Bildungs- und Beratungszentrum
Arenenberg

Thurgau

Hilfsmittel für die Heutrocknung – ein Systemüberblick

Christof.baumgartner@tg.ch

Quelle: schweizerbauer.ch - David Eppenberger, lid

Gemüse

Nur fossilfrei produzierte Tomaten

Gilt bei Migros ab 2025 für alle Lieferanten!

20 Minuten - Zurich

«Dass Holz vom Uetliberg nach China exportiert wird, ist Blödsinn»

Schweizer Käse

REZEPTE & INSPIRATIONEN | ERNÄHRUNG & GESUNDHEIT | SCHWEIZER KÄSESORTEN | HERSTELLUNG | AKTUELLES | DE

Darum Schweizer + Käse

ie Schweizer Käseproduktion, ne traditionell nachhaltige roduktion

chweiz ist bekannt für die Schönheit ihrer Landschaften. Ob in Hügel- oder zonen, ein jeder liebt es, dort spazieren zu gehen, entspannt, fernab von chem Stress und dies vor dem Hintergrund einer Vielfalt an Farben und Düften.

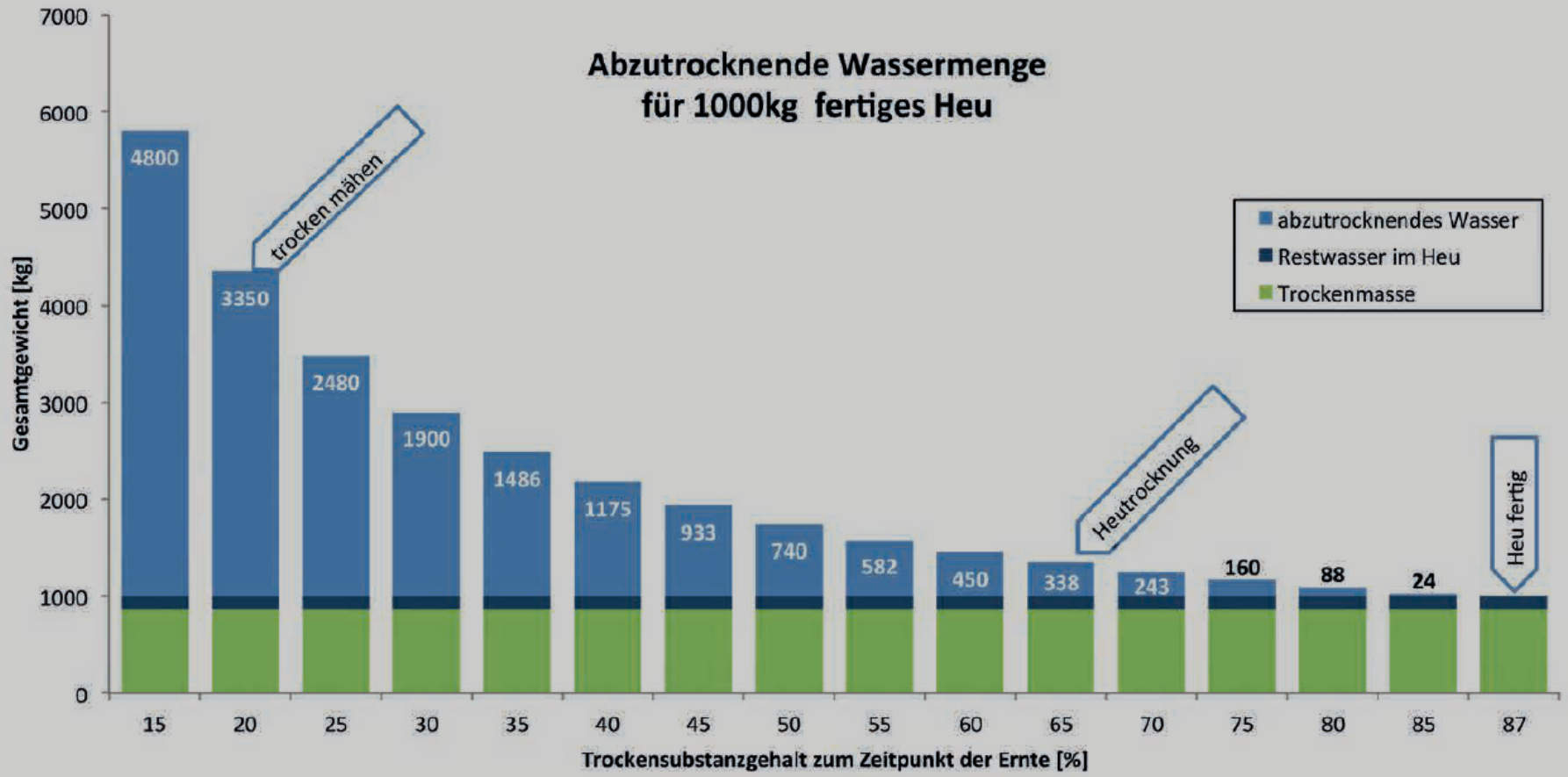
Werbebotschaft Swiss Cheese Marketing

Entwicklung Strompreis: aktuell schliessen viele Werke für 2024 ff. um 20 Rp. /kWh ab.
Es wird davon ausgegangen, dass sich der Strompreis auf über 10Rp. / kWh einpendeln wird

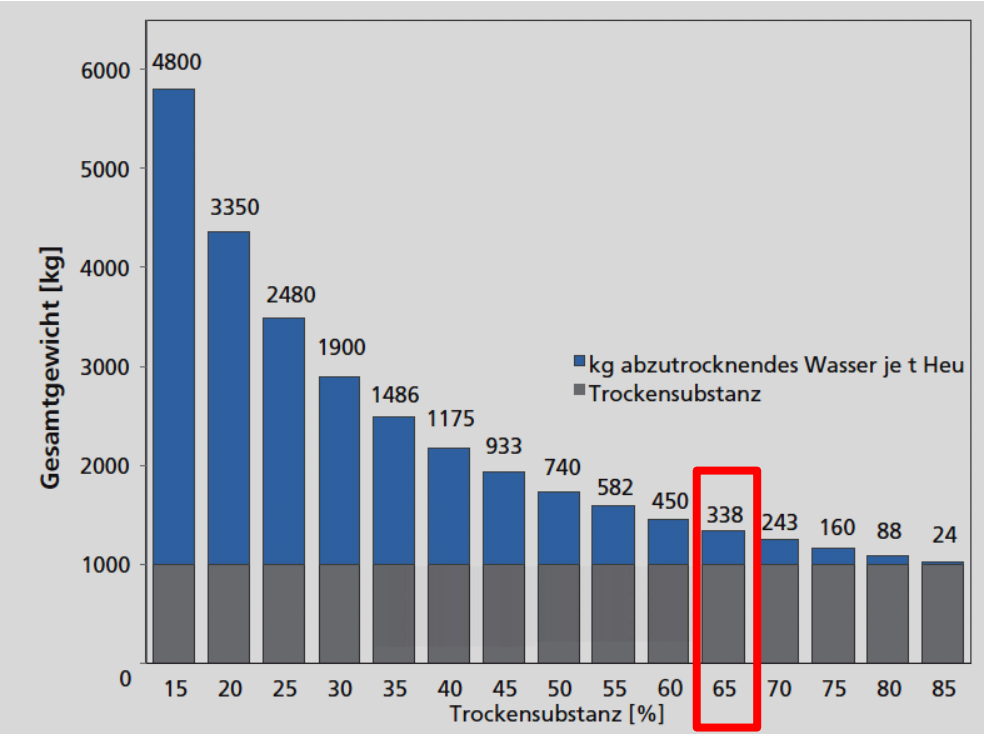
Hilfsmittel für die Heutrocknung

- Öfen – Varianten mit Holz
- Wärmetauscher (Kombi mit Biogas, bestehende Heizungen)
- Warmdächer
- Kombi mit PV Anlage
- Luftentfeuchter

ABZUTROCKNENDE WASSERMENGE FÜR 1.000 KG FERTIGES HEU



Kittl (n. Wirleitner)



Entscheidend für die maximale Einfüllmenge ist der Wasserdeckel pro m² Heustockfläche

60% TS:	65% TS:	70% TS:
kein Saftaustritt bei Wringprobe	kein Saftaustritt bei Nagelprobe	Blätter lassen sich zerreiben

TS Gehalt in %	55	60	65	70
Wasserdeckel pro 1000kg Heu in kg	582	450	338	243
kg TS Heu pro m^3 Heuraum	70	70	70	70
Wasserdeckel in kg pro m^3 Heu	40.74	31.5	23.66	17.01
max. Einfüllhöhe in m bei Kaltbelüftung (50kg Wasserdeckel)	**1.2**	**1.6**	**2.1**	**2.9**
max. Einfüllhöhe in m bei Warmbelüftung (60kg Wasserdeckel)	**1.5**	**1.9**	**2.5**	**3.5**

Die Sache mit dem Hinauspressen…

- Neuer Heuraum bedarf Investitionen von ca. **Fr. 6’000.- pro GVE**
- Bei 30m^3 / GVE → Investitionskosten von ca. **Fr. 200.- / m^3,** bei ca. 5% Jahreskosten → jährl. Kosten von **Fr. 10.- / m^3**
- Pro m^3 Heustock kann ca. 1dt Heu gelagert werden (je nach Stockhöhe 0.8 – 1.1dt Heu pro m^3)
- Das Hinauspressen verursacht Kosten von **Fr. 6-8.- je dt** Heu und wäre billiger, aber….

1 mBar =
10mm Wassersäule

Management der Heutrocknung

- Lüften ohne U-Manometer ist wie Autofahren ohne Tachometer
- Gegendruckanstieg ist zeichen, dass der Stock zusammensitzt (Früherkennung)
- Platzierung idealerweise im Einblaskanal 5-6m vom Lüfter entfernt oder an einer anderen Stelle im Heustock mind 6m vom Lüfter entfernt
- Ein Lüfterraum sollte max. ein Unterdruck von 1mBar herrschen. Ansonsten braucht der Luftansaug zu viel Kraft

Allgemeine Grundsätze

Bei großer Heustockhöhe steigt der Strömungsverlust im Heu überproportional an, ebenso bei einem hohen spezifischen Volumenstrom!

→ zu hohe Heustöcke sind ineffizient

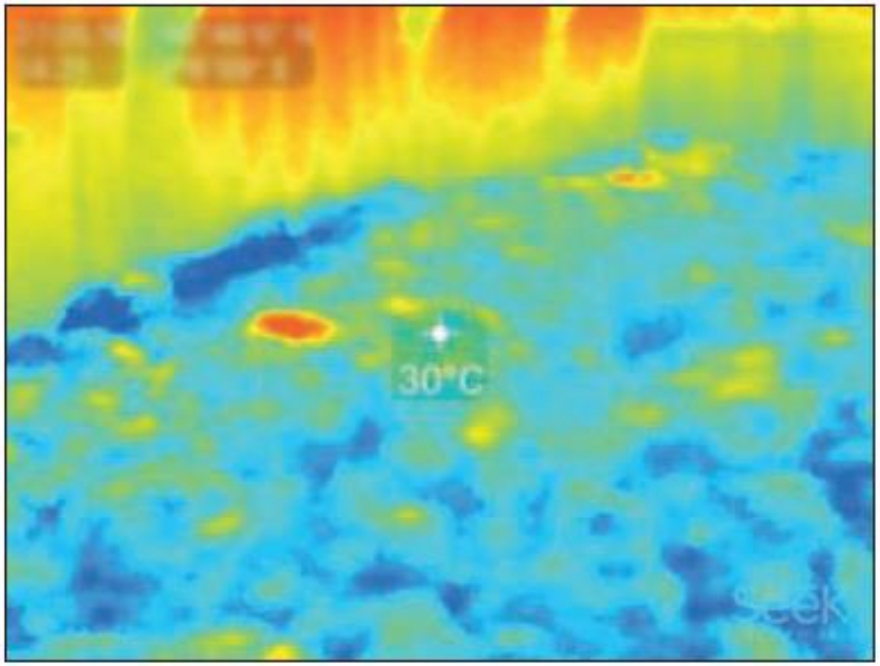
→ Zu viel Luftmenge ist ineffizient

→ Druckmessung gehört zum professionellen Lüften

Bei zu grossen Luftmengen und Drücken setzt die Kaminbildung schneller ein!

Achtung:
Heizsysteme fördern die Kaminbildung!
Die Heutstocküberwachung ist doppelt wichtig!

3. Beobachten Sie wärmere und/ oder kältere Kamine.



Kühle Stellen - auf dem Bild blau - deuten auf eine gute Gesamttrocknung hin.

Einige heiße Stellen - in rot - deuten jedoch auf Kamine oder Gärung während der Trocknung hin.

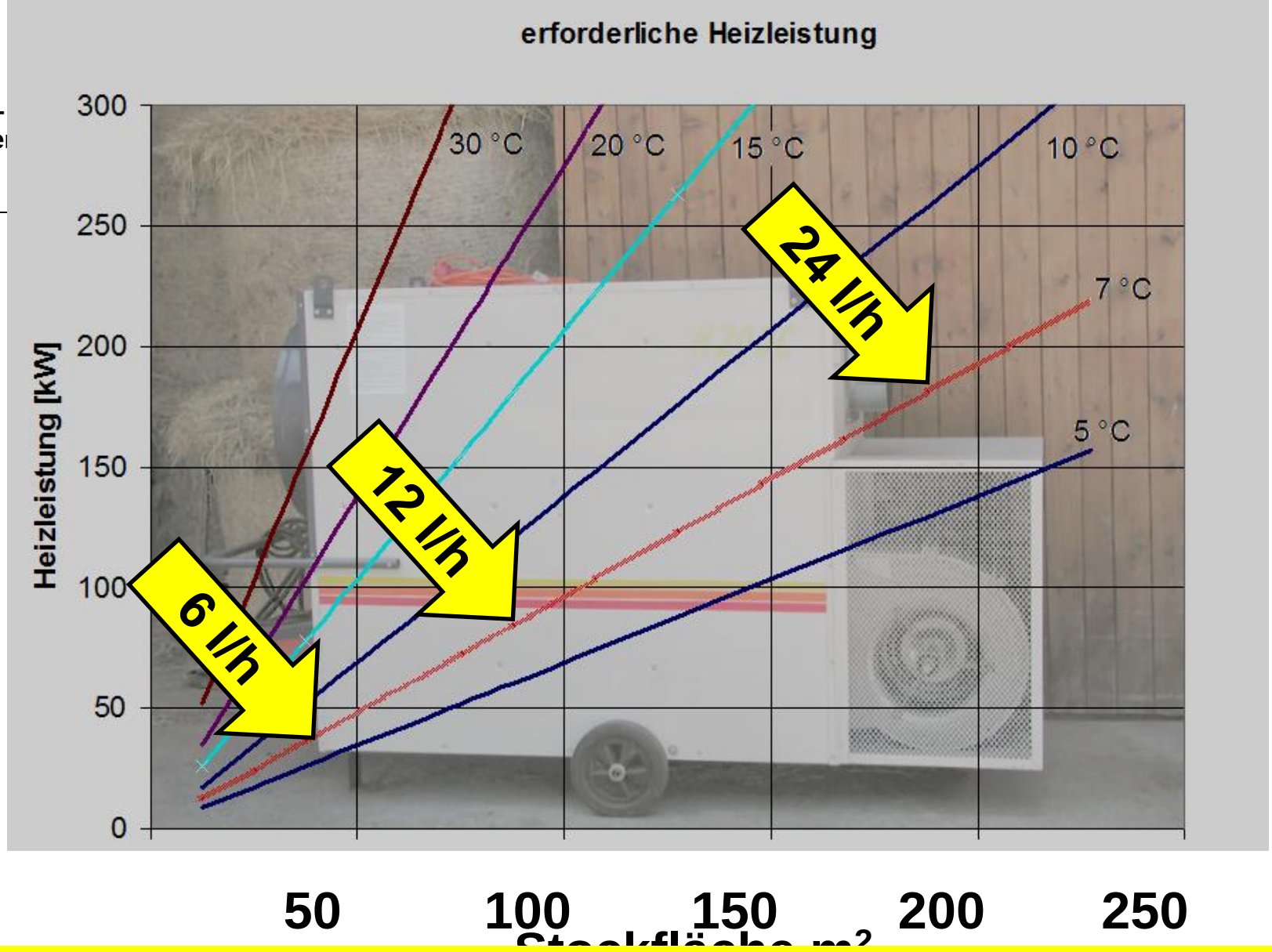
Heustocküberwachung mit der Wärmebildkamera

Richtiger Einsatz von Öfen

Warme und kalte Luft vermischen sich nicht (wichtig bei doppelflutigen Lüftern)!

Fehler im Belüftungssystem verstärken sich meist mit Zusatzheizung

Bildungs-
Arenenbe



100kW Heizleistung entsprechen 7°C Lufterwärmung pro 100 m2
→ Ölverbrauch ca. 12lt /h / 100kW
→ 12l/h entspricht aktuell ca Fr. 20.-/h oder Fr 480.- in 24h

Pelletswarmluftofen

Hackgutwarmluftofen

Stückgutwarmluftofen

Neupreis ca. Fr. 55’000.- inkl. Mwst für 150kW; inkl. Bunker und Luftzuführung Gemietet sehr gut verfügbar	Neupreis ca. Fr. 65’000.- inkl. Mwst für 150kW; inkl. Bunker und Luftzuführung	150 kW Ofen je nach Marke ab Fr. 13’000.- erhältlich inkl. Luftzuführung
+sehr einfache Variante ohne zusätzlichen Arbeitsaufwand	+ eigenes Holz kann verwertet werden (ca. 1 Jahr am Waldrand trocknen lassen)	+ eigenes Holz kann gut verwertet werden
-keine Verwertungsmöglichkeit von eigenem Holz	- Einmal täglich Bunker nachfüllen (Hoflader o.Ä. erforderlich)	-nach 2-3 Stunden muss Holz nachgelegt werden (auch Nachts!)
	Lagerplatz für Schnitzelerforderlich (Mulde / Container?)	

Pelletofen - Mietvariante

RAHMENBEDINGUNGEN

Voraussetzungen

- Intakter Heustock mit Kaltluftgebläse oder
- vorhandenes Flex-System für Rundballentrocknung
- Elektrischer Anschluss 380 V / 16A /CEE16
- Umhängen der Pellet-Boxen und Aschenentsorgung

Mietzeitraum (Saisonmiete)

- Jeweils von Mai bis 30. September (ab 1. Oktober zum Tages-Mietpreis)

Energie (Holzpellets)

- Pellet-Boxen sind Austauschbehälter
  Bezug von Pellets erfolgt ausschliesslich via Suter, keine selber Nachfüllen (Pönale)
- Abrechnung der Energie erfolgt pro Pellet-Box oder ab zwei Pellet-Heizungen pro Betriebs

Bsp: 150kW Ofen

Grundpauschale von Fr. 2'500.- pro Saison.
1 Tonnen Pellets: Fr. 400.- → 6000kWh → 6.7Rp/kWh
Als Vergleich: 1000lt Heizöl → 9800Kwh → 9.2 Rp/kWh
Nachfüllen Pellets und Wartung inbegriffen

Pelletofen - Kaufvariante

Variante 150kW

- Neupreis ca. 55’000.-
- Pelletkosten ca. 6.7Rp. /kWh
- «Komfortvariante»
- Eigenes Holz kann nicht verwertet werden
- Der Ofen ist Mobil. überbetriebliche Nutzung gut möglich (Beeren / Gemüsebau / Werkstattheizung, usw.)
- Förderprogramm KLIK oder Förderprogramm TG (25% Invest-Kosten)

HEIM AG
Heizsysteme

Hackgutofen 150kW - Kauf

MARTIN RUCKLI AG
Traktoren & Landmaschinen
6018 Buttisholz
·Import
·Handel
·Service
Telefon 041 928 16 16 www.ruckliag.ch

Variante 150kW

- Neupreis ca. 65’000.-
- Schnitzelpreis Fr. 33.- Rm→ 4.2 Rp/kWh Eigenes Holz <u>kann</u> verwertet werden
- Förderung TG bis 25% der Invest-Kosen möglich
- Der Ofen ist mobil. überbetriebliche Nutzung möglich (Beeren / Gemüsebau / Werkstattheizung, usw.
- Max. 20% Feinanteile und nicht zu grobe Holzteile (max. 7cm) wegen Störungsanfälligkeit. In der Regel <u>kein</u> Thema

Hackgutofen 150kW Miete

MARTIN RUCKLI AG
Traktoren & Landmaschinen
6018 Buttisholz
·Import
·Handel
·Service
Telefon 041 928 16 16 www.ruckliag.ch

Bsp: 150kW Ofen

- Grundpauschale von Fr. 900.- für den 1. Monat
- Anschliessend Fr. 450.- pro weiteren Monat
  Schnitzelpreis Fr. 33.- Rm→ 4.2 Rp/kWh (Heizöl 9.2Rp kWh)
- Eigenes Holz kann verwertet werden
- Holzschnitzeln kosten Fr. 12.- /Rm
- Lagerkosten mitberücksichtigen (Lastwagenmulde??)
- Wartung und Support inbegriffen
- Mietvariante muss sehr früh vorbestellt werden

Stückgutöfen - Kauf

DIEMO
WARMLUFTHEIZUNGEN AG
Stöcken
6162 Rengg-Entlebuch
Tel: 041 480 10 11

MARTIN RUCKLI AG
Traktoren & Landmaschinen
·Import
·Handel
·Service
6018 Buttisholz
Telefon 041 928 16 16 www.ruckliag.ch

- Variante Diemo AG 150kW
  ohne Brennverzögerung; Holznachschieben alle 2h erforderlich
  → Fr. 13’000.-

- Variante Ruckli 325kW mit Brennverzögerung
  → Holznachlegen nur alle 4-5h erforderlich
  → Fr. 26’000.-
  Stückholzpreis Fr. 90.-/Ster→ 5.0 Rp/kWh (Heizöl 9.2Rp kWh)
- Eigenes Holz kann verwertet werden
- Teilnahme am TG Förderprogramm wegen Feinstaubwerten nicht möglich

Stückgutöfen - Miete

MARTIN RUCKLI AG
Traktoren & Landmaschinen
6018 Buttisholz
·Import
·Handel
·Service
Telefon 041 928 16 16 www.ruckliag.ch

- Bsp: 115kW Ofen
- Grundpauschale von Fr. 900.- für den 1. Monat
- Anschliessend Fr. 450.- pro weiteren Monat
  Stückholzpreis Fr. 90.-/Ster→ 5.0 Rp/kWh (Heizöl 9.2Rp kWh)
- Eigenes Holz kann verwertet werden
- Wartung und Suport inbegriffen
- Mietvariante muss sehr früh vorbestellt werden

Kombination mit bestehender Holzschnitzelheizung z.B. vom Wohnhaus - Bs 70kW

- Bsp. Bruno Kägi, Affeltrangen70kW Heizung Wohnhaus.
- Neuerstellung eines Grossspeichers (25m3)
- Wärmeübertragung mit Wärmetauscher
- Ende April wird der Speicher aufgeheizt. So steht in der Nacht nach dem Einführen 240kW während 10 Stunden zur Verfügung.

- Fördergelder: vom Amt für Energie (TG)
- Grundsätzlich auf allen Betrieben umsetzbar mit bestehender Holzheizung beim Wohnhaus
- Besonders interessante Variante für den Luftentfeuchter Betrieb (→ Wärme bleibt im System)

Förderprogramm Energie des Kanton Thurgau

6 Ersatz Wärmeerzeugung

6.1 Holzfeuerungen

Anlagen mit Wärmenetz und einer Feuerungswärmeleistung ab 200 kW_{th} werden über die Massnahme Wärmenetzprojekte gefördert (siehe in Kapitel 6.4).

6.1.1 Fördersätze

	Ein-/Zweifamili-enhäuser	MFH ab 3 Wohnungen	Nichtwohnbauten
Einmaliger Investitionsbeitrag pro Anlage	7'000.-	12'000.-	12'000.-
Bei automatischen Holzfeuerungen ab 20 kW therm. Nennleistung: Für jedes weitere kW	250.- pro kW_{th}		
Zusatzbeitrag Partikelabscheider	1'000.-		

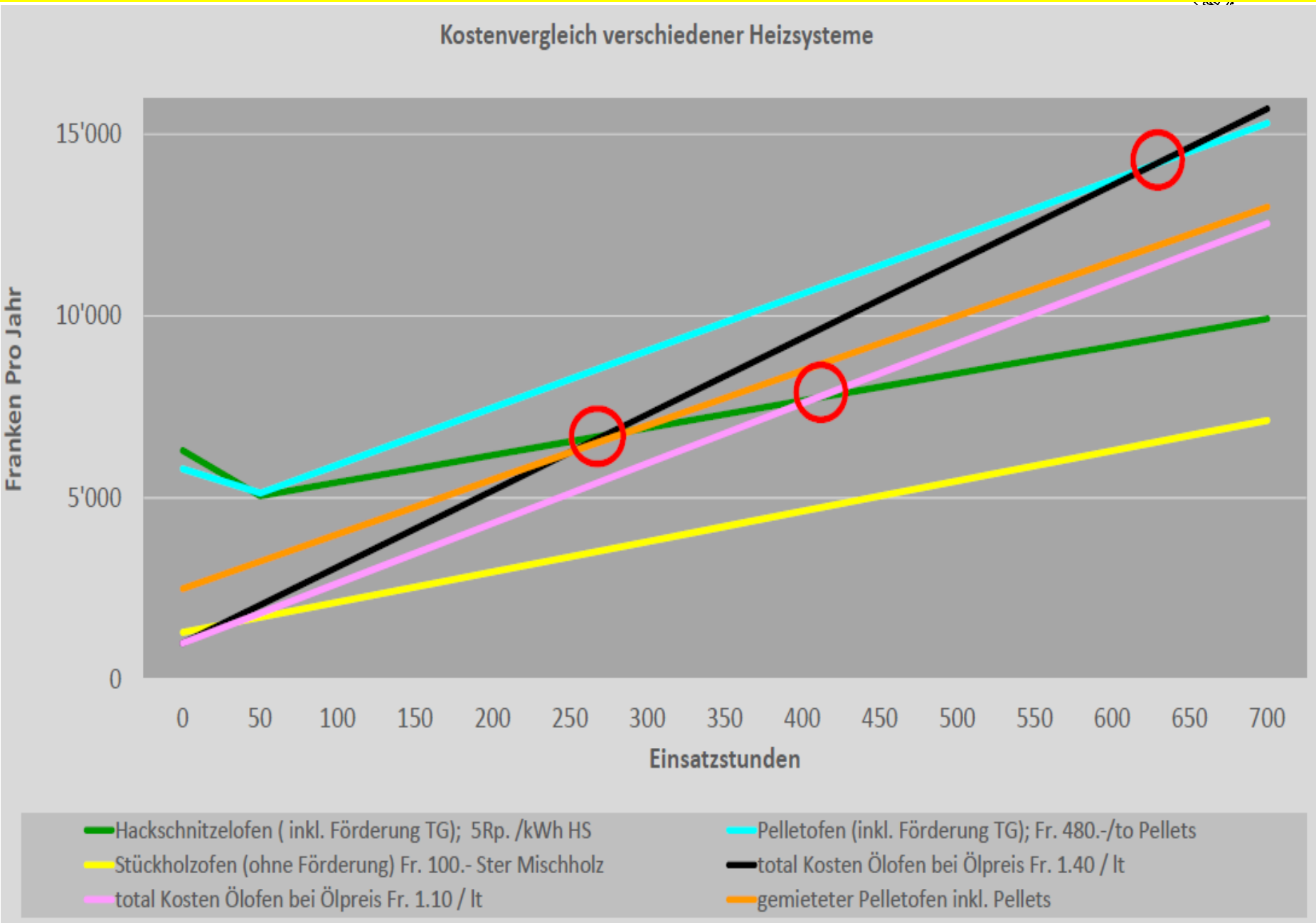
Falls keine Heizöl-, Gas- oder Elektroheizung ersetzt wird, reduziert sich der Förderbeitrag auf 30 Prozent des obigen Beitrags.

Förderung auch für Holzöfen zur Heutrocknung

-Da es sich um Prozesswärme handelst ist der Förderbeitrag auf 25% der Investitionskosten begrenzt

- Grenzwert Feinstaub von 20mg/m^3 → Lasco-Ofen erfüllt das
- Kombinutzung mit anderen Betrieben ist zulässig

Kostenvergleich verschiedener Ofensysteme pro Jahr



Kombination mit bestehender Wohnhausheizung oder Biogasanlage
→Wärmetauscher erforderlich (Ca. Fr. 10‘000.-)

Kombination mit bestehender Holzschnitzelheizung z.B. vom Wohnhaus - Bsp 70kW

- Bsp. Bruno Kägi, Affeltrangen70kW Heizung Wohnhaus.
- Neuerstellung eines Grossspeichers (25m3)
- Wärmeübertragung mit Wärmetauscher
- Ende April wird der Speicher aufgeheizt. So steht in der Nacht nach dem Einführen 240kW während 10 Stunden zur Verfügung.

- Fördergelder: vom Amt für Energie (TG)
- Grundsätzlich auf allen Betrieben umsetzbar mit bestehender Holzheizung beim Wohnhaus
- Besonders interessante Variante für den Luftentfeuchter Betrieb (→ Wärme bleibt im System)

Bild
Aren

Thurgau

Auszug Förderprogramm Energie des Kanton Thurgau

7.4 Anschlüsse an Wärmenetze

7.4.1 Fördersätze

	Ein-/Zwei-familienhäuser	MFH ab 3 Wohnungen	Nichtwohnbauten
Einmaliger Investitionsbeitrag pro Anschluss (Übergabestation)	8'000.-	14'000.-	14'000.-
Ab 70 kW Anschlussleistung: Für jedes weitere Kilowatt	-	100.- pro kW Anschlussleistung	

Falls keine Heizöl-, Gas- oder Elektroheizung ersetzt wird, so reduziert sich der Förderbeitrag auf 50 % des obigen Beitrags.

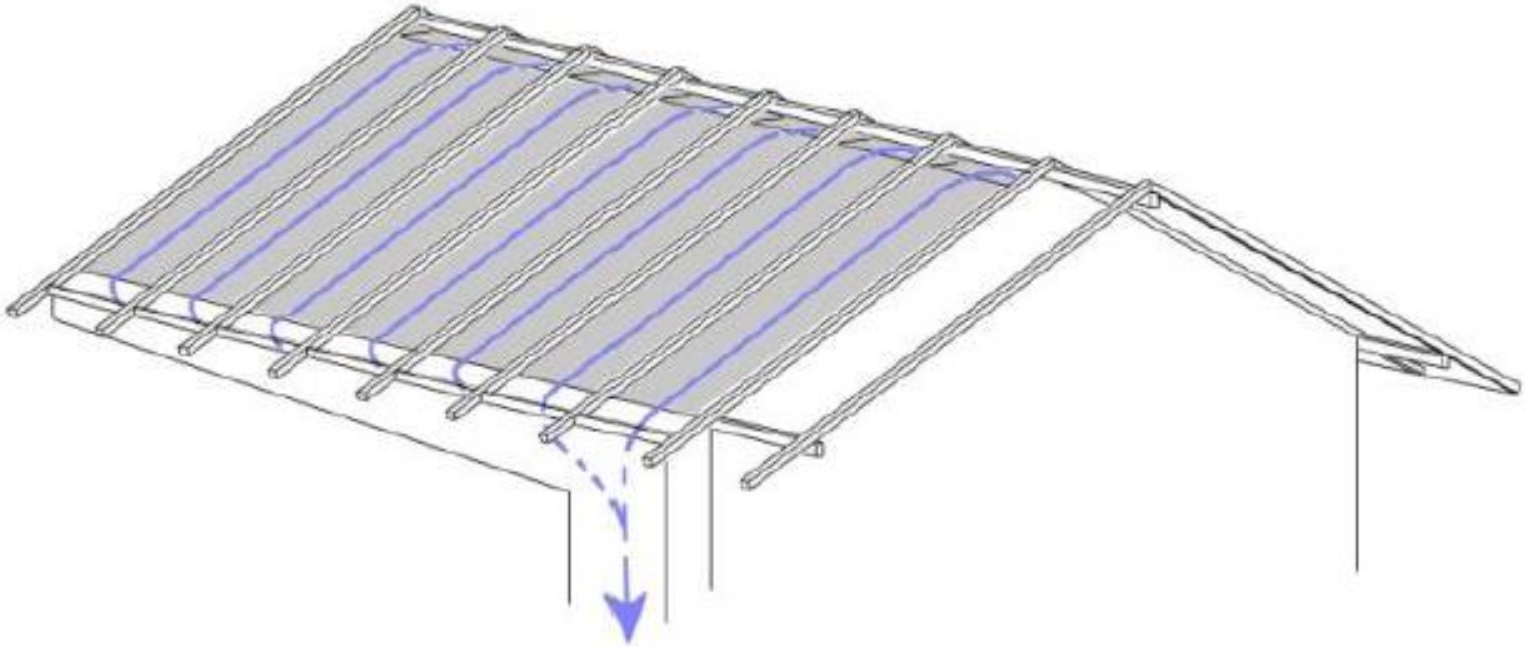
Anschlüsse der Heutrocknung an bestehenden Hausheizungen gelten als Anschluss an einen Wärmeverbund

Kosten Anschluss an bestehende Heizung

- Wärmetauscher (je nach Dimension 8’000 – 10’000.-)
- Wassertank inkl. Einwandung (→ Occasionstank??)
- Arbeiten Sanitär für Anschluss

- **Total Kosten im Fall von Bruno Kägi: ca. Fr. 35’000.- (abzüglich Fördergelder)**

Beispiele Sonnenkollektoren



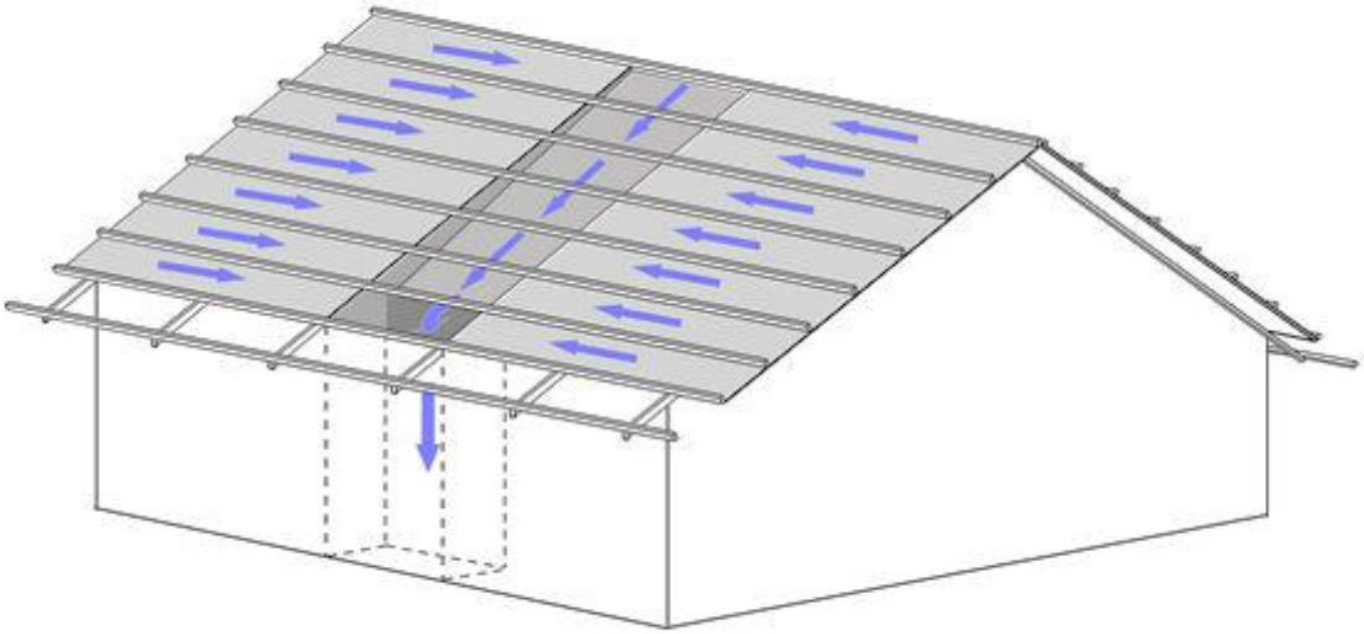
Wichtig:

maximale Luftgeschwindigkeit **vom 5m/s im Luftsammelkanal**

max 1mbar Luftwiderstand im Kollektor

Berechnung inkl. Zu erwartender Wärmeleistung vor Umsetzung sehr empfohlen

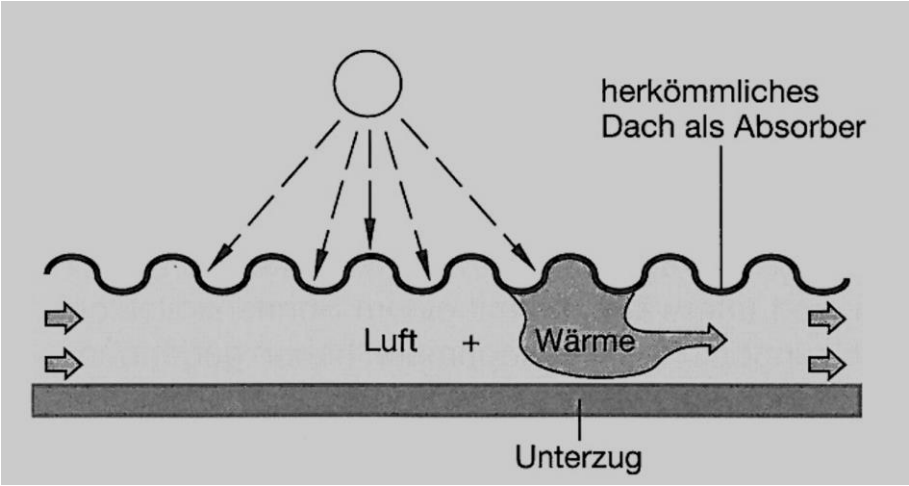
Beispiele Sonnenkollektoren



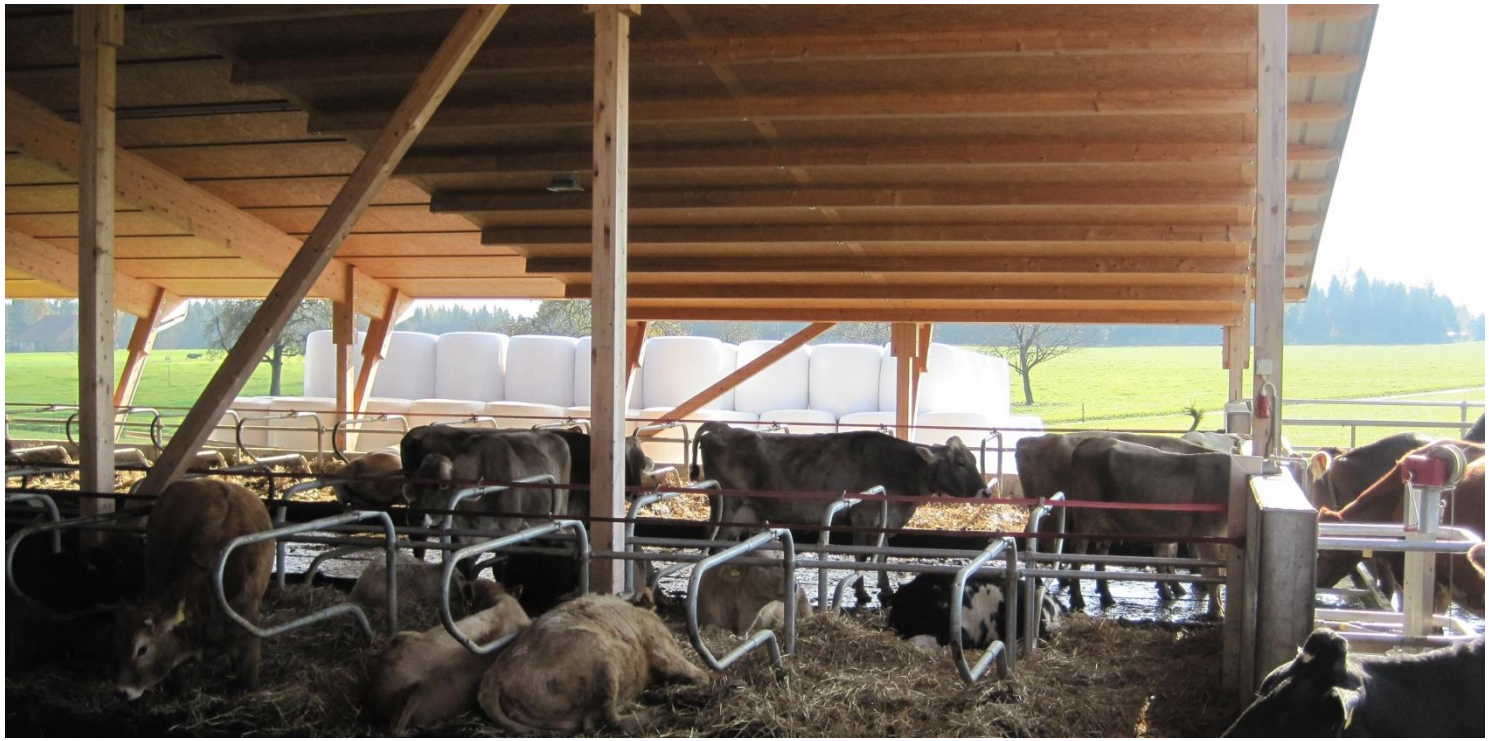
Pfettendach mit mittigem Sammelkanal in der Breite eines Binderfeldes

Wirkungsgrad

- je höher Luftgeschwindigkeit desto besser der Wirkungsgrad
- bei hoher Luftgeschwindigkeit wird allerdings Druckverlust grösser
- oft gibt auch bei bestehenden Scheunen gute Lösungen → unbedingt durch Fachberson Machbarkeit abschätzen lassen



Sonnendach = warme Luft für den Lüfter und einen kühlen Stall!



- Eternitkollektoren:
  grösster Anteil, Wirkungsgrad 40-50%, Ästhetik unproblematisch, gute Planung notwendig
- Ziegelkollektoren:
  Wirkungsgrad 20-40%, mehr Fläche notwendig
- Blechkollektoren/Photovoltaikanlage
  Wirkungsgrad zwischen lichtdurchlässiger Abdeckung und Eternitkollektoren

Ausrichtungsfaktor gegenüber Südrichtung

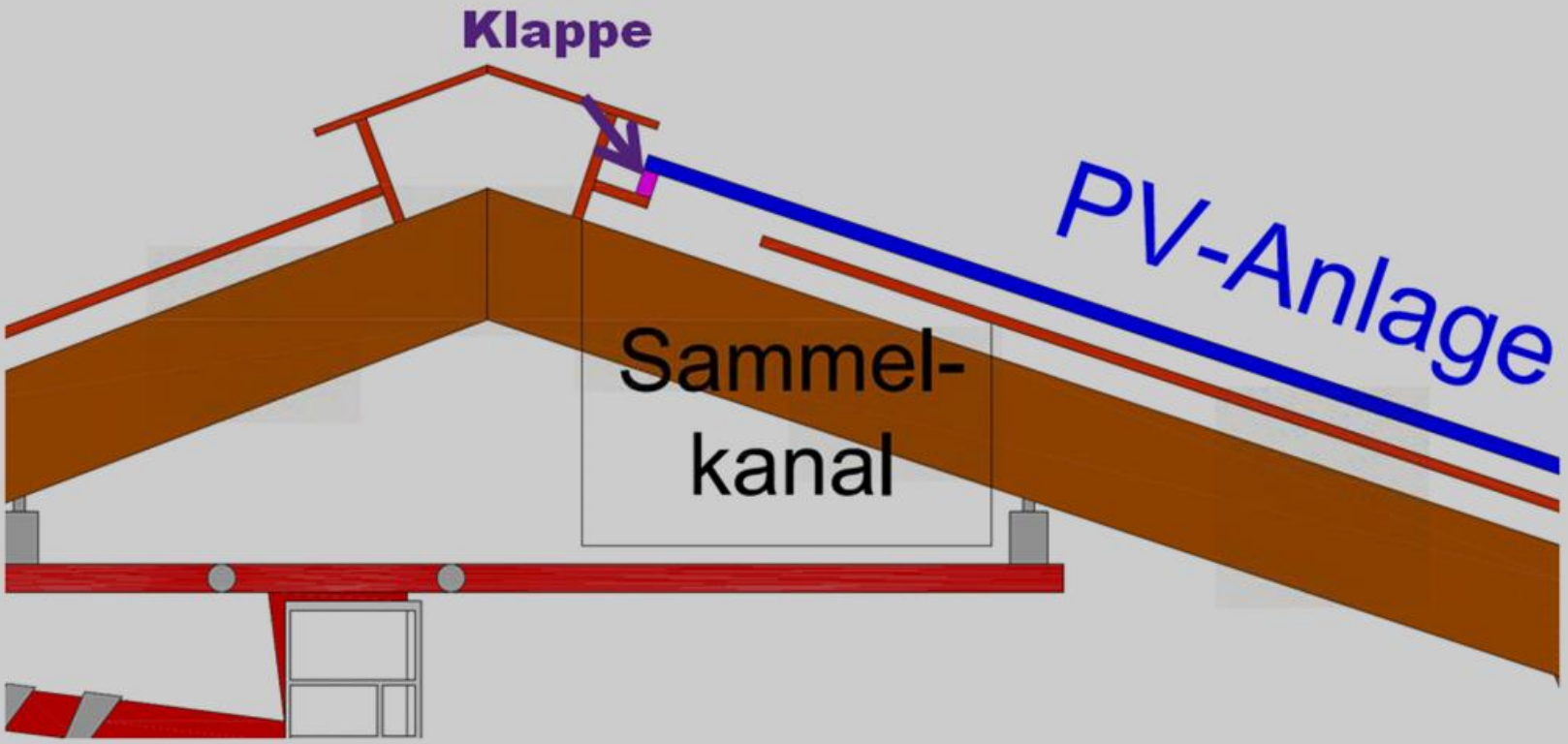
Exposition (Abweichung von Süden) Grad	Dachneigung				
	10°	20°	30°	40°	50°
0 (Süd)	98	100	99	96	89
30	97	99	98	94	88
60	95	94	92	89	83
90 (West/Ost)	91	88	84	79	72
120	88	81	73	65	57
150	86	76	65	52	39
180 (Nord)	85	74	62	47	32

PV Anlage und Heubelüftung sinnvoll kombinieren

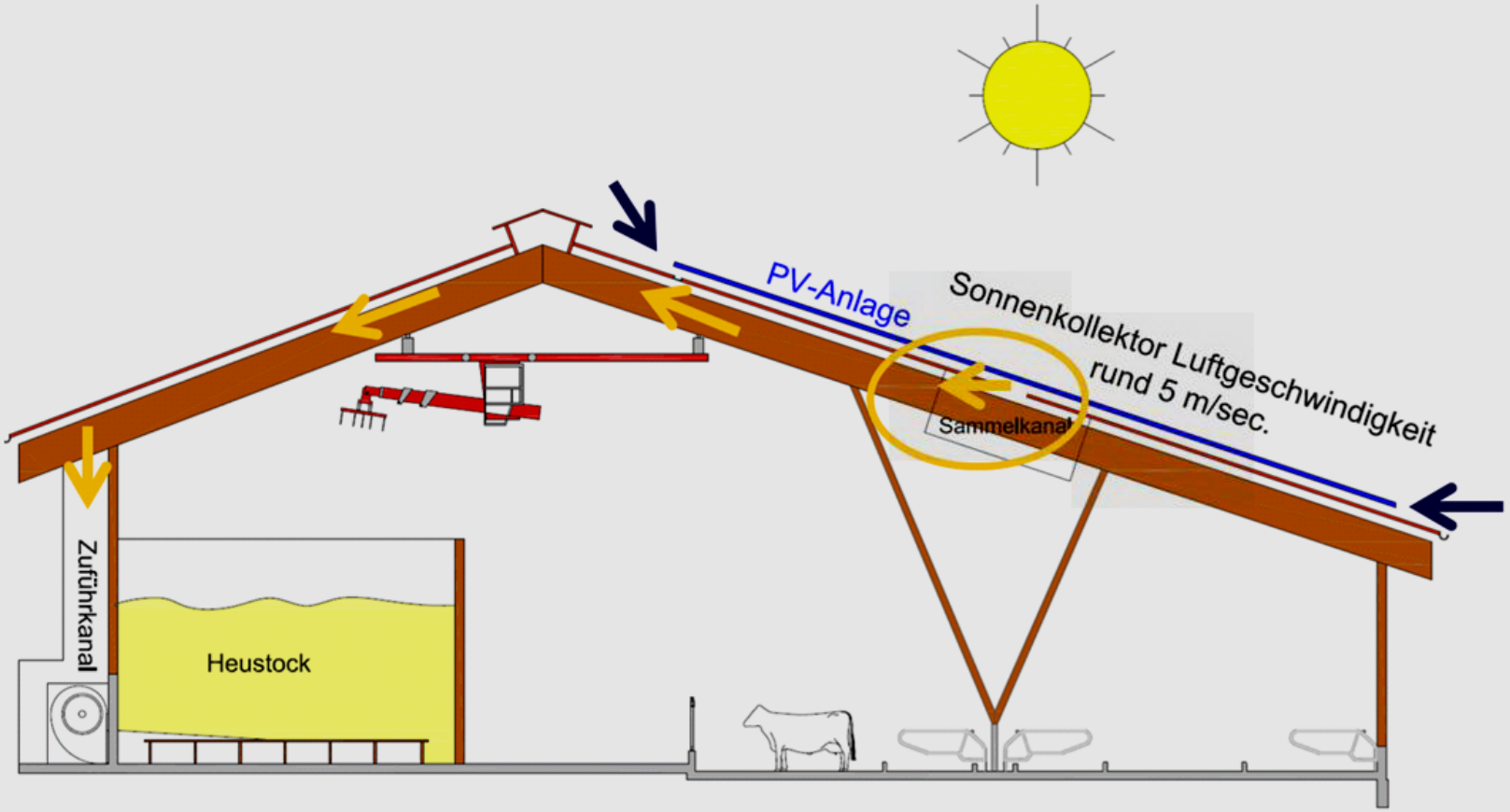
- Solarzellen erwärmen sich
- Genügende Kühlung der Solarzellen sicherstellen → Hinterlüftung notwendig!
- Eine Senkung der Solarzelltemperatur um 1 Grad bewirkt eine Zunahme der Stromproduktion um rund 0.4 Prozent

Ausführungsbeispiele

Heubelüftung in Betrieb

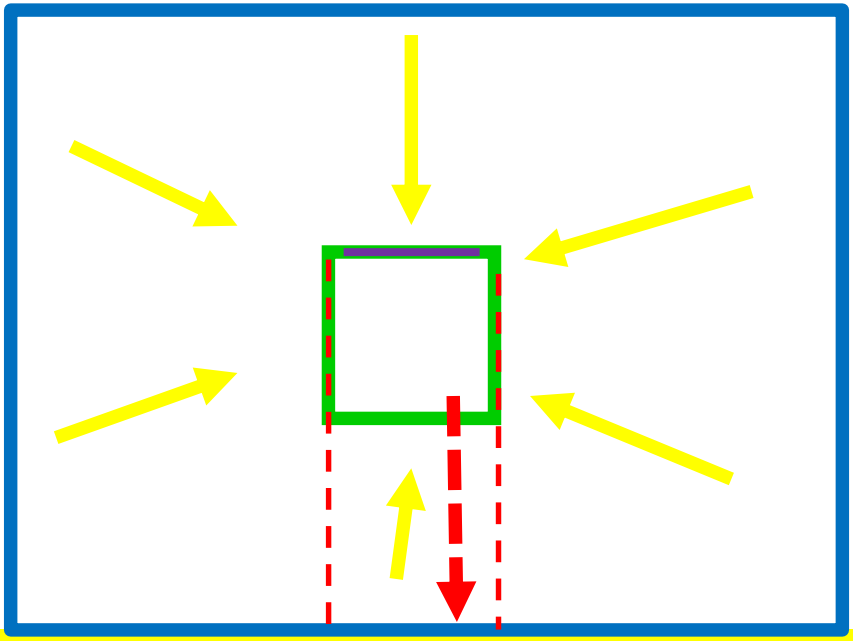


Ausführungsbeispiele



Im gesamten Luftsammelkanal ist eine maximale Luftgeschwindigkeite von 5m/s einzuhalten. Dabei ist immer der Nettoquerschnitt (Lichtmass an der engsten Stelle) entscheidend.

Beispiele Platzierung
Öffnung im Dach



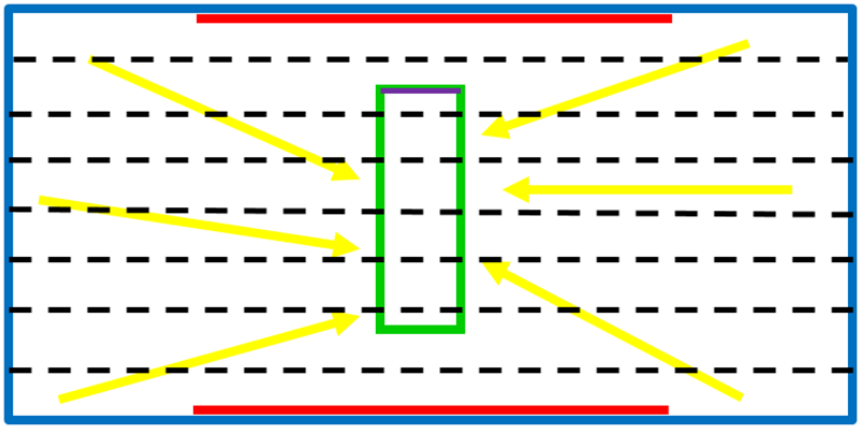
Achtung:
Wird eine PV Anlage auf einen bestehenden Kollektor aufgebaut wird verliert dieser seine Leistung!

Öffnung im Dach muss auf Lüfterleistung abgestimmt sein (max. 5m/s)

Die Luftzuführung zum Lüfter erfolgt in der Regel im mittleren Binderfeld (max. Luftgeschwindigkeit 5m/s beachten).
Oberhalb ist eine Dachrinne anzubringen (violett gekennzeichnet).
Abstand PV zu Dach ist berechnen zu lassen (Luftwiderstand)

Alternative zur Queröffnung: Vertikalöffnung

Bildungs- und Beratungszentrum Arenenberg



Nur bei Dächern mit engem Längen zu Breitenverhältnis sinnvoll (max. 2.5:1)

Öffnung im Dach muss auf Lüfterleistung abgestimmt sein (max. 5m/s)

Unten und oben sind verjüngungen anzubringen (Lochblech oder nur noch die Wellung des Eternits zur Hinterlüftung offen lassen)

Neuer Stock 70m²	Bisheriger Heustock 140m²	Bisheriger Heustock 160m²
Ablade-tenn		

Dank zusätzlichem Kleinheustock effizienter trocknen und günstig Heuraum gewinnen

Vorteile:

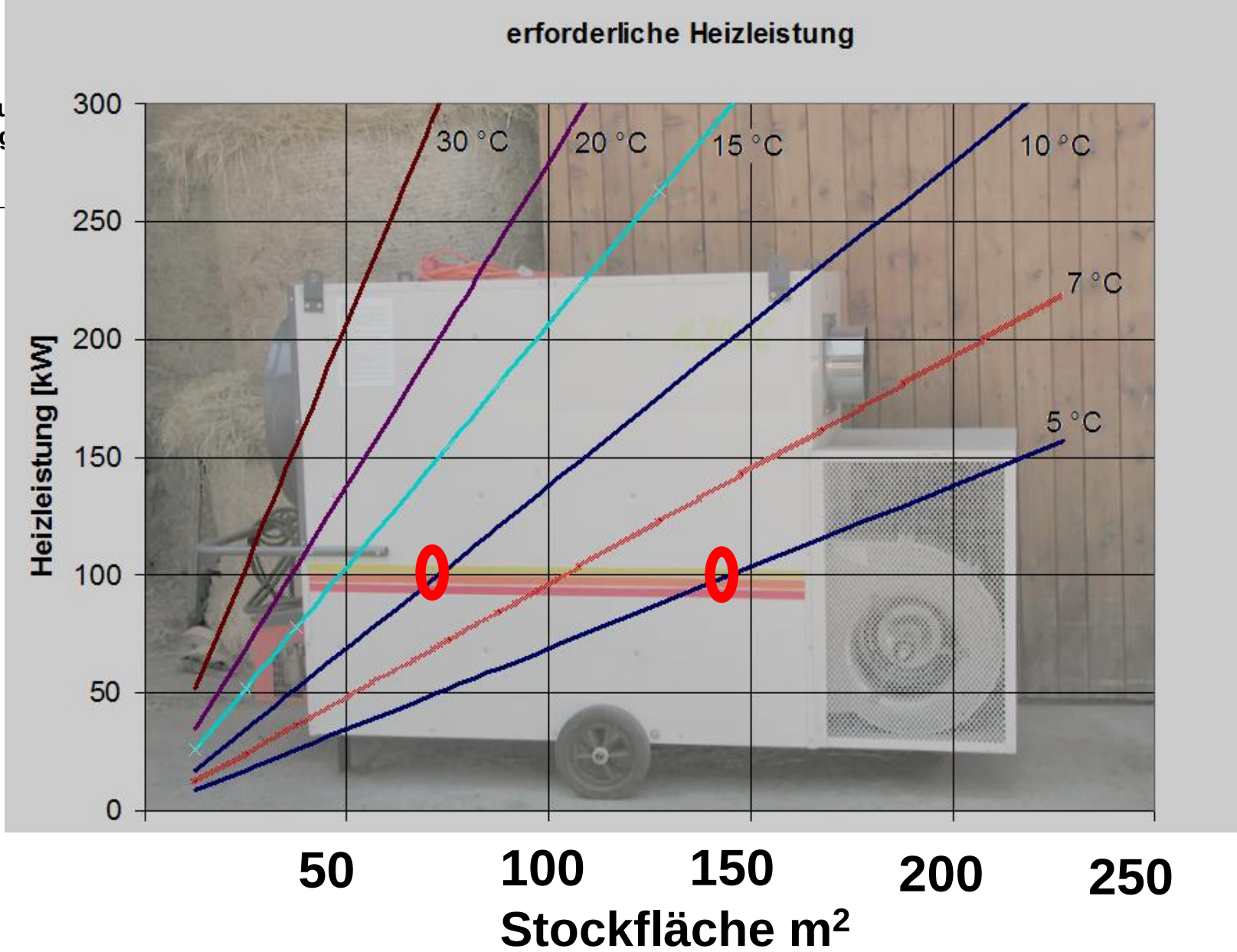
- Doppelte Lufterwärmung
- Raum unter dem Dach kann genutz werden (sehr billiger Heuraum)
- Auch Herbsfutter kann bei geringer Stockhöhen getrocknet werden

70m2 x 5m Höhe = **350m3** zusätzlicher Lagerraum
Zusätzlich 2.5m Höhe x 140m2 = **350m3** über bestehendem Lagerraum nutzbar = **Total min. 700m3 zusätzlicher Lagerraum**

Neuer Lüfter:	ca. 7'000.-
OSB Platten / Bodenbretter / Sägerlohn:	ca. 11'500.-
Ca. 250h Eigenleistungen:	ca. 7'500.-
Total Kosten für 700m3 Lagerraum	**ca. 26'000.-**

Investitionskosten **Fr. 37.- pro m³** (Norm 200.- / m³)

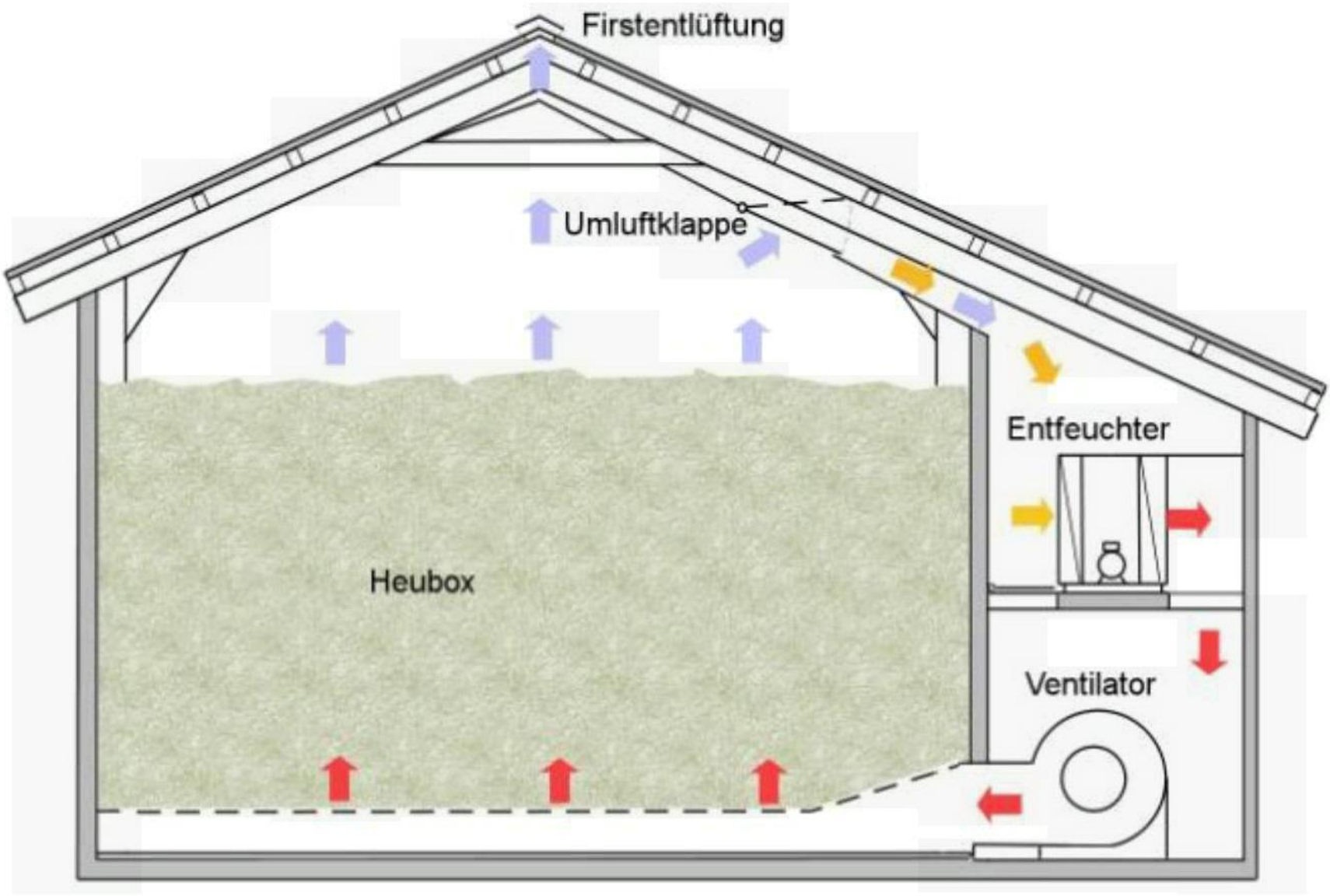
Bildungs- u
Arenenberg



100kW Heizleistung entsprechen 5°C Lufterwärmung pro 140m² Stockfläche oder 10°C bei 70m² Stockfläche

Thurgau

Kleinheustöcke können auch bei seitliche angeordneten Heustöcken umgesetzt werden (Verlängerung bisheriger Stock oder über Fressachse)



Prinzip Luftentfeuchter

Thurgau

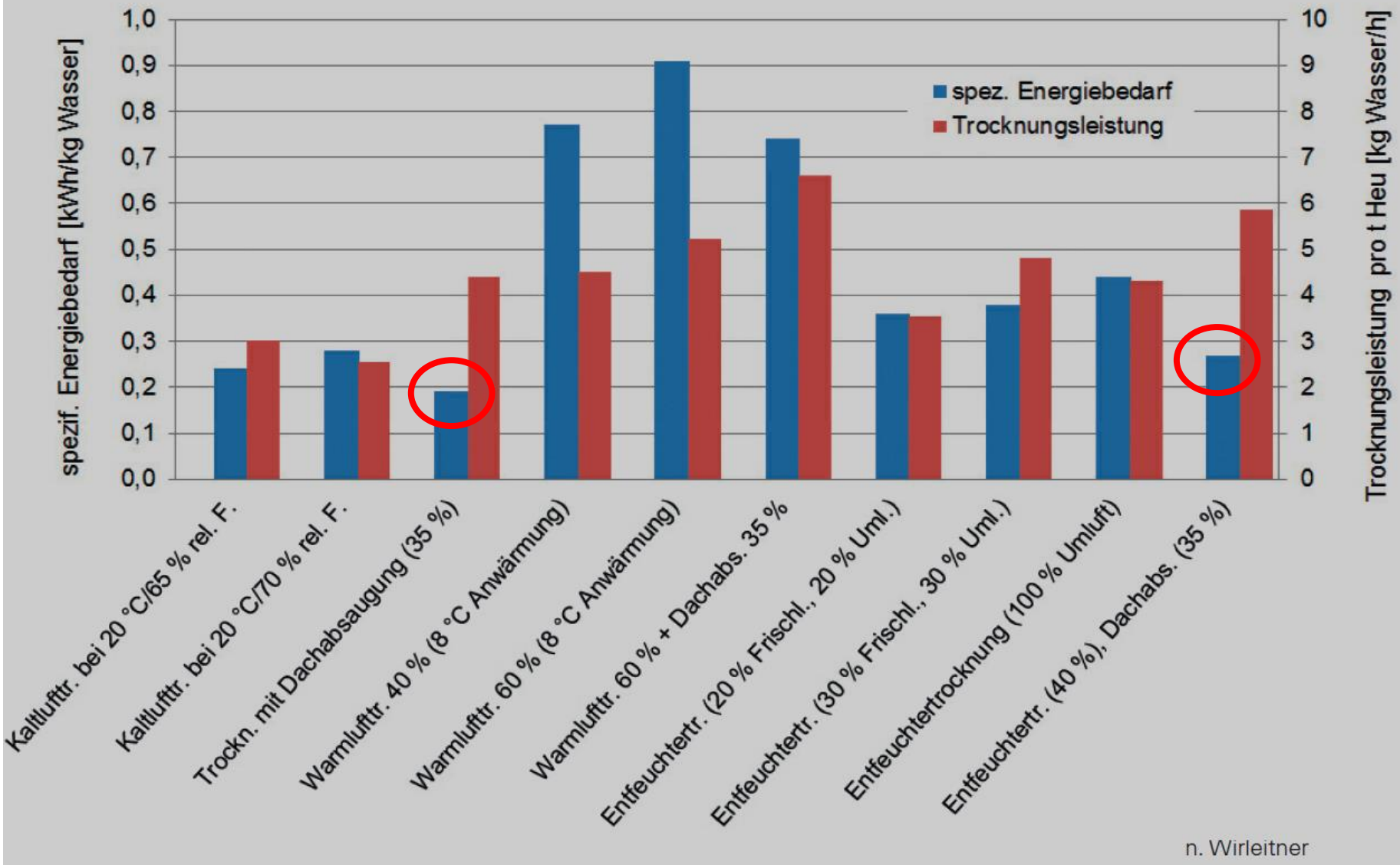
Ansaugraum mit Umschaltklappe

Dachabsaugung (bei Sonnenschein)

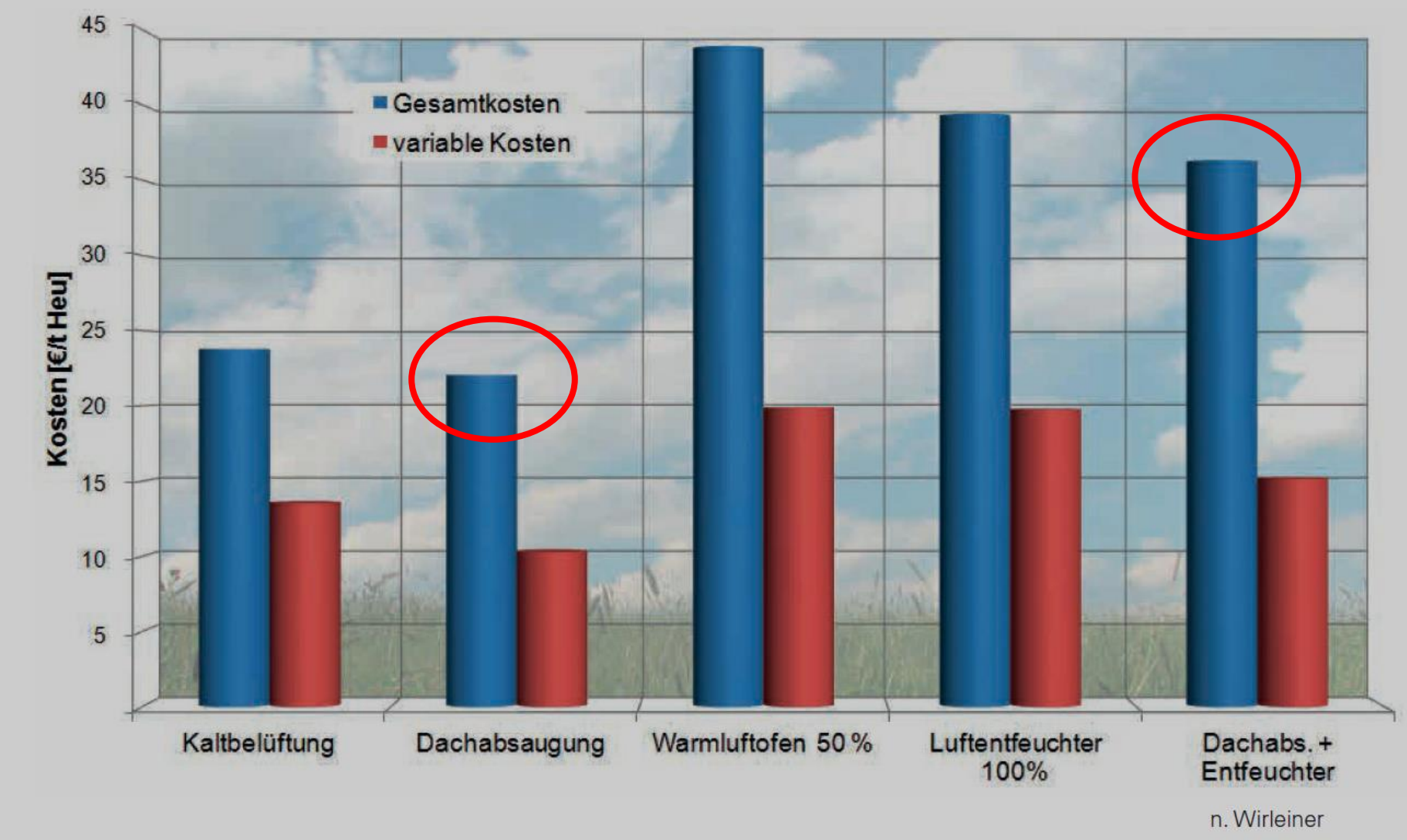
Umluftbetrieb (Schlecht Wetter oder Nachts)

Kosten Luftentfeuchter		
Luftentfeuchter Anschaffungskosten	Fr.	99'300.00
Elektroinstallation	Fr.	8'900.00
Montage in eigen Regie mit Material Annahme	Fr.	5'000.00
Total Anschaffungskosten	**Fr.**	**113'200.00**
Abschreibung 15 Jahre Zinssatz 2.5% (Anuität 8%)		8%
Total Zins und Abschreibung Kosten pro Jahr	Fr.	9'056.00
Wartung und Unterhalt Annahme	Fr.	1'000.00
Total jähliche fixe Kosten	**Fr.**	**10'056.00**
Stromkosten 2013	**Fr.**	**5'000.00**
Stromkosten 2014	**Fr.**	**8'000.00**

Beispiel Kostenaufstellung Luftentfeuchter Beispiel Bruno Kägi in Affeltrangen (70GVE)



Vergleich des Energiebedarfes aus Österreich +/- übertragbar auf CH als Anhaltspunkt



Kostenvergleich aus Österreich
+/- übertragbar auf CH als Anhaltspunkt

Luftentfeuchter - Herausforderungen

- Der **Stromanschlusswert** ist bei grösseren Anlagen eine Herausforderung (in der Regel 60 Ampère → reicht nicht aus)
- Der Spitzenstrom erhöht sich um ca. 15kW
- Herausforderung Herbst: Luftentfeuchter arbeiten vor allem bei höheren Temperaturen effizient (15°C → 25°C viel besserer Effekt als gegenüber 5°C → 15°C). Oft werden daher Luftentfeuchter in Kombination mit Sonnendach und einem **Ofen** eingesetzt
- Herausforderung Frühling: Bei der ersten Beschickung (**leerer Heustock**) muss eine enorme Luftmenge erwärmt werden
- Vor dem Einführen von **4-5m nasser Ware** sei auch beim Einsatz von Luftentfeuchtern gewarnt
- Auf Grund der variablen Faktoren ist es sehr betriebsindividuell, ob eine Luftentfeuchter die richtige Lösung für einen Betrieb ist.

Bildungs- und Beratungszentrum Arenenberg

Glaskollektoren mit Steinspeicher

CONA®

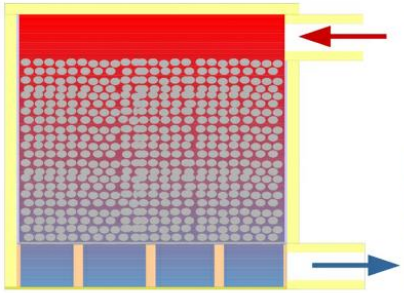
www.solar.cona.at

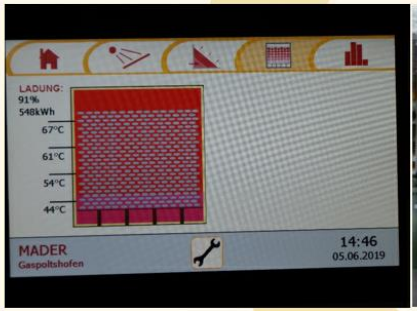
Spätestens beim Thema **STEINSPEICHER** ist **HOCHLEISTUNG** gefragt!
CONA Luftkollektor CCS+

Die Sonnenenergie von mehreren Tagen zusammensammeln

Und dann verwenden, wenn Leistung benötigt wird.

Thermische Leistung von 400kWh bis 10 MWh und mehr...





Ueli
iz

Heutrocknung
wurde um eine
eine
itert.

ete Herr
chenlang bis
getrocknet

Besten Dank für die Aufmerksamkeit!