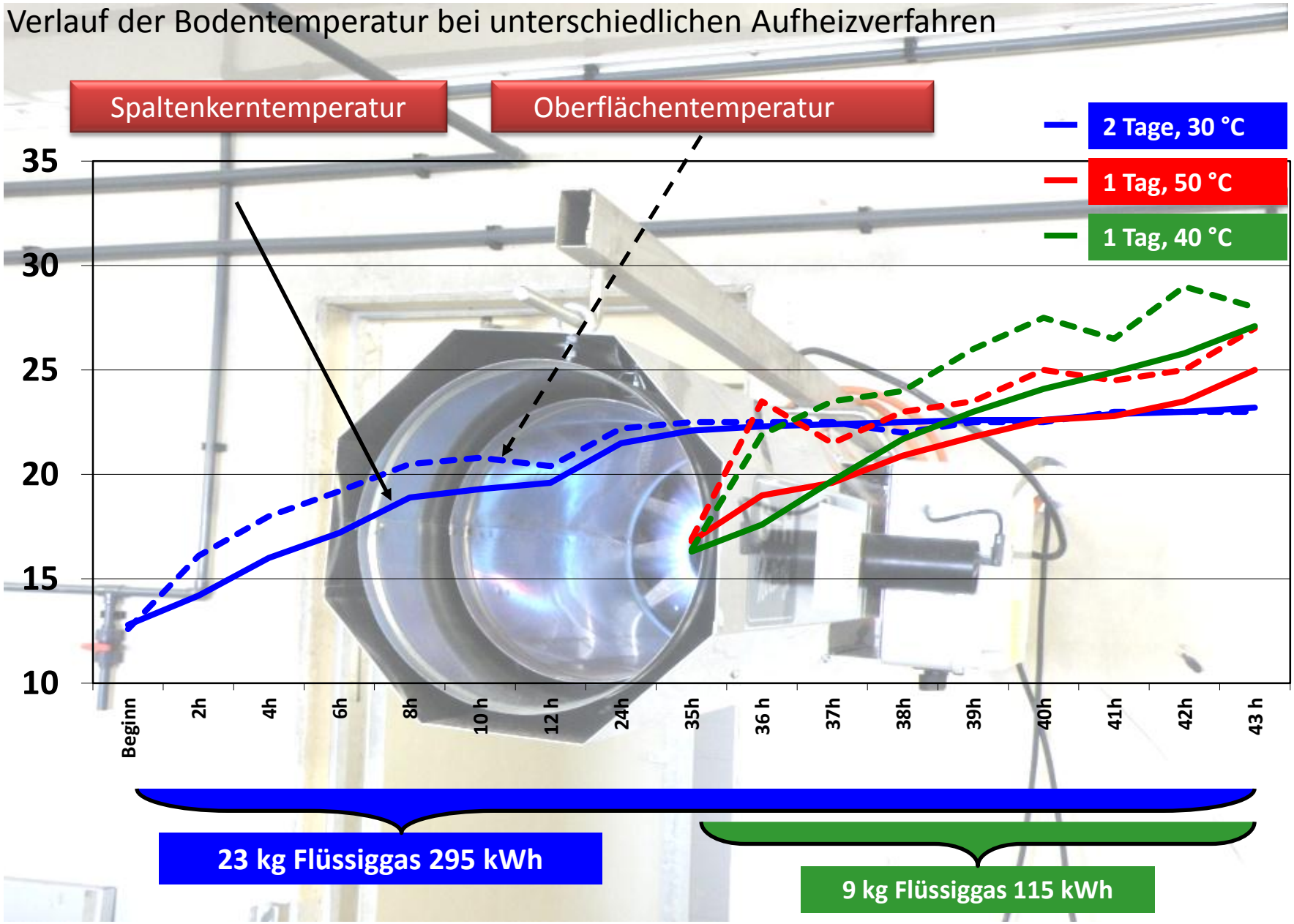


Energieverbrauch verschiedener Betriebe
-Auswertung aus 110 Durchgängen-

Quelle: Bernhard Feller; LWK Nordrhein-Westfalen

© Wilfried Brede

Aufheizen der Abteile vor einer Neubelegung



Quelle: Bernhard Feller; LWK NRW

Effizienz erreichen durch korrekte Einstellung

		Außentemperatur				
Stallbereich	Optimalbereich	Unter 0°C	0 – 10 °C	10 – 18 °C	18 – 25 °C	Über 25 °C
Abferkelstall (Stroh)	15 – 20 °C	15 –17 °C	17 – 18 °C	18 – 19 °C	18 – 21 °C	20 – 22 °C
Abferkelstall (Strohlos)	18 – 21 °C	18 – 19 °C	19 – 20 °C	19 – 21 °C	20 – 23 °C	22 – 24 °C
Flatdeck 3 – 5 Woche	24 – 28 °C	24 – 28 °C	24 – 28 °C	26 - 27 ° C	26 - 27 °C	24 – 29 °C
Flatdeck 5 – 10 Woche	22 – 24 °C	22 – 24 °C	22 – 24 °C	22 – 24 °C	22 - 24 °C	22 – 25 °C
Vormaststall	20 – 22 °C	17 – 18 °C	18 – 19 °C	19 – 20 °C	20 – 22 °C	22 – 25 °C
Endmaststall	16 – 20 °C	16 - 20 °C	17 - 20 °C	18 - 20 °C	20 – 22 °C	22 – 24 °C
		Einzustellende Solltemperatur				

	Temperatur	Ammoniak**	Kohlendioxid**	Luftfeuchte	Luftrate je Tier	
	° Celsius	ppm	Vol. %	%	mindestens	maximal
Abferkelstall	18 – 21	15	0,2	65 - 70	20	280
Ferkelnest	32 – 20*	15	0,2	60		
Deckzentrum	14 – 20	15	0,2	60 - 80	10	200
Wartestall	16 – 20	15	0,2	60 - 80	10	200
Flatdeck 3-5 Woche	28 – 24*	15	0,2	60 - 80	2	20
Flatdeck 5 – 10 Woche	24 – 22*	15	0,2	60 - 80	4	40
Vormast kontinuierlich	20 – 22	15	0,2	60 - 80	6	60
Vormast Rein-Raus	24 – 20*	15	0,2	60 - 80	6	60
Endmast kontinuierlich	18 – 20	15	0,2	60 - 80	9	105
Endmast Rein-Raus	20 – 16*	15	0,2	60 - 80	9	105

* mit zunehmenden Tiergewicht abnehmend ; ** jeweils max. Werte

Ställe mit Teilspalten können ca. 1 °C, Ställe mit Stroheinstreu können ca. 4 °C niedriger gefahren werden

© Wilfried Brede

Weiterhin sollten folgende Grundsätze beachtet werden:

- Regelbereich auf 3 K stellen (Sommer 4 - 5 K, Winter 2- 3 K)
- Mindestluftabschaltung auf 3 K einstellen
- Mindestluftrate dem Tiergewicht angepasst von 10 % bis 35 % anpassen (hierzu muss eine Heizung installiert sein)
- Maximalluftrate immer 100 % (nicht bei Zentralabsaugungen)
- Heizungskontakt auf 0,5 K
- Aufheizung auf 1 K
- Bei geregelten Heizungen Einkontakt auf 0,3 bis 0,5 K ; den Regelbereich dann auf 1,5 K stellen
- Der Zentralgang sollte frostfrei gehalten werden. Maximal 5 – 10 °C aufgeheizt werden.
- Untertemperaturalarm 3 K ausgehend vom Sollwert
- Übertemperaturalarm 4 K ausgehend vom Sollwert; beachten sie die Anpassung bei steigenden Außentemperaturen.
- Außentemperaturverschiebung auf 4 K einstellen

Das Tier ist maßgebend !

STA Serviceteam Alsfeld GmbH

Effizient heizen heißt:

- Eine ordentliche Anlagenplanung hilft energieeffizienter im Stall zu arbeiten.
- Fußbodenheizungen sind für kleine Tiere effizienter wie Strahlungsheizungen.
- Warmwasserheizungen bieten für einen energieeffizienten Einsatz ein breiteres Spektrum an Möglichkeiten.
- Regenerative Energiequellen sind mittelfristig günstiger und damit kosteneffizienter.
- Wärmetauscher sind bei konsequenter Planung und Umsetzung sehr energieeffizient.
- Das Zusammenspiel zwischen Heizung und Lüftung zu kennen und beherrschen.

Geld zu sparen, aber nicht zu verdienen!

© Wilfried Brede

Effiziente Heizsysteme mal anders gesehen……

Gefunden von Rahel Brede bei YOUTUBE

Noch Fragen ?

Danke für die Aufmerksamkeit