

Hopfenbauversammlungen 2023

„Energieeinsparung durch alternative Energiequellen und Wärmerückgewinnung“

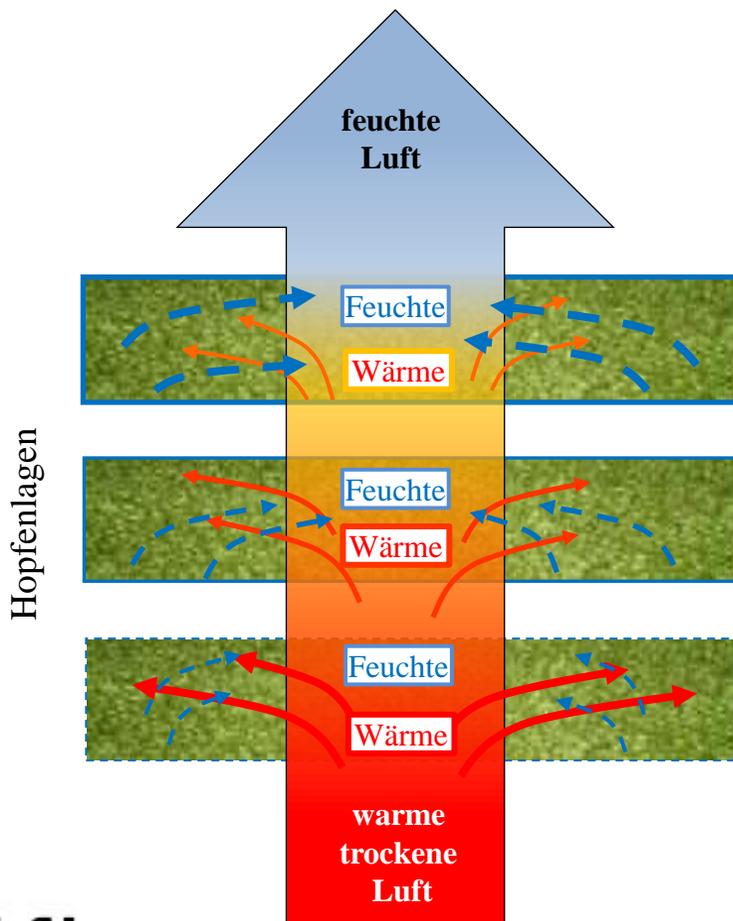


Jakob Münsterer, LfL, IPZ 5a, Arbeitsgruppe Hopfenbau, Produktionstechnik

Gliederung

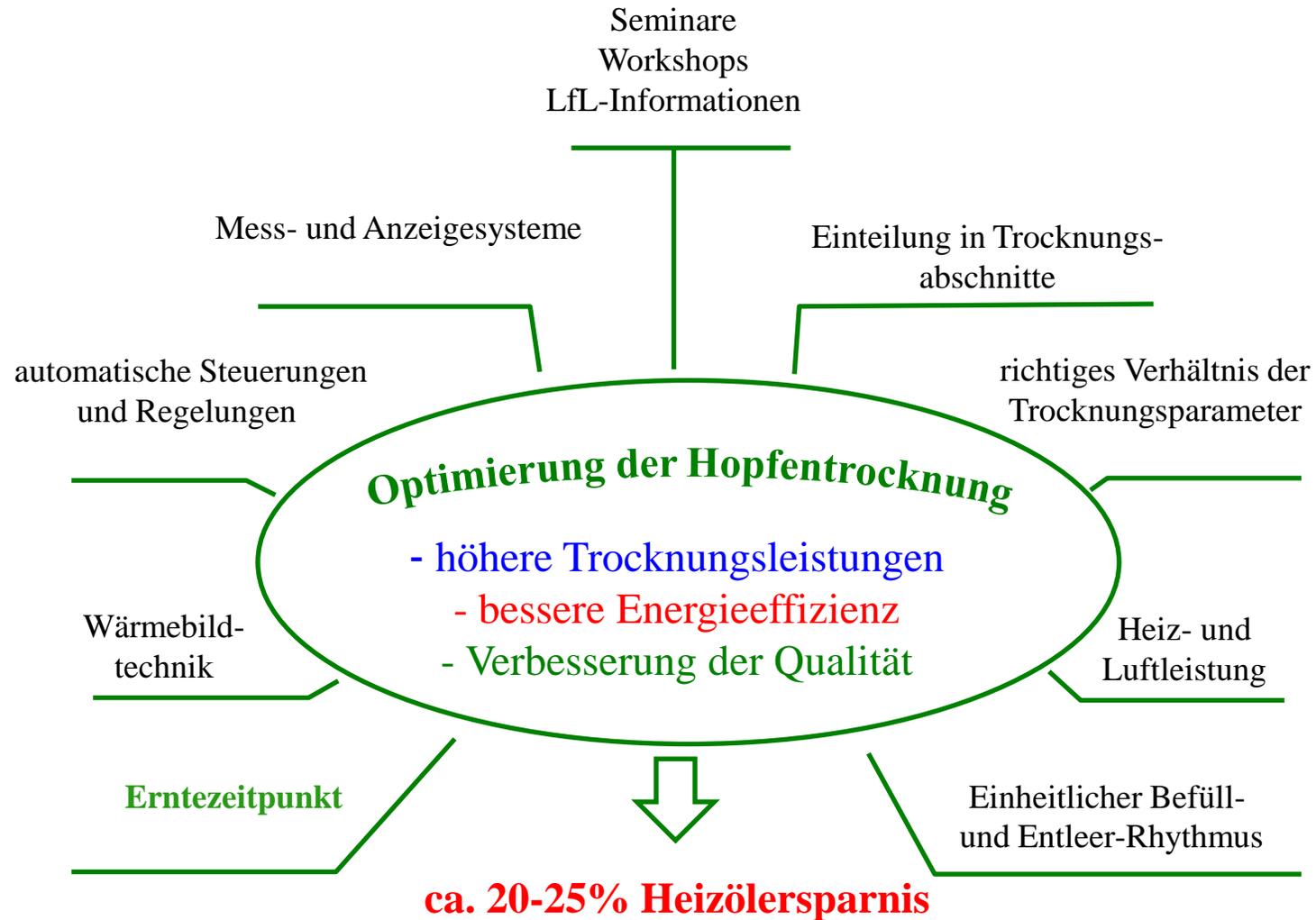
„Energieeinsparung durch alternative Energiequellen und Wärme

rückgewinnung“



- Voraussetzungen
- Alternative Energiequellen
- Wirtschaftlichkeit alternativer Energiequellen
- Wärmerückgewinnungen
- Wirtschaftlichkeit von Wärmerückgewinnungen
- Fazit

Hopfentrocknung – ein stetiger Optimierungsprozess



LfL-Information



**Trocknung und Konditionierung
von Hopfen**



LfL-Information

- grundlegendes Verständnis trocknungstechnischer und energetischer Zusammenhänge
- Trocknungsverhalten der verschiedenen Hopfensorten
- „Leitfaden“ bei der Optimierung der Trocknung und Konditionierung

<https://www.lfl.bayern.de/ipz/hopfen>

Dokumentation

Trocknungsprotokoll Ernte 20 19 Schlagbezeichnung: Hausparter
 Datum: 17.8. Sorte: Herkules
 Temp. der Ansaugluft: 10°C - 18°C Schüttgewicht in kg/m² 1,2): 0 595
 Trocknungstemperatur in °C: 62°C - 65°C Luftgeschwindigkeit in m/s (0,3 - 0,4m/s)¹⁾: 0,3-0,5
 Heizölstand/Verbrauch: 7^{oo}: 5600 eu
23^{oo}: 6392 L

Handwritten notes:
 Darrfläche 16m²
 Schüttgewicht
 7^{oo}: 5600 eu
 23^{oo}: 6392 L

Darren-Nr.	Uhrzeit beim Befüllen bzw. Entleeren		Trocknungs-dauer in Std.	Werte in Aufschütthorde				Schütthöhe in cm	Schuber		Bemerkungen
	Aufschütthorde	Schuber		nach Befüllen		beim Kippen			Drahtwerte		
				°C	% r. F.	°C	% r. F.		ein	aus	
67	6 ⁵⁰	10 ¹⁰	3,20	30,0	85	36,2	58	500	54,3	43,3	
68	7 ⁴⁶	14 ¹⁴	3,28	30,2	84	36,8	61	530	48,7	43,3	
69	8 ⁴³	12 ²⁴	3,35	29,1	85	38,5	55	595	48,7	43,1	
70	10 ¹⁸	13 ³⁵	3,17	30,0	83	37,4	60	595	50,6	43,3	
71	11 ²⁷	14 ⁴³	3,20	30,0	84	37,8	60	595	50,3	43,3	
72	12 ³²	15 ⁵²	3,20	30,4	82	38,2	58	595	49,4	43,2	
73	13 ⁴⁴	17 ⁰²	3,18	30,0	84	38,4	56	595	49,3	43,2	
74	14 ⁵²	18 ¹⁵	3,22	29,4	85	37,6	58	595	50,4	43,4	
75	16 ⁰⁰	19 ³²	3,32	29,4	85	38,0	58	595	49,5	43,3	
76	17 ¹¹	20 ⁴⁴	3,33	29,8	84	38,2	57	595	48,2	43,0	
77	18 ²⁴	21 ⁵⁴	3,30	29,7	84	38,7	56	595	47,4	43,2	Darre angeschlossen
78	19 ⁴⁰	23 ⁰⁰	3,20	29,3	86	38,0	50	595	46,8	43,2	um 23 ⁰⁰
79	20 ⁵⁰	27 ³⁵		30,2	80	37,2	61	540	52,2	43,0	
80	22 ⁰⁶	3 ⁰⁰		30,1	82	36,3	60	530	49,3	43,1	

Handwritten notes:
 NTI
 Karyma 1
 Karyma 2

Trocknungsleistung in kg/m² und Stunde³⁾: 8,2

- 1) siehe Beitrag 'Grünes Heft' Bereich Trocknung
- 2) unterschiedliches Schüttgewicht der Sorten erfordert Anpassung der Schütthöhe und Zustand des Grünhopfens
- 3) Berechnung: Trockenhopfen in kg/Darrfläche in m²/Betriebszeit Lufterhitzer in Std. (Praxiswert: 4-10 kg/m²/Std)



Öldurchflussmesser!

Dokumentation – Auswertung -Ergebnisse

Praxisdarre: 42 m², 36 KW Luftleistung (= 860 W / m²), 1200 KW Heizleistung

H. Tradition

Sorte	Datum	Trocknungsdauer in Stunden	Schütthöhe in cm	Trocknungsleistung in kg / m ² und h	Heizölverbrauch in Liter/ 50 kg
HTR	04.09.2021	2:57	31	6,80	17,5
"	05.09.2021	3:09	29	6,20	18,1
"	06.09.2021	3:06	31	6,60	17,7
"	07.09.2021	3:09	31	6,00	18,4

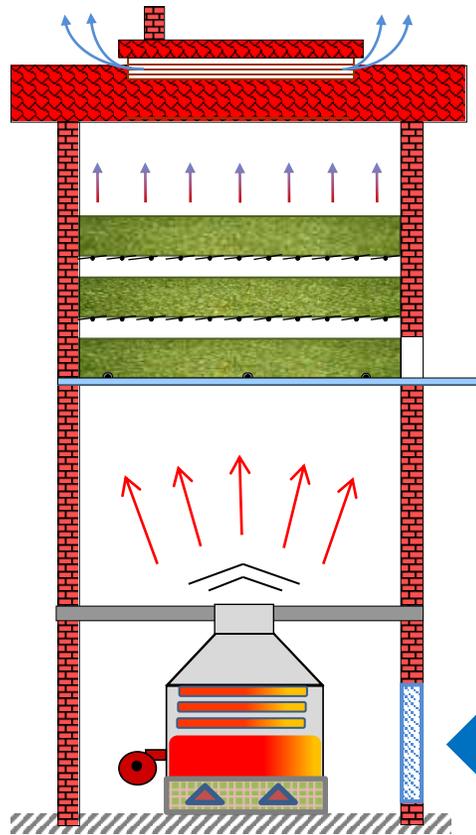
H. Herkules

HKS	12.09.2021	3:42	28	7,95	15,2
"	16.09.2021	3:40	28	8,07	16,6
"	17.09.2021	3:35	28	8,10	15,7
"	18.09.2021	3:36	28	8,00	15,5
"	19.09.2021	3:35	27	8,06	15,9
"	20.09.2021	3:26	28	8,75	15,9

+ 28%

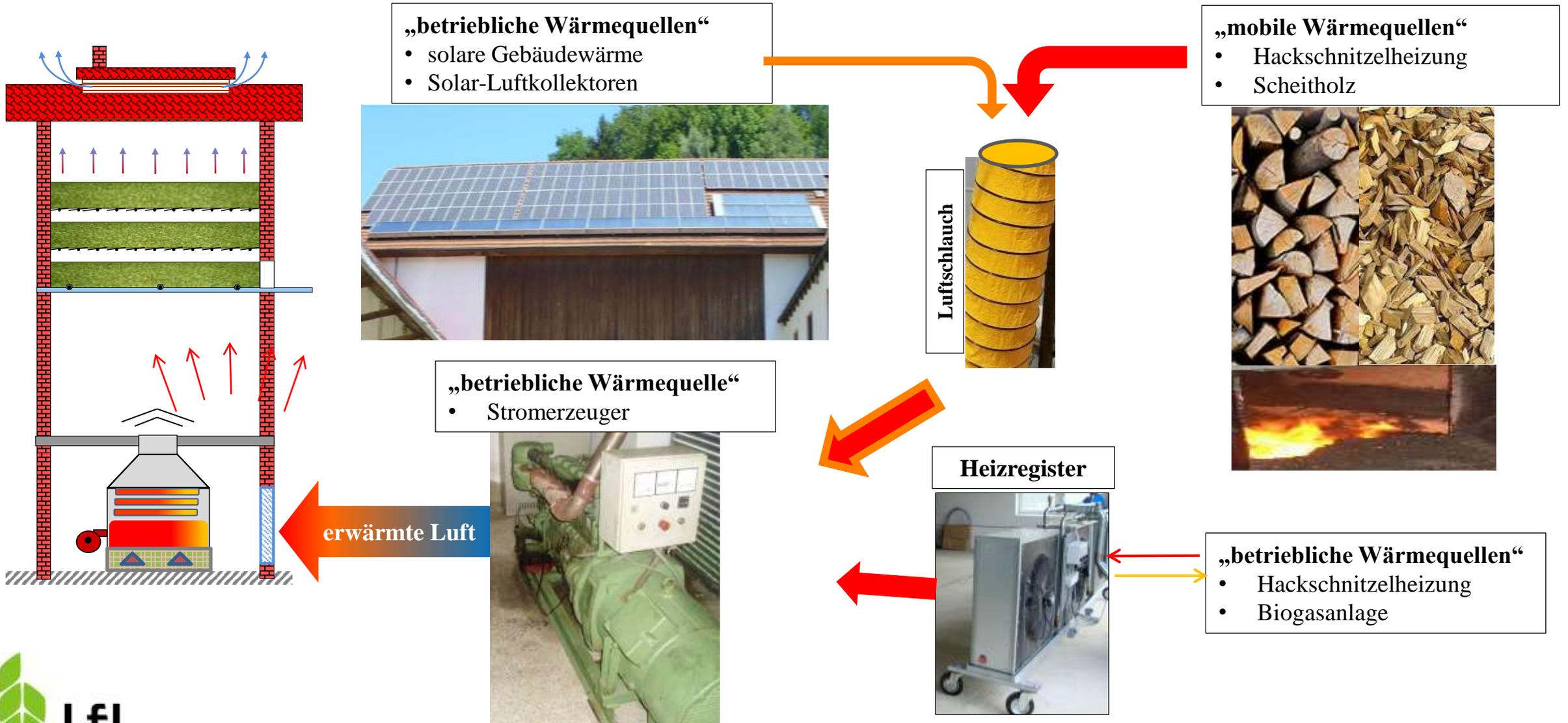
- 11%

Einsatz alternativer Energiequellen – Vorwärmung der Ansaugluft



- durch Vorwärmung der Ansaugluft kann Heizöl eingespart bzw. ersetzt werden
- Voraussetzung ist eine optimal eingestellte Trocknung
- die Strömungsverhältnisse der Trocknungsluft dürfen nicht verändert oder beeinträchtigt werden
- zusätzliche Wärmequelle muss auf die vorhandene Heizleistung abgestimmt sein

Alternative Energiequellen – Vorwärmung der Ansaugluft



Alternative Energiequellen – Solare Luftkollektoren?

Bayerisches Landwirtschaftliches

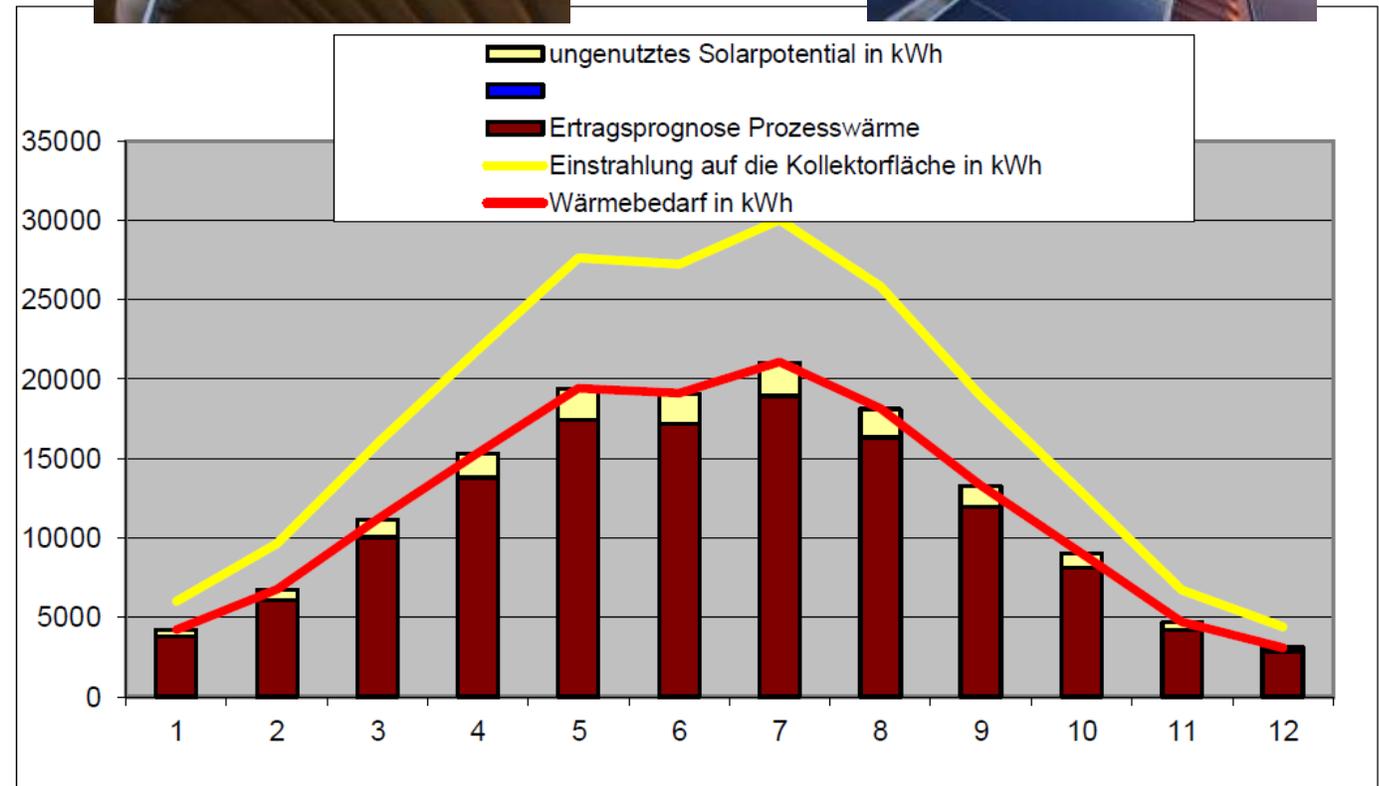
Wochenblatt

Sonderdruck aus Heft 45 vom 11. November 2022

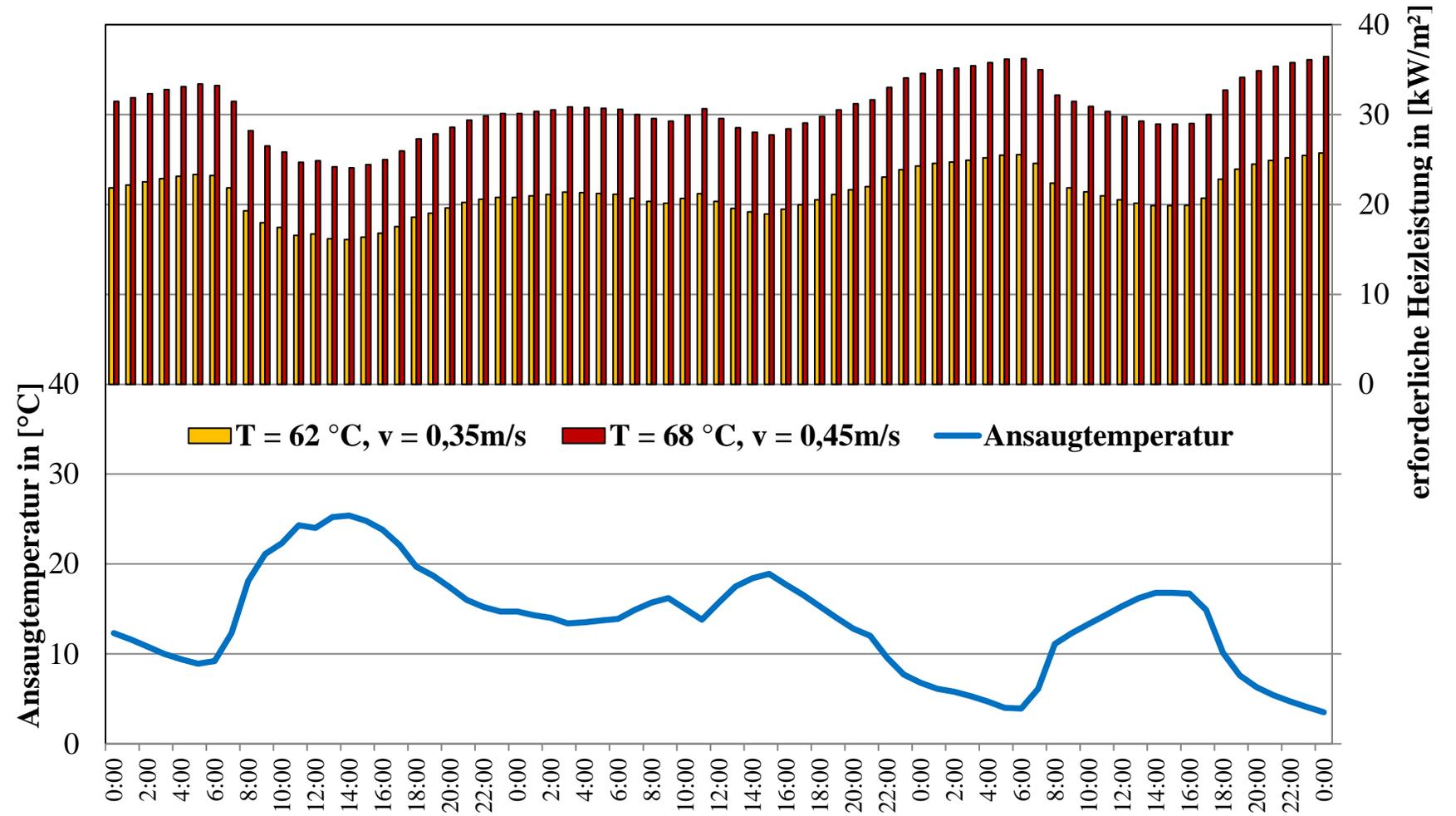


Heiße Luft verdoppelt den Brennwert

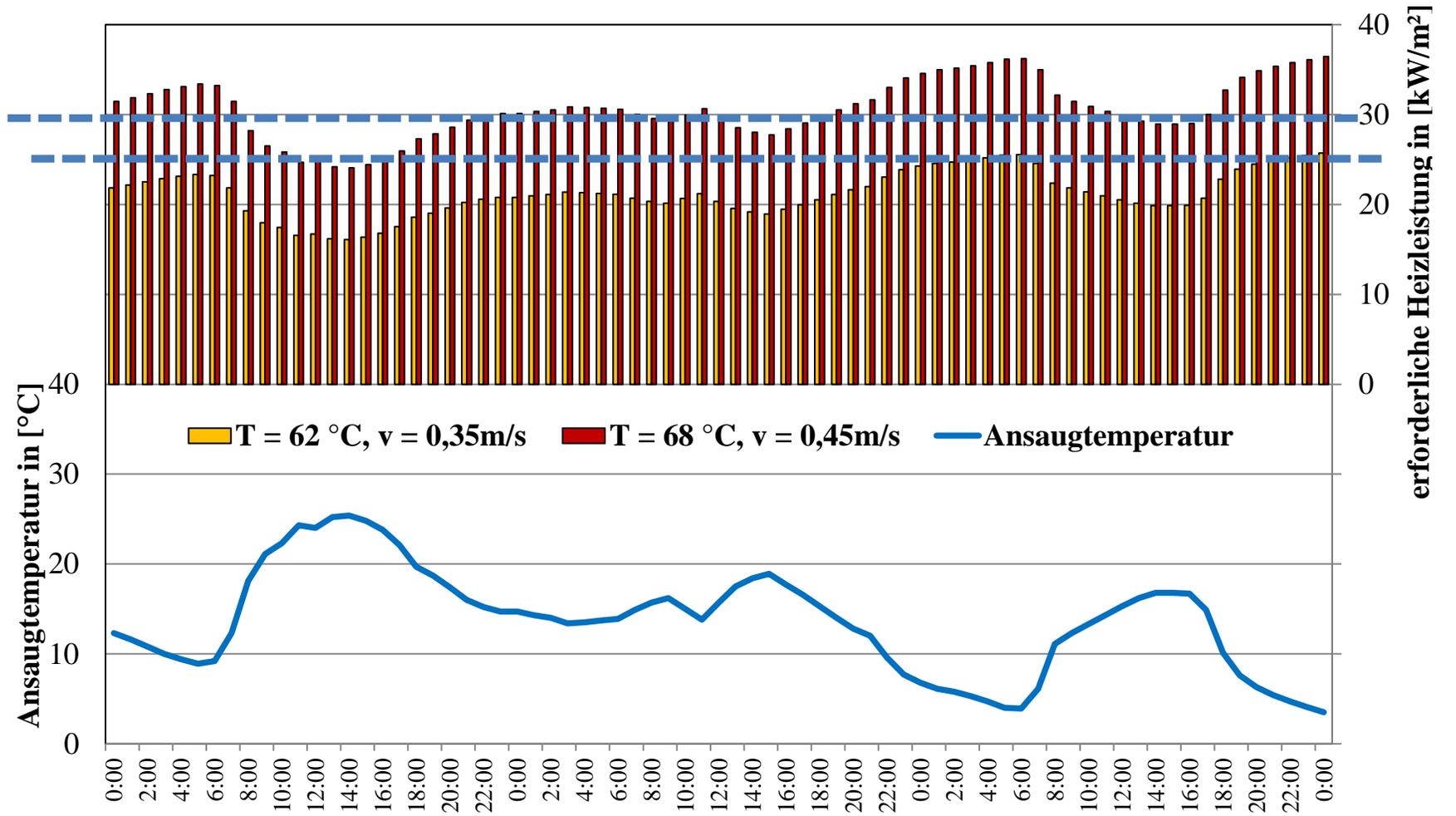
Mit Solar-Luftkollektoren lässt sich Sonnenenergie einfach und effektiv zur Trocknung von Holzhackschnitzeln und Scheitholz nutzen. Das verbessert die Qualität der Brennstoffe, wie ein Beispiel aus der Praxis zeigt.



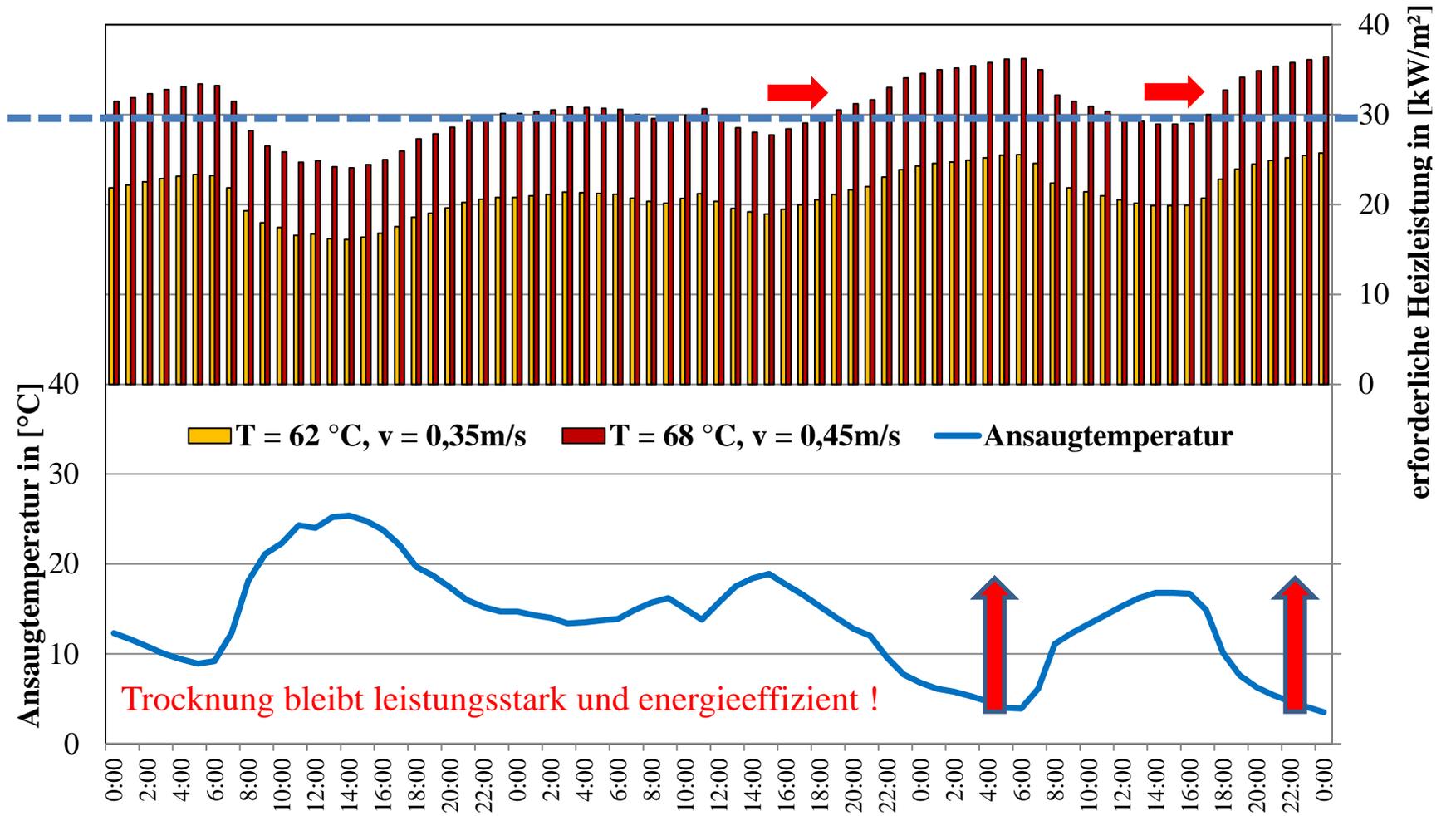
Ansaugtemperatur und erforderliche Heizleistung



Ansaugtemperatur und erforderliche Heizleistung



Ansaugtemperatur und erforderliche Heizleistung



Bewertung einer möglichen Heizölersparnis



10 kWh Wärme = 1 Liter Heizöl

Alternative Energiequellen: 60 KW - 250 KW

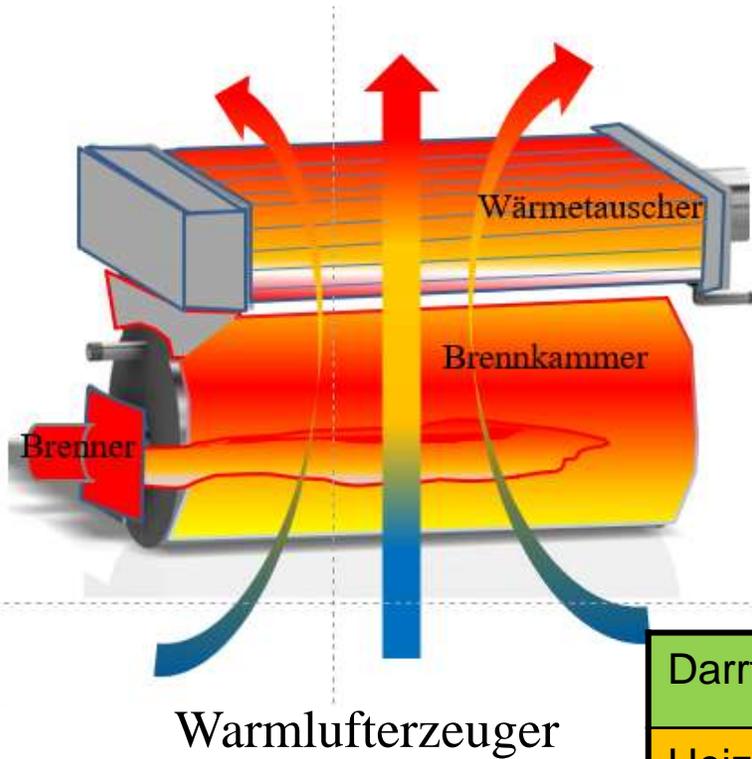


Beispiele für Heizleistungen von Lufterhitzern:

Darrfläche in m ²	16	30	40	50
Heizleistung in kW	480	900	1200	1500

bei einer unterstellten Heizleistung von 30 kW/m²

Wirkungsgrad der alternativen Energiequelle



Mit steigenden Ansaugtemperaturen verringert sich der Gesamtwirkungsgrad der Wärmeerzeugung!

Darrfläche in m ²	16	30	40	50
Heizleistung in kW	480	900	1200	1500

Wirkungsgrade

90-95%

zum Beispiel:

Biomasseheizung

100 KW

150 KW

200 KW

250 KW

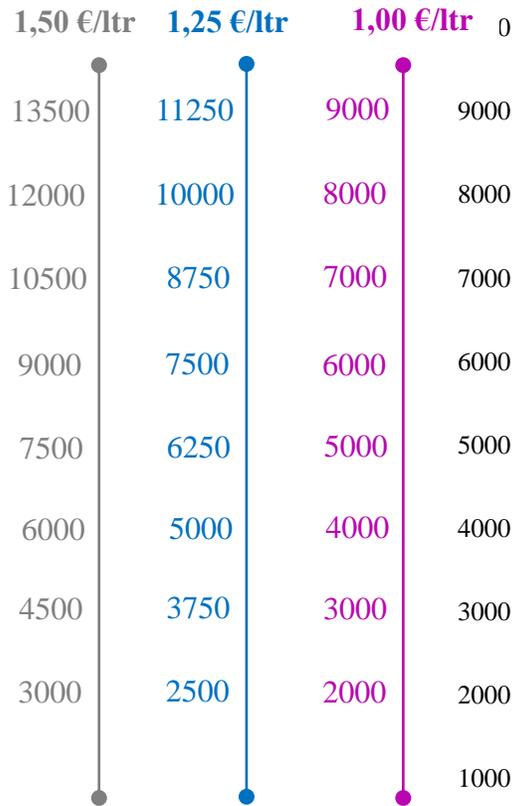
80-90%

10 kWh Wärme = 1 Liter Heizöl

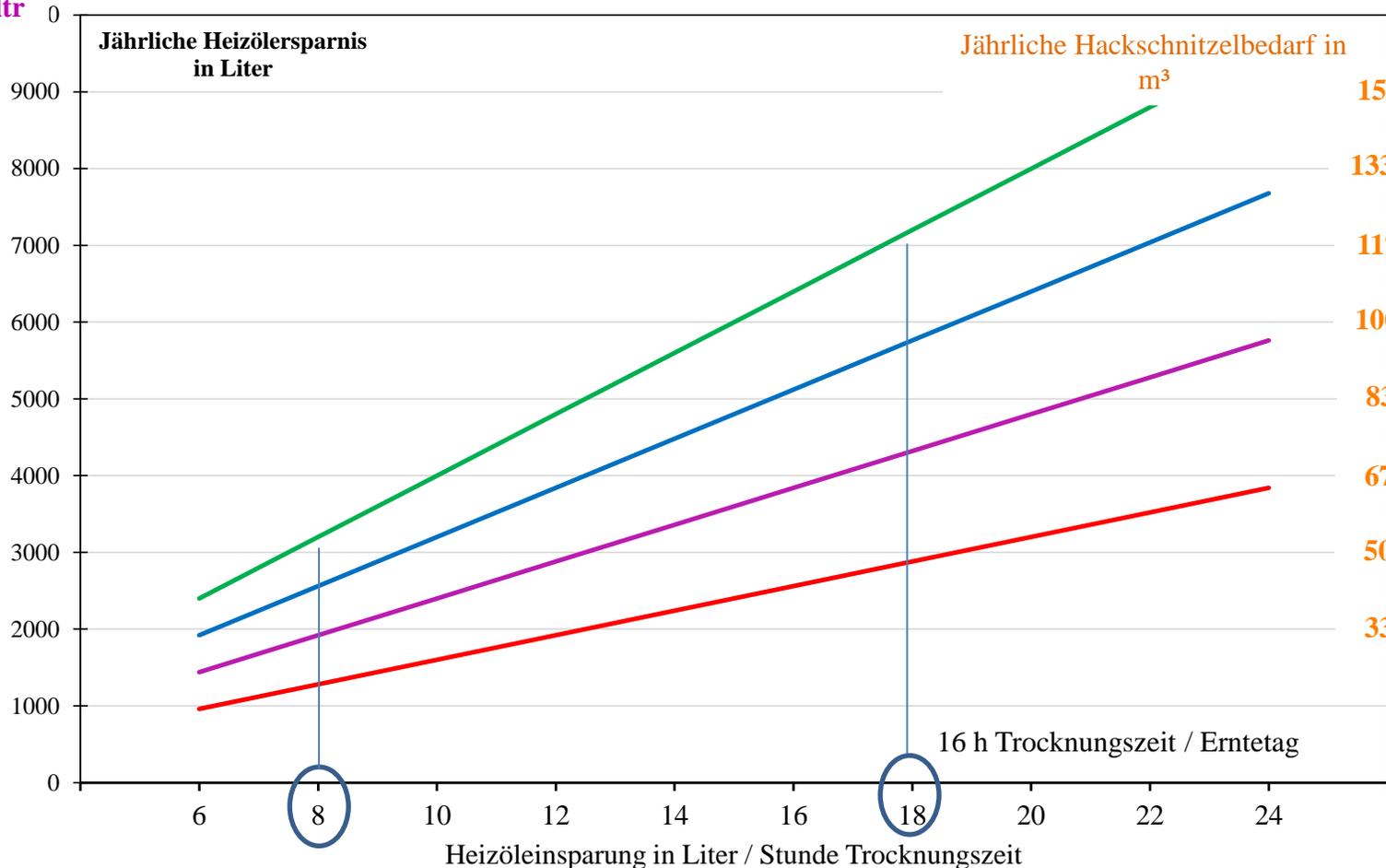
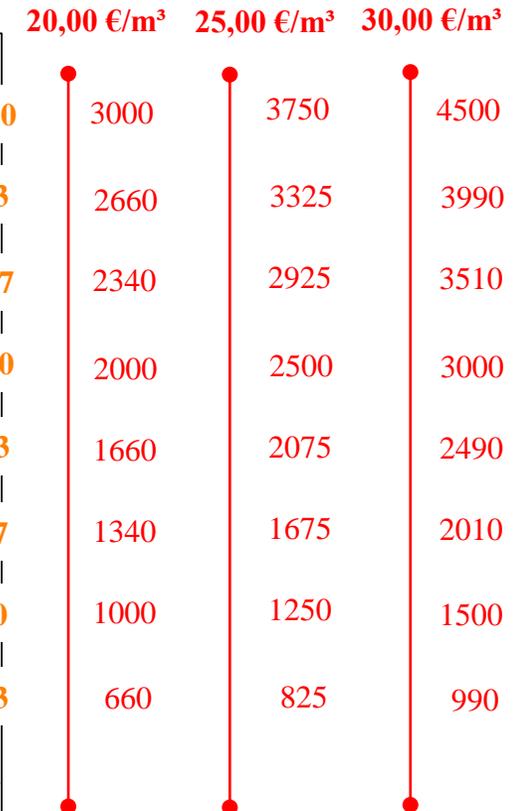
Abschätzung der Wirtschaftlichkeit alternativer Energiequellen

Beispiel Biomasse, ohne: Bereitstellungskosten, AfA, Stromkosten, Reparaturen...

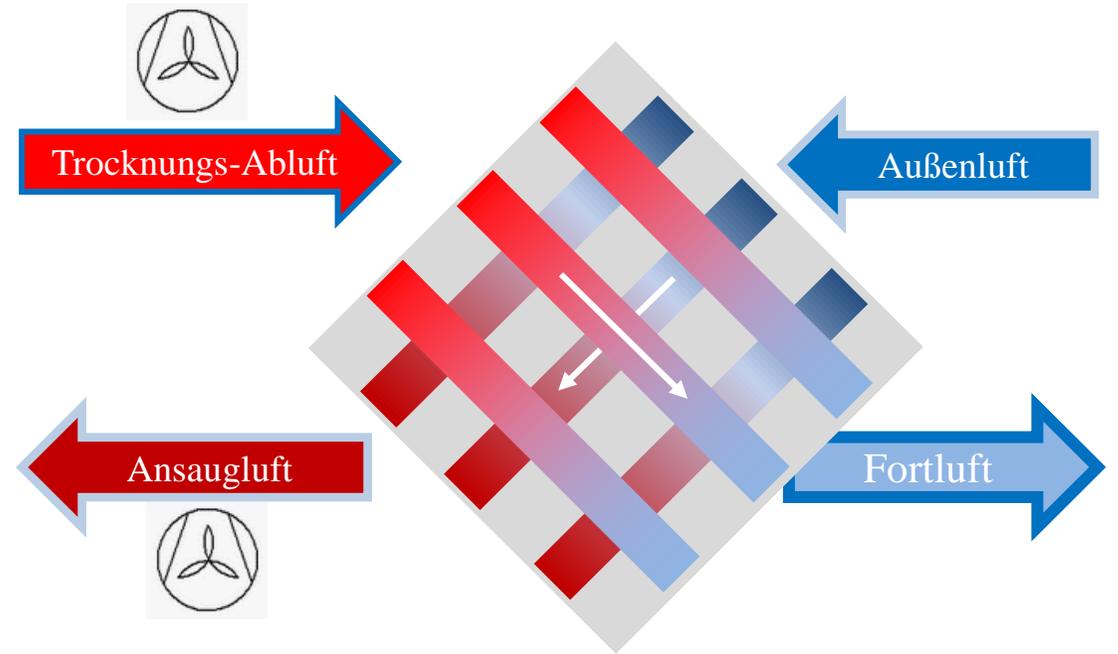
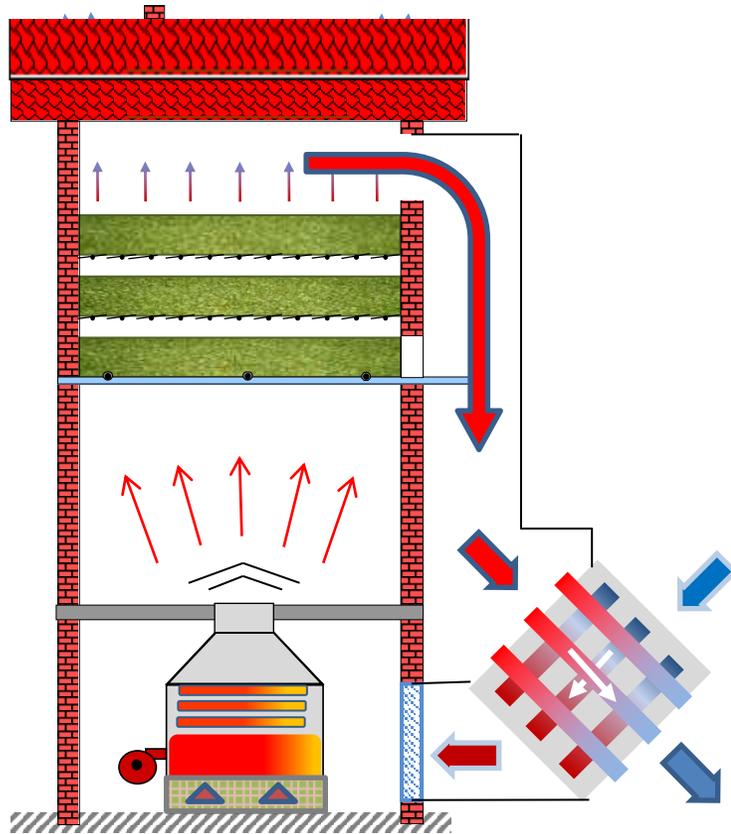
Kostenersparnis Heizöl in €



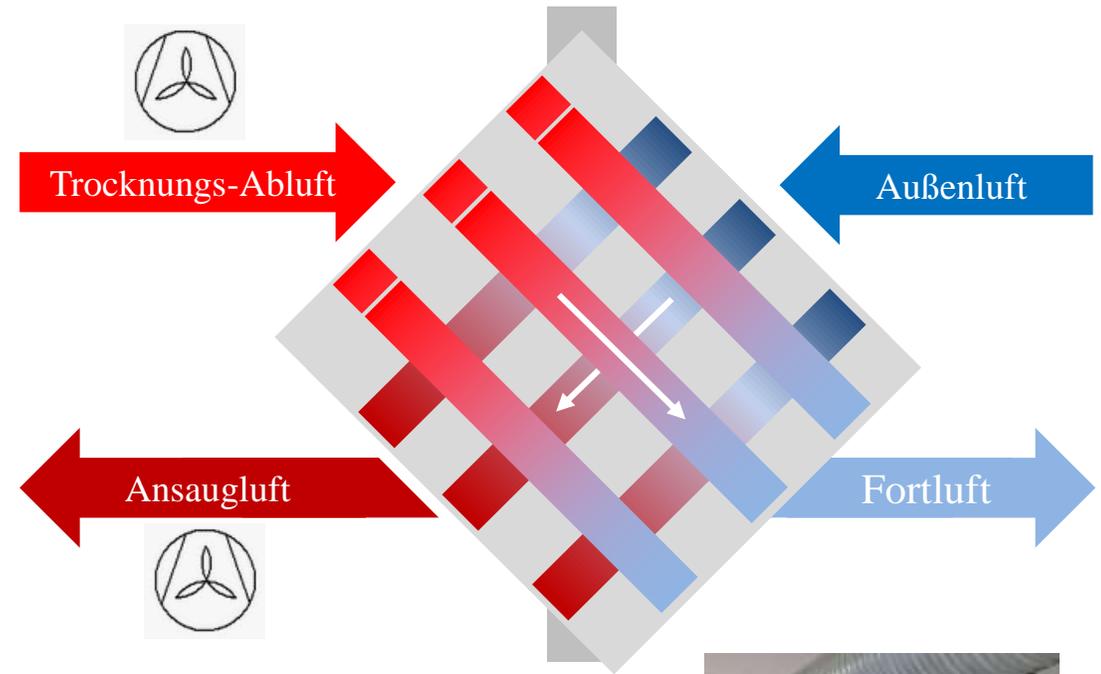
Kosten Hackschnitzel in €



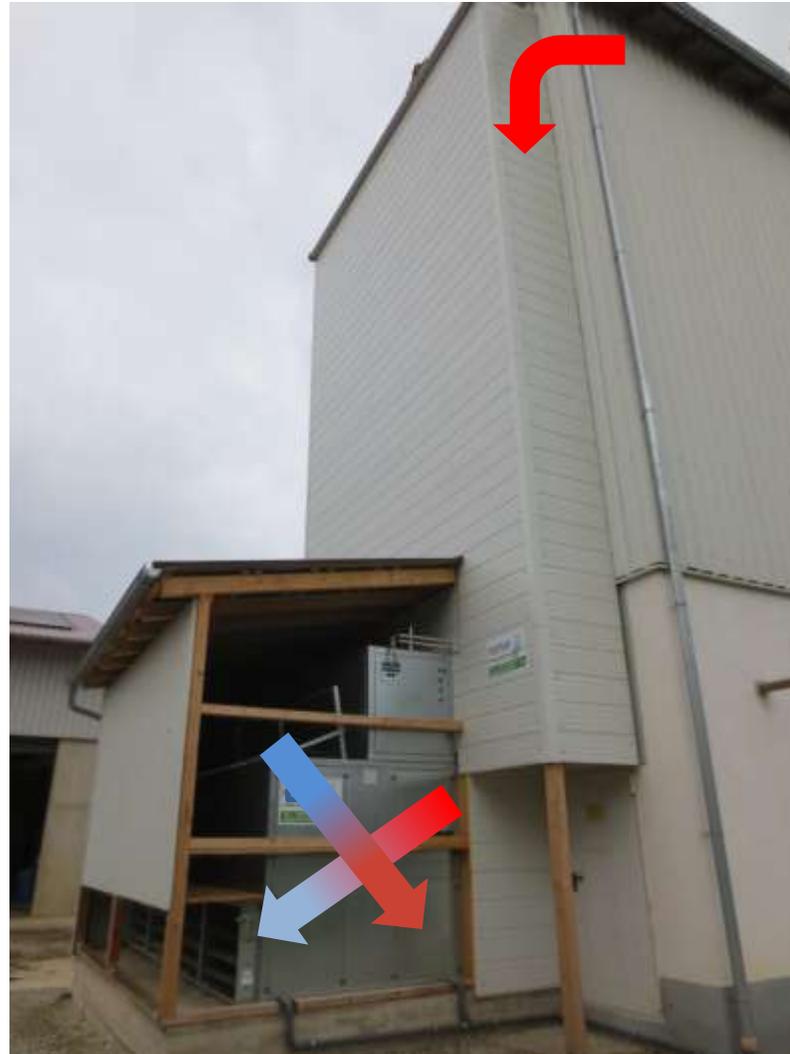
Wärmerückgewinnung - schematisch



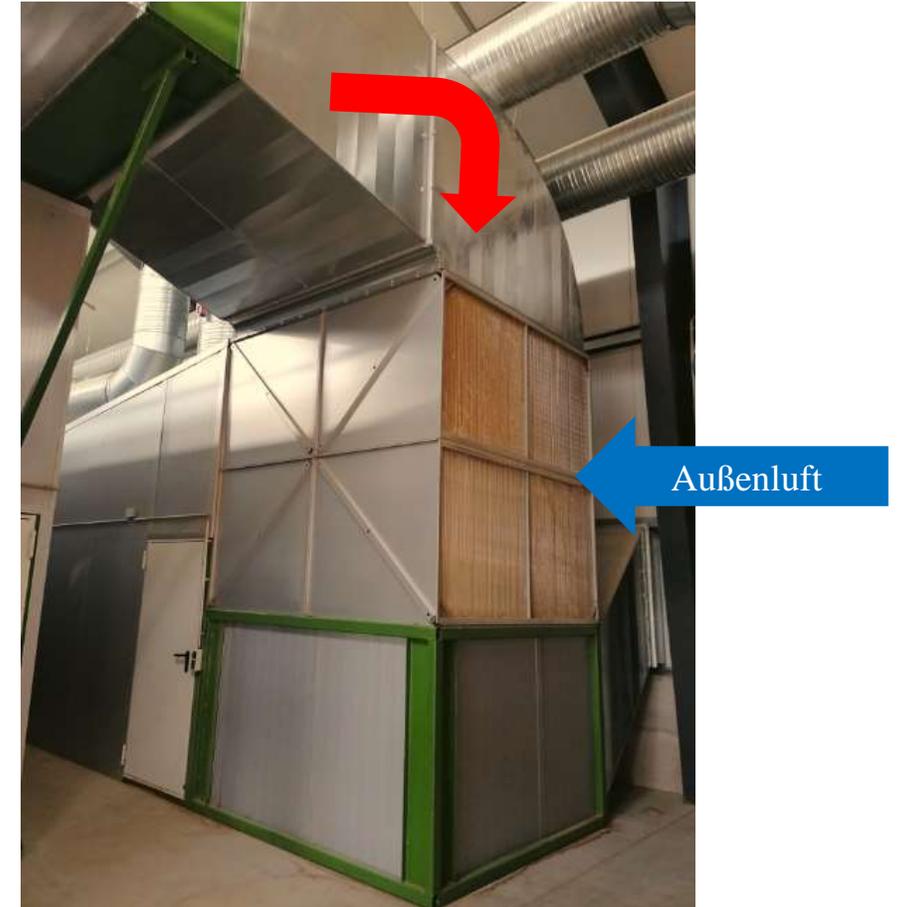
Wärmerückgewinnung - Hordendarre



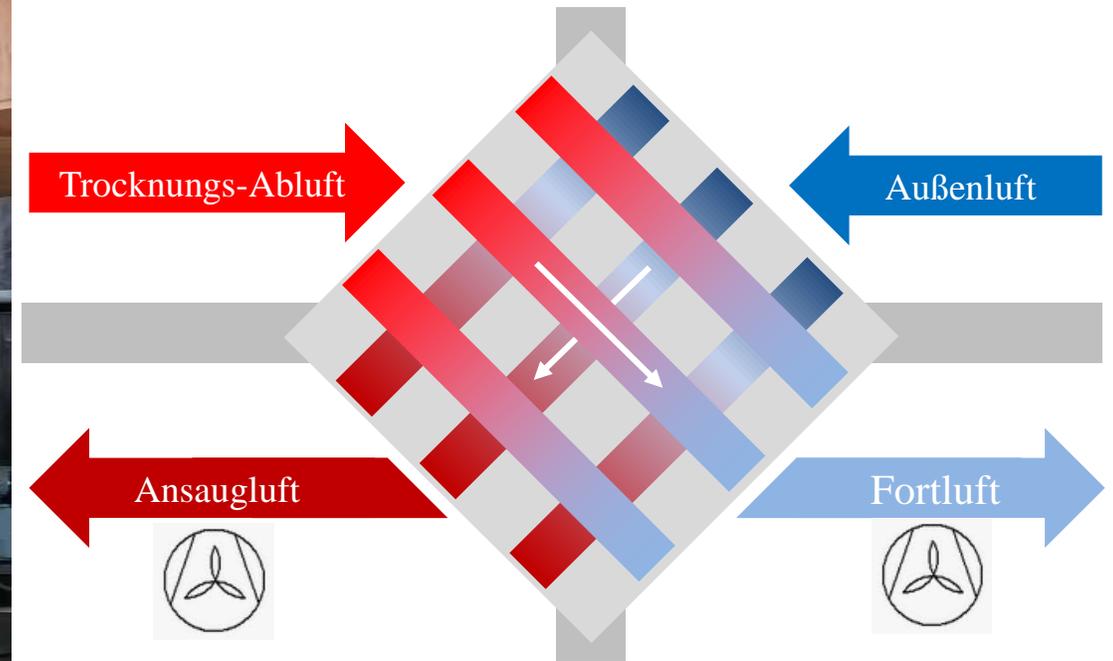
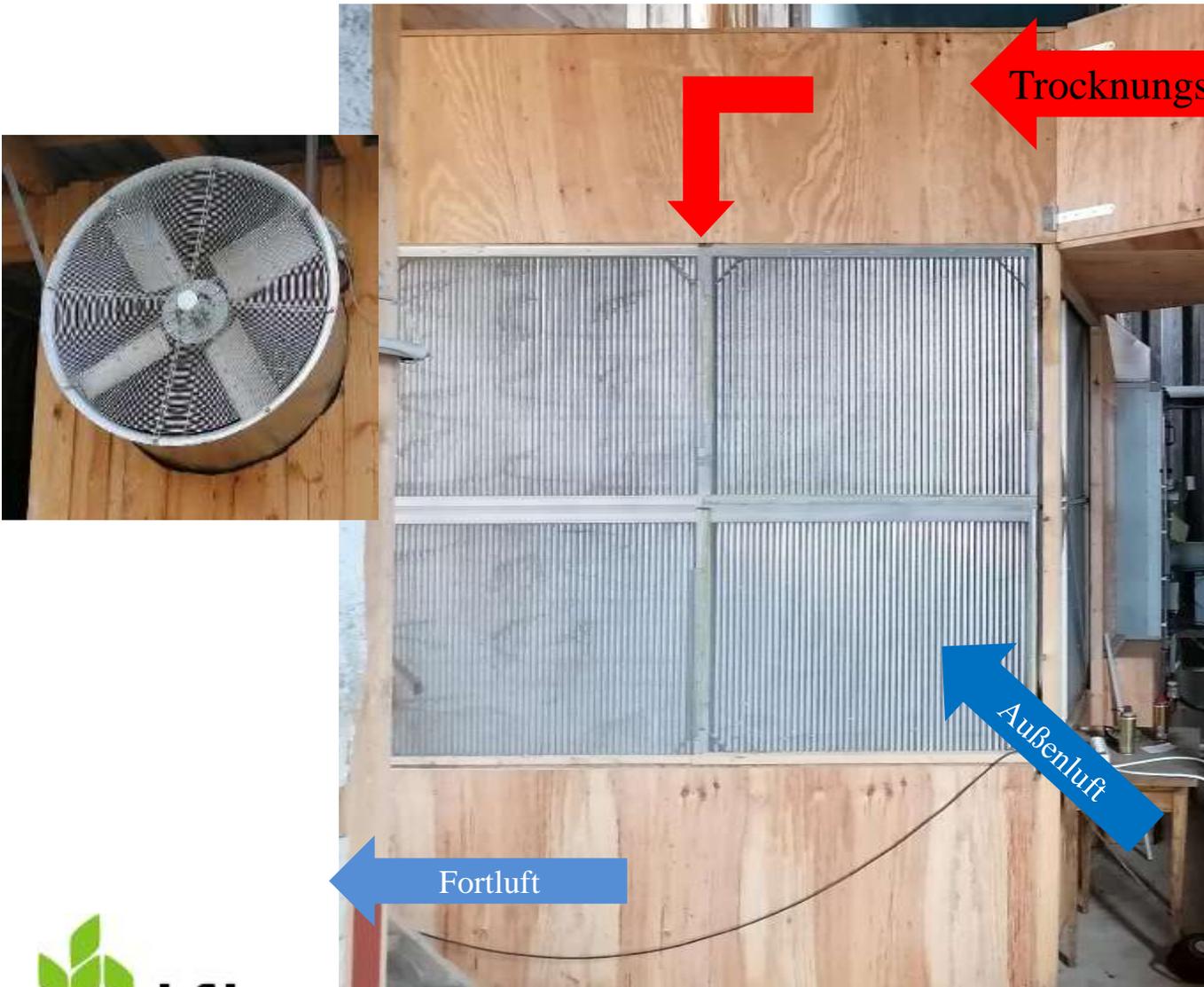
Wärmerückgewinnung - Hordendarre



Wärmerückgewinnung - Bandtrockner



Wärmerückgewinnung - Bandtrockner



Wärmerückgewinnung – Erfahrungen/ Ergebnisse

- optimaler Wirkungsgrad nur bei **optimierten Trocknungsanlagen** erreichbar
- mit Wärmeinhalt der Abluft wird Ansaugluft vorgewärmt
- **optimale Betriebspunkt am Kondensieren der Abluft erkennbar**
 - *sobald Feuchtigkeit der Abluft kondensiert, wird zusätzlich Wärme freigesetzt!*
- durch Unterdruck gleichmäßige Abtrocknung ohne Nesterbildung
- geringe Brennertaktung durch **gleichbleibende Ansaugtemperaturen**
- Entleeren des Schubers ohne Reduzierung der Ventilatoreinstellung möglich
- durchschnittliche Ansaugtemperatur bei **28-30°C**
- **Heizöleinsparung ca. 30-35%**
- **10-15% höhere Trocknungsleistung**
- Wirtschaftlichkeitsberechnung bei Neubau oder vor Ersatzinvestition für Lufterhitzer mit geringer Dimensionierung sinnvoll!



„Energieeinsparung durch alternative Energiequellen und Wärmerückgewinnung“



Fazit

- Leistungsstarkes Trocknen erhöht eindeutig die Energieeffizienz
- Eine Trocknungsoptimierung ist Voraussetzung für einen erfolgreichen Einsatz alternativer Energiequellen
- Der Einsatz alternativer Energiequellen muss auf die vorhandene Trocknungsanlage abgestimmt sein
- Erfassung der „IST-Situation“ ist Voraussetzung für eine Wirtschaftlichkeitsberechnung
- Die Kombination aus Heizölsparsparnis und gleichzeitiger Steigerung der Trocknungsleistung erhöht die Wirtschaftlichkeit einer alternativen Energiequelle
- Die Anschaffung alternativer Energiequellen erfordert aufgrund der komplexen Zusammenhänge erhöhten Beratungsbedarf

