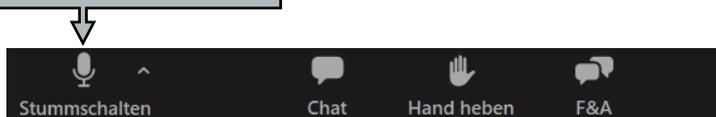


# Farminar Heubelüftungscheck

—  
**Herzlich Willkommen**  
**Wir starten 10.00 Uhr**

Online-Moderation: Claudia Degen, 026 305 58 33, [claudia.degen@fr.ch](mailto:claudia.degen@fr.ch)  
Kamera: **Martin Zbinden**, 031 636 41 34, [martin.zbinden@inforama.ch](mailto:martin.zbinden@inforama.ch)

Mikrofon einschalten



Frage schreiben

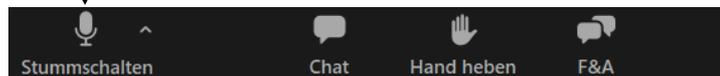


# Farminar Heubelüftungscheck

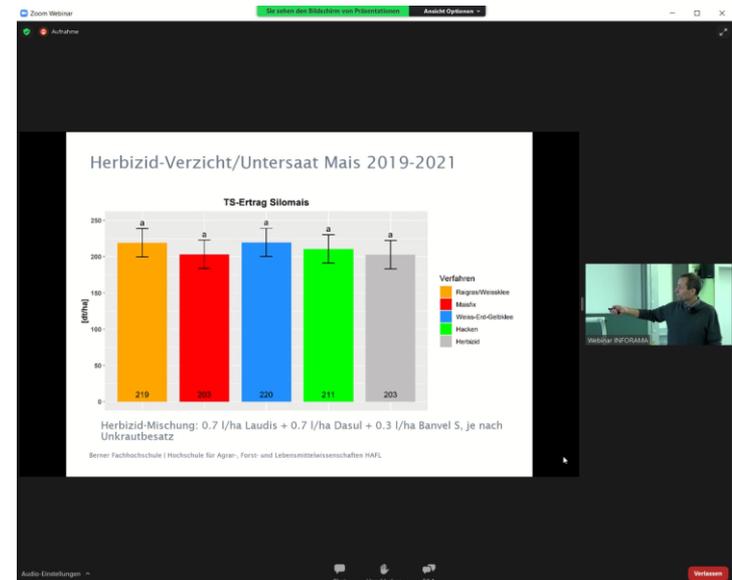
Herzlich Willkommen  
Wir starten 10.00 Uhr

Online-Moderation: Claudia Degen, 026 305 58 33, claudia.degen@fr.ch  
Kamera: Martin Zbinden, 031 636 41 34, martin.zbinden@inforama.ch

Mikrofon einschalten



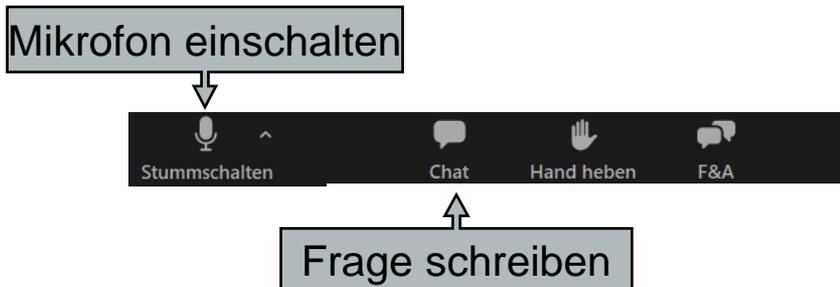
Frage schreiben



# Farminar Heubelüftungsscheck

Herzlich Willkommen  
Wir starten 10.00 Uhr

Online-Moderation: Claudia Degen, 026 305 58 33, claudia.degen@fr.ch  
Kamera: Martin Zbinden, 031 636 41 34, martin.zbinden@inforama.ch



Insektizidreduktion - Resultate aus 4 Jahren

Durchschnittserträge

Deckungsbeiträge

- Ertrag im Verfahren 2x Insektizid am höchsten, aber 1x Insektizid fällt nicht sehr stark ab
- DB im Verfahren 0x Insektizid im Frühling und 1x Insektizid in etwa gleich, 2x Insektizid fällt um CHF 150-200/ha ab (Prämie BPP)
- Gute Beobachtung der Felder nötig!
- Stängelrüssler-Bekämpfung stand im Vordergrund

Verlassen

Chat Hand heben F&A Mehr



Autoren : Jasmin Jordi<sup>1</sup>, Martin Zbinden<sup>2</sup>  
<sup>1</sup> Grangeneuve, Posieux <sup>2</sup> INFORAMA, Zollikofen  
 Übersetzung: Martin Zbinden<sup>2</sup>

**Checkliste für bestehende Heubelüftungen**

Wie gut funktioniert Ihre Heubelüftung – finden Sie es heraus.



1. Futterqualität: Ist die Futterqualität an jeder Stelle des Stockes gleich? Hochwertiges Dürffutter hat eine grasgrüne Farbe, duftet frisch und hat einen Gehalt gegen 6 MJ NEL.

erfüllt  nicht erfüllt

2. Erlauben Fläche und Höhe des Heustocks eine schlagkräftige und effiziente Belüftung?  
 Richtwert: Pro GVE benötigt man bei silofreier Fütterung ca. 35 bis 45 m<sup>3</sup> Heulagerraum.  
 - Je grösser die Stockgrundfläche, desto mehr Heu kann unter einem Mal eingeführt werden.  
 - Je geringer die Stockhöhe, desto geringer der Luftwiderstand, desto geringer der Stromverbrauch.

erfüllt  nicht erfüllt

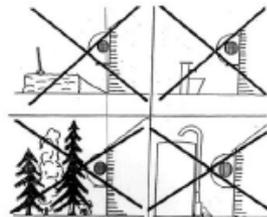
Viehbestand .....	GVE
Heuraum:	
Fläche .....	m <sup>2</sup>
Höhe .....	m
Volumen .....	m <sup>3</sup>

3. Form der Trocknungsbox  
 - Heustock quadratisch oder rechteckig (Verhältnis Länge:Breite max. 2:1)

erfüllt  nicht erfüllt

4. Kann die Luft an einem möglichst warmen, geruchfreien Ort und mit wenig Widerstand angesaugt werden?  
 - Je wärmer und trockener die Luft, desto mehr Feuchtigkeit kann sie aufnehmen.  
 - Ansaugung von Abluft des Heustocks (feucht) oder Stallluft (Fehlgerüche) sind auszuschliessen.  
 - Optimale Positionierung gegen Süden

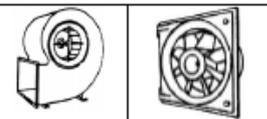
erfüllt  nicht erfüllt



5. Platzierung Lüfter  
 Ist auf jeder Seite des Lüfters Minimum der Durchmesser der Anzugsöffnung des Lüfters frei?

erfüllt  nicht erfüllt

Druck bei ganzer Stockhöhe: .....mbar  
 Maximaler Druck Ventilator: .....mbar



Radiallüfter, 6 bis 12+ mbar, bis 6m	Axiallüfter, max. 5 mbar, bis 3m
--------------------------------------	----------------------------------

6. Kann der Ventilator den erforderlichen Druck liefern?  
 Richtwert: 1.5 mbar pro Meter Stockhöhe, Dachabsaugung +1.2 mbar  
 - Je höher der Stock und je feuchter das eingeführte Futter, desto höher der erforderliche Druck.

erfüllt  nicht erfüllt

7. Ist die Leistung des Ventilators an die Heustockgrösse angepasst?  
 Richtwerte für Luftmengen:  
 Bei halber Stockhöhe: Grundfläche \* 0.11 m<sup>3</sup>/s  
 Bei ganzer Stockhöhe: Grundfläche \* 0.07 m<sup>3</sup>/s  
 Ein erster Hinweis bietet die Motorleistung, welche 0.55 bis 0.75 kW pro 10 m<sup>2</sup> Stockfläche betragen sollte.  
 - Zu leistungsstarke Ventilatoren verbrauchen zu viel Strom und können zu einer ungenügenden Futterqualität führen.  
 - Zu schwache Ventilatoren belüften das Futter ungenügend, lange Trocknungsdauer, Erwärmung und Schimmelbildung sind die Folge.

erfüllt  nicht erfüllt

Ventilator Modell: .....

Nennleistung: ..... kW

Betriebshöhe: ..... m ü.M.

Luftmenge bei Halber Stockhöhe: ..... m<sup>3</sup>/s

Luftmenge bei ganzer Stockhöhe: ..... m<sup>3</sup>/s

8. Kann die Luft mit wenig Widerstand und ohne Abkühlung zum Heu geführt werden?  
 Richtwert: Luftgeschwindigkeit darf vor dem Lüfter max. 6 m/s und im Verteilkanal max. 10 m/s nicht überschreiten.  
 - Querschnitte für die Luftansaugung und Verteilkanal müssen ausreichend bemessen werden.  
 - Rosthöhe: mind. 40 cm lichte Höhe bei 100 m<sup>2</sup> Stockfläche  
 - Auf Betonböden sinkt die Lufttemperatur um ca. 1°C pro 10 m.

erfüllt  nicht erfüllt

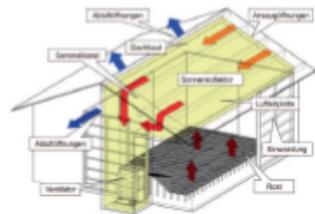
Rosthöhe: ..... cm

Querschnitt Luftkanäle: ..... m<sup>2</sup>

Bodenmaterial: .....

9. Potenzial für bessere Trocknungsleistungen: Gibt es ein südwärts orientiertes Dach oder Fassade, welche für die Vorwärmung der Luft genutzt werden könnte?  
 - Bei sonnigem Wetter kann die Trocknungsleistung erhöht werden, ohne dass der Stromverbrauch steigt.  
 - Das Dürffutter kann feuchter, d.h. verlustarmer eingeführt werden.  
 - Das Dürffutter ist schneller ganz trocken, der Stock kann schneller wieder befüllt herausgepresst werden.

Massnahme umgesetzt  Potenzial vorhanden  Umsetzung schwierig



Bemerkung:

.....

.....

■ Vorlage: ADCF, Fiche technique 15.16.1-4 Séchage en grange  
 Bilder : Grangeneuve, Agroscope

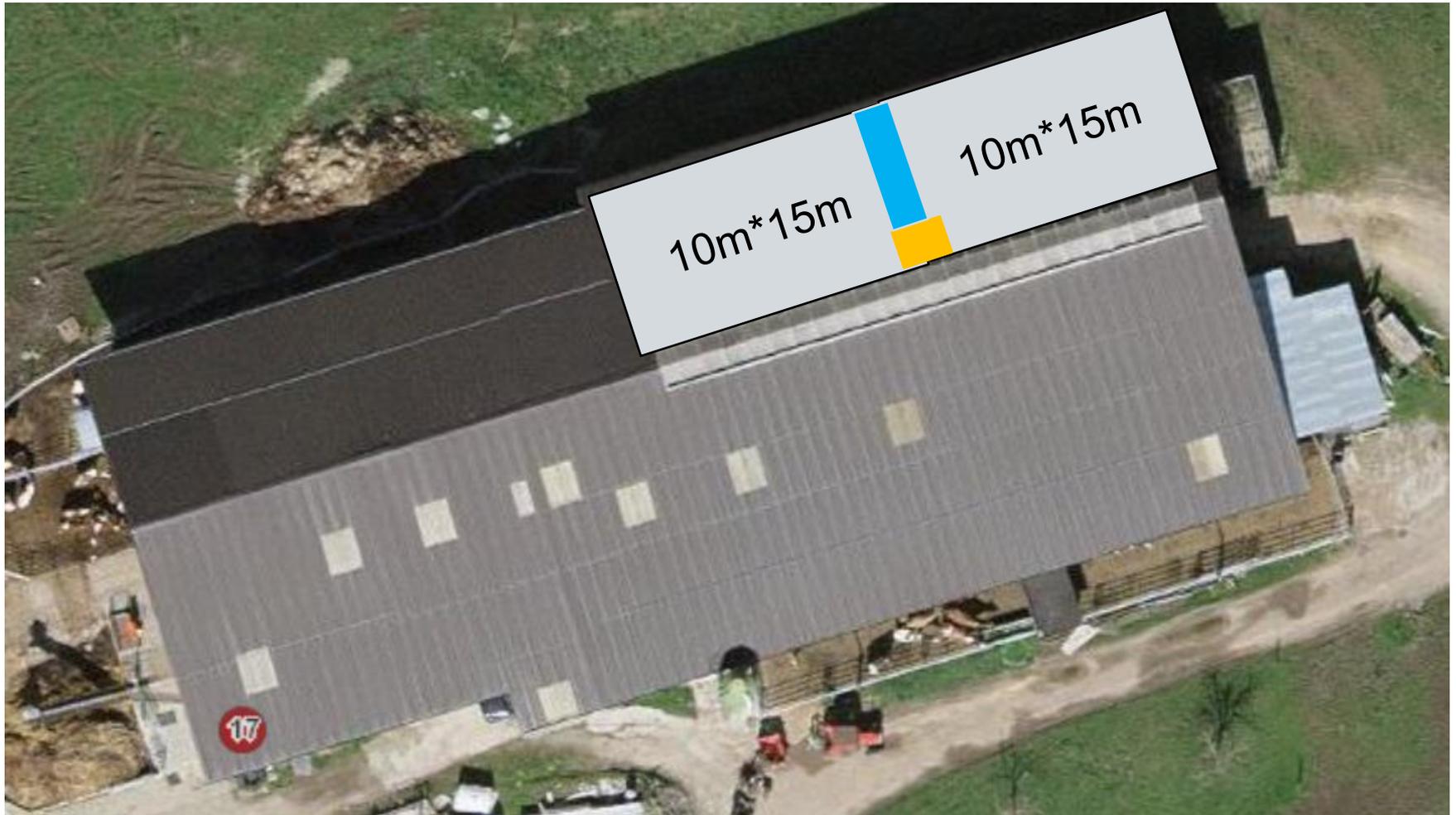








# Situationsplan





Autoren : Jasmin Jordi<sup>1</sup>, Martin Zbinden<sup>2</sup>  
<sup>1</sup> Grangeneuve, Posieux <sup>2</sup> INFORAMA, Zollikofen  
 Übersetzung: Martin Zbinden<sup>2</sup>

### Checkliste für bestehende Heubelüftungen

Wie gut funktioniert Ihre Heubelüftung – finden Sie es heraus.

- 1. Futterqualität: Ist die Futterqualität an jeder Stelle des Stockes gleich?** Hochwertiges Dürrfutter hat eine grasgrüne Farbe, duftet frisch und hat einen Gehalt gegen 6 MJ NEL.

erfüllt  nicht erfüllt



- 2. Erlauben Fläche und Höhe des Heustocks eine schlagkräftige und effiziente Belüftung?**

Richtwert: Pro GVE benötigt man bei silofreier Fütterung ca. 35 bis 45 m<sup>3</sup> Heulagerraum.

- Je grösser die Stockgrundfläche, desto mehr Heu kann unter einem Mal eingeführt werden.
- Je geringer die Stockhöhe, desto geringer der Luftwiderstand, desto geringer der Stromverbrauch.

erfüllt  nicht erfüllt

**21m<sup>3</sup>**

Viehbestand .....	<b>55</b> .....	GVE
Heuraum:		
Fläche .....	<b>2*150</b> .....	m <sup>2</sup>
Höhe .....	<b>4</b> .....	m
Volumen .....	<b>1200</b> .....	m <sup>3</sup>

- 3. Form der Trocknungsbox**

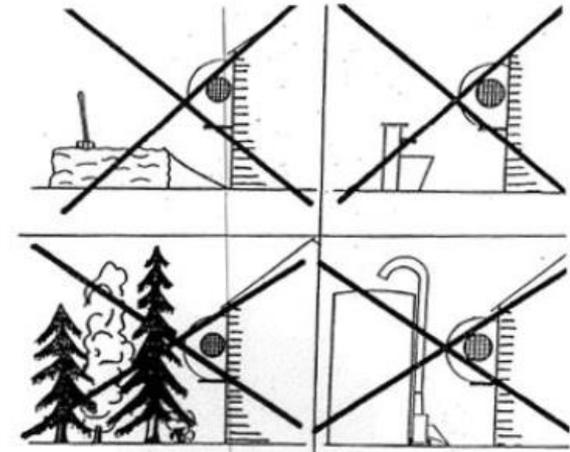
- Heustock quadratisch oder rechteckig (Verhältnis Länge:Breite max. 2:1)

erfüllt  nicht erfüllt

**4. Kann die Luft an einem möglichst warmen, geruchsfreien Ort und mit wenig Widerstand angesaugt werden?**

- Je wärmer und trockener die Luft, desto mehr Feuchtigkeit kann sie aufnehmen.
- Ansaugung von Abluft des Heustocks (feucht) oder Stallluft (Fehlgerüche) sind auszuschliessen.
- Optimale Positionierung gegen Süden

erfüllt       nicht erfüllt



**5. Platzierung Lüfter**

Ist auf jeder Seite des Lüfters Minimum der Durchmesser der Anzugsöffnung des Lüfters frei?

erfüllt       nicht erfüllt

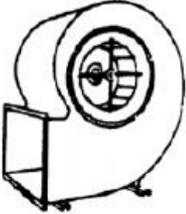
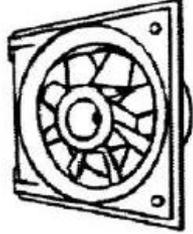
Druck bei ganzer Stockhöhe: ..... **6** .....mbar  
 Maximaler Druck Ventilator: ..... **8** .....mbar

**6. Kann der Ventilator den erforderlichen Druck liefern?**

Richtwert: 1.5 mbar pro Meter Stockhöhe, Dachabsaugung +1.2 mbar

- Je höher der Stock und je feuchter das eingeführte Futter, desto höher der erforderliche Druck.

erfüllt       nicht erfüllt

	
Radiallüfter, 6 bis 12+ mbar, bis 6m	Axiallüfter, max. 5 mbar, bis 3m

## 7. Ist die Leistung des Ventilators an die Heustockgrösse angepasst?

Richtwerte für Luftmengen:

Bei halber Stockhöhe: Grundfläche \* 0.11 m<sup>3</sup>/s

Bei ganzer Stockhöhe: Grundfläche \* 0.07 m<sup>3</sup>/s

Ein erster Hinweis bietet die Motorleistung, welche 0.55 bis 0.75 kW pro 10 m<sup>2</sup> Stockfläche betragen sollte.

- Zu leistungsstarke Ventilatoren verbrauchen zu viel Strom und können zu einer ungenügenden Futterqualität führen.
- Zu schwache Ventilatoren belüften das Futter ungenügend, lange Trocknungsdauer, Erwärmung und Schimmelbildung sind die Folge.

erfüllt

nicht erfüllt

Ventilator Modell:

**Stabag ST 145**

Nennleistung: **11** kW

Betriebshöhe: **830** m ü.M.

Luftmenge bei

Halber Stockhöhe: **16.5** m<sup>3</sup>/s

Luftmenge bei

ganzer Stockhöhe: **10.5** m<sup>3</sup>/s

# Leistungsprofil des Lüfters



FAT/ART				2	3	4	5	6	7	8	mbar	dB(A)
1040L	Stabag	860	min <sup>-1</sup>	16.6	15.8	15.1	14.1	13.0	11.9	10.6	m <sup>3</sup> /s	71 V/A
1984	Stabag	11.0	kW	11.8	12.1	12.4	12.5	12.6	12.7	12.4	kW	73 S/L
RD	ST 138	9.5	mbar	28	39	49	57	62	66	68	%	
1533	Stabag	819	min <sup>-1</sup>	17.3	16.4	15.4	14.5	13.3	11.8	9.9	m <sup>3</sup> /s	70 V/A
1988	Stabag	11.0	kW	11.5	12.1	12.3	12.7	12.8	12.7	12.0	kW	73 S/L
RD	ST 235	9.3	mbar	30	41	50	57	63	65	66	%	
1238U	Stabag	650	min <sup>-1</sup>	18.8	17.5	15.8	13.9	11.9	8.8		m <sup>3</sup> /s	70 V/A
1985	Stabag	9.2	kW	10.3	10.7	10.7	10.7	10.5	9.6		kW	73 S/L
RD	ST 143	7.5	mbar	37	49	59	65	68	64		%	
1533H	Stabag	831	min <sup>-1</sup>	17.5	16.8	15.8	14.8	13.7	12.3	10.6	m <sup>3</sup> /s	70 V/A
1988	Stabag	11.0	kW	12.0	12.6	12.8	13.2	13.3	13.3	12.8	kW	73 S/L
RD	ST 236	9.6	mbar	29	40	49	56	62	65	66	%	
1238T	Stabag	670	min <sup>-1</sup>	19.5	18.3	16.7	14.9	13.0	10.7		m <sup>3</sup> /s	70 V/A
1985	Stabag	10.0	kW	11.2	11.7	11.6	11.7	11.6	11.1		kW	73 S/L
RD	ST 144	8.0	mbar	35	47	58	64	67	67		%	
1238	Stabag	695	min <sup>-1</sup>	20.5	19.3	17.8	16.1	14.4	12.5	9.5	m <sup>3</sup> /s	71 V/A
1985	Stabag	11.0	kW	12.4	12.9	12.9	13.1	13.0	12.9	11.8	kW	74 S/L
RD	ST 145	8.6	mbar	33	45	55	62	66	68	64	%	
1077K	Stabag	567	min <sup>-1</sup>	23.0	21.0	19.2	17.0	14.2	7.7		m <sup>3</sup> /s	67 V/A
1984	Stabag	11.0	kW	12.4	13.0	13.1	13.2	12.8	9.7		kW	69 S/L
RD	ST 154	7.1	mbar	37	49	59	65	67	55		%	

## 7. Ist die Leistung des Ventilators an die Heustockgrösse angepasst?

Richtwerte für Luftmengen:

Bei halber Stockhöhe: Grundfläche \* 0.11 m<sup>3</sup>/s

Bei ganzer Stockhöhe: Grundfläche \* 0.07 m<sup>3</sup>/s

Ein erster Hinweis bietet die Motorleistung, welche 0.55 bis 0.75 kW pro 10 m<sup>2</sup> Stockfläche betragen sollte.

- Zu leistungsstarke Ventilatoren verbrauchen zu viel Strom und können zu einer ungenügenden Futterqualität führen.
- Zu schwache Ventilatoren belüften das Futter ungenügend, lange Trocknungsdauer, Erwärmung und Schimmelbildung sind die Folge.

erfüllt

nicht erfüllt

Ventilator Modell:

**Stabag ST 145**

Nennleistung: **11** kW

Betriebshöhe: **830** m ü.M.

Luftmenge bei

Halber Stockhöhe: **16.5** m<sup>3</sup>/s

Luftmenge bei

ganzer Stockhöhe: **10.5** m<sup>3</sup>/s

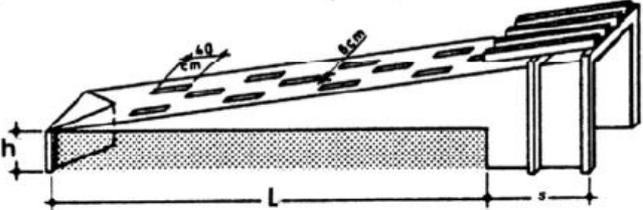
8. Kann die Luft mit wenig Widerstand und ohne Abkühlung zum Heu geführt werden?

Richtwert: Luftgeschwindigkeit darf vor dem Lüfter max. 6 m/s und im Verteilkanal max. 10 m/s nicht überschreiten.

- Querschnitte für die Luftansaugung und Verteilkanal müssen ausreichend bemessen werden.
- Rosthöhe: mind. 40 cm lichte Höhe bei 100 m<sup>2</sup> Stockfläche
- Auf Betonböden sinkt die Lufttemperatur um ca. 1°C pro 10 m.

erfüllt

nicht erfüllt



Rosthöhe: .....36..... cm

Querschnitt  
Luftkanäle: .....1.5..... m<sup>2</sup>

Bodenmaterial: **Beton**...

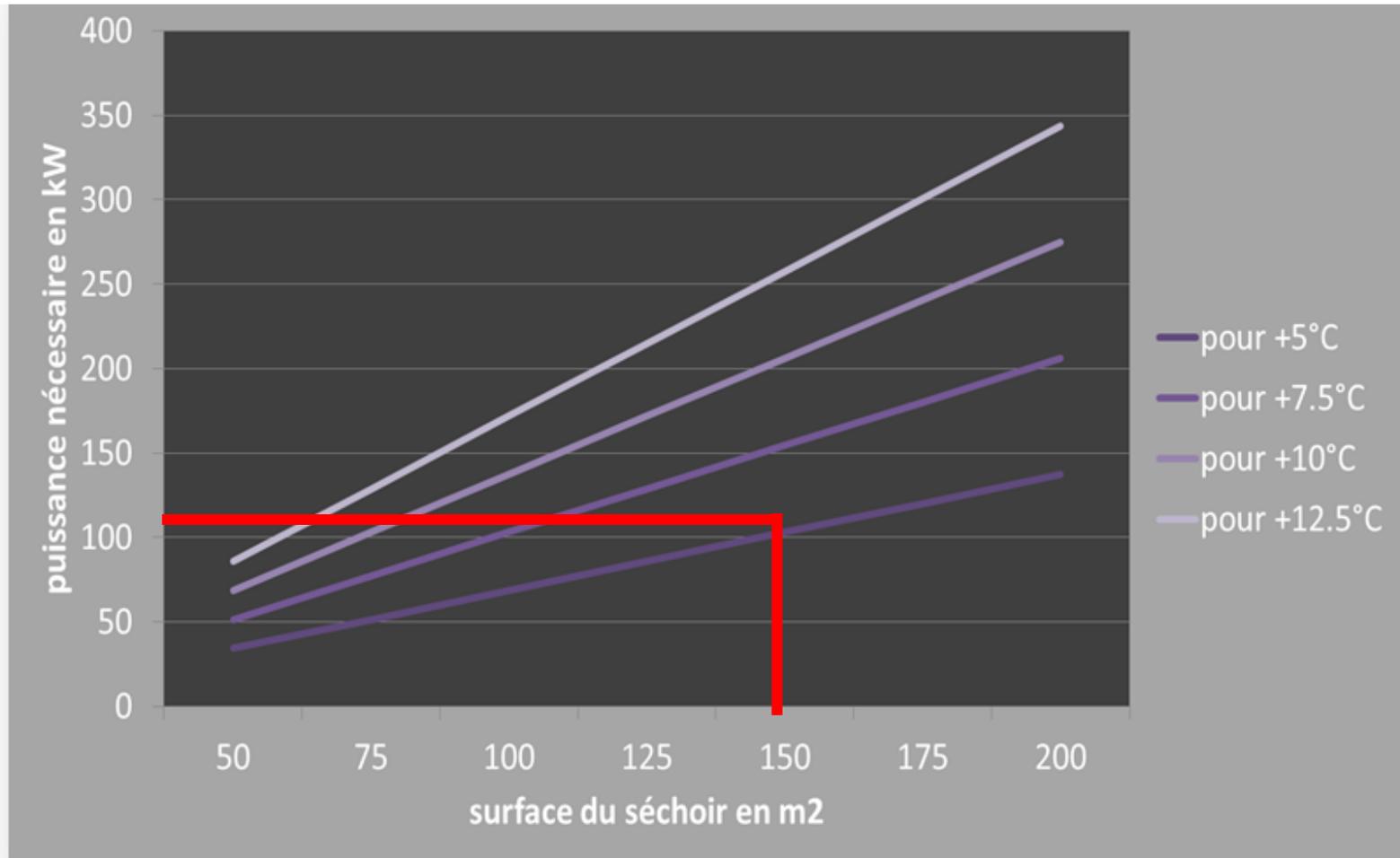
# Ölofen

—

$$\frac{49'000\text{m}^3/\text{h} \cdot 25^\circ + 10'000\text{m}^3/\text{h} \cdot 60^\circ}{59'000\text{m}^3} = 30^\circ = +5^\circ$$

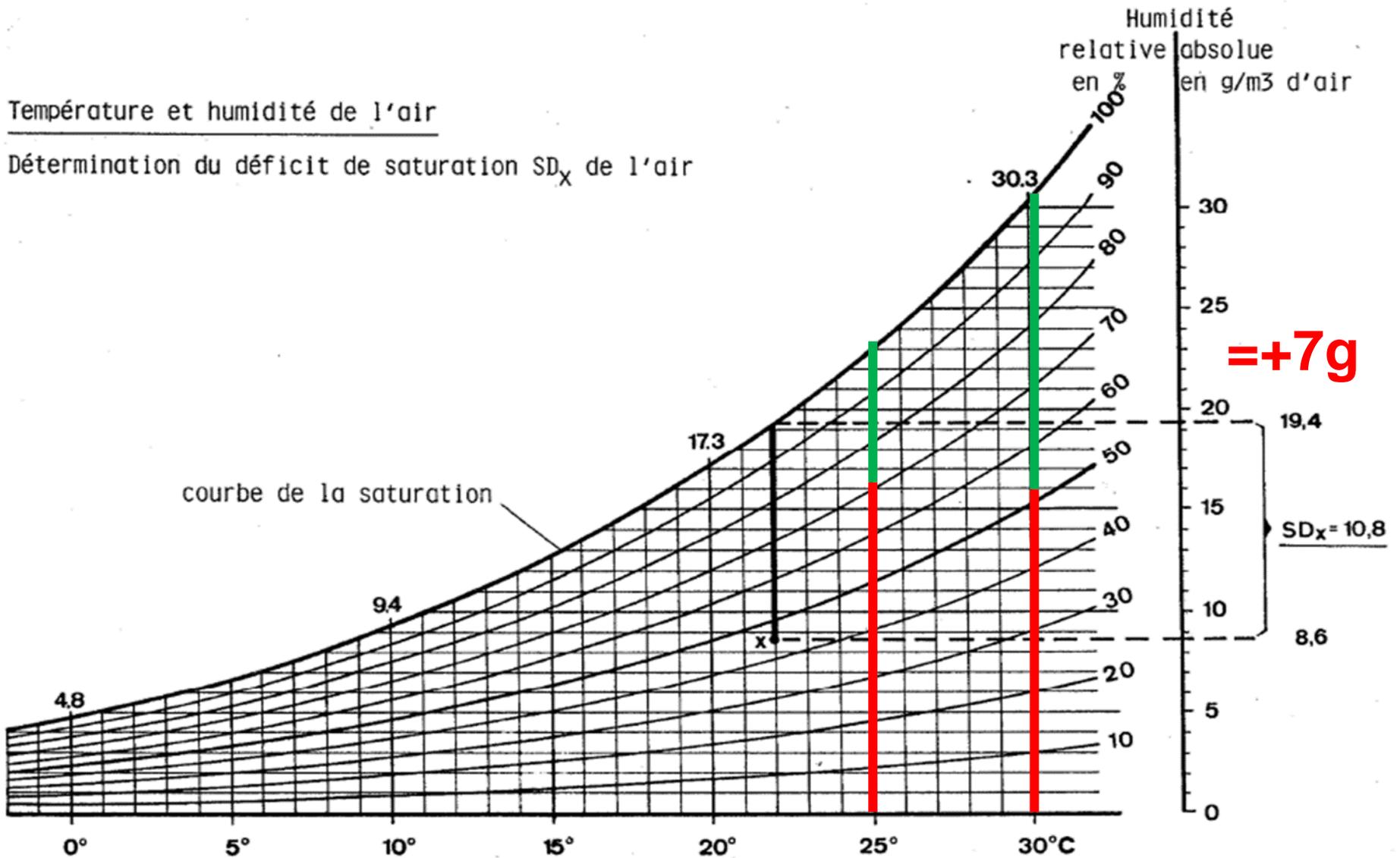


# Ölofen

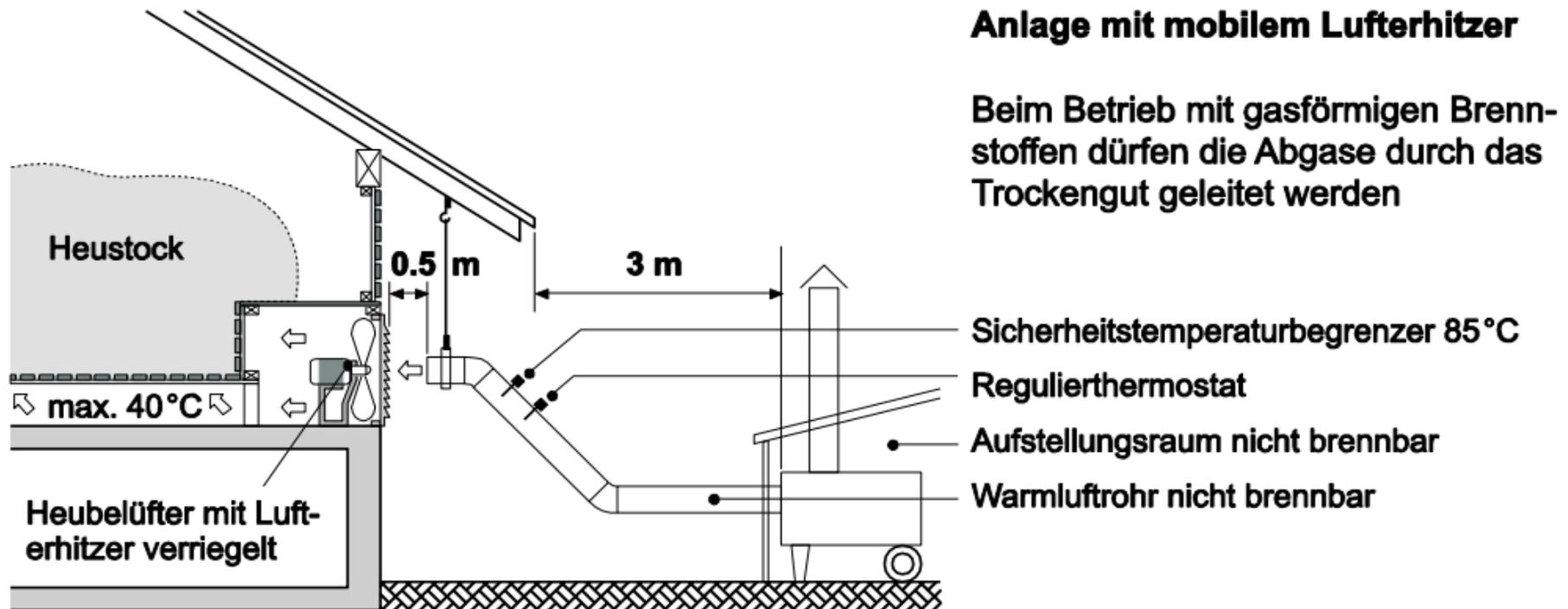


# Température et humidité de l'air

## Détermination du déficit de saturation $SD_x$ de l'air



# Brandschutz bei Öfen



Quelle: KGV, 2021

# Brandschutz bei Öfen



Patrick Müller, Ernetswil, 2020

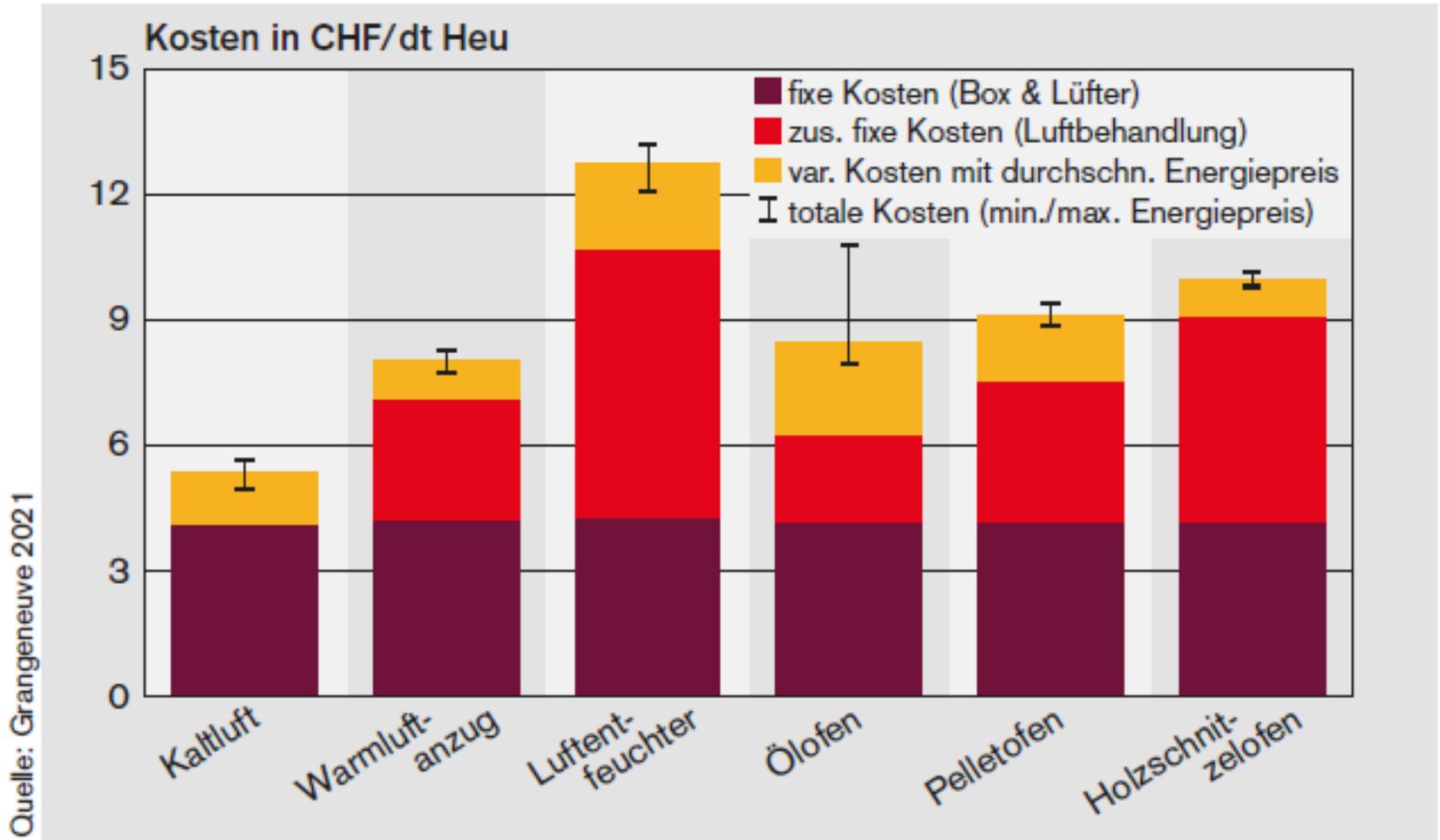
## ÜBERSICHT 2: VOR- UND NACHTEILE AUF EINEN BLICK

	Warmluftanzug (Unterdach)	Holzofen (Holzschnitzel)	Holzofen (Holzpellets)	Ölofen	Luftentfeuchter
					
technische Anforderungen für 150 m <sup>2</sup> Heustock	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 400 m<sup>2</sup> Dachfläche (120-150 kW)</li> <li>• 4,0 m<sup>2</sup> Ansaugfläche</li> <li>• 20-25 cm Bretthöhe</li> <li>• 20 m Erwärmungsdachlänge</li> <li>kein Platzbedarf, nicht zu grosse Heubox planen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 150 kW Leistung</li> <li>Brandschutz</li> <li>Platzbedarf</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 150 kW Leistung</li> <li>Brandschutz</li> <li>Platzbedarf</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 150 kW Leistung</li> <li>Brandschutz</li> <li>Abgasgeruch</li> <li>Platzbedarf</li> <li>Umweltschutz (Treibhausgase, Wasserverschmutzungsrisiko)</li> </ul>	Verhältnis Leistung Entfeuchter versus Leistung Lüfter: 1 bis 2/1 geschlossene Luftzirkulation und grosser Platzbedarf im Heuraum Stromstärke
nötige Mehrleistung beim Lüfter (gegenüber Lüfter mit Frischluft)	+ 10 bis 15%	+ 0 bis 5%	+ 0-5%	+ 0 bis 5%	+ 15 bis 20%
Investitionen	30000 bis 50000 CHF	50000 bis 75000 CHF	30000 bis 50000 CHF	20000 bis 30000 CHF	50000 bis 100000 CHF
Arbeitsaufwand	++ keiner	—+ Holzaufbereitung, Trichterbeschickung, Überwachung	+ Tankbefüllung — Steuerung, Überwachung	+ Tankbefüllung und Überwachung	++ Überwachung — Instandhaltung (Filterreinigung)
Wetterunabhängig	+(+) bei gutem Wetter -- bei Regen	+(+)	+(+)	+(+)	++ — bei sehr kaltem Wetter

Benotung: ++ sehr gut; + gut; – schlecht; — sehr schlecht

LANDfreund; Quelle: Grangeneuve 2021

# ÜBERSICHT 1: WAS KOSTET EINE HEUTROCKNUNGSANLAGE?



△ Referenz sind die Kosten für zwei Kaltluftbelüftungen von je 150m<sup>2</sup> mit einem Ventilator. Die Kosten betragen 5,40 CHF/dt Heu. Nachteilig ist der Qualitätsverlust des Heus. Der Warmluftanzug benötigt keine Wartung und zusätzliche Energiequellen. Die Kosten sind gering.

# Zukunft?

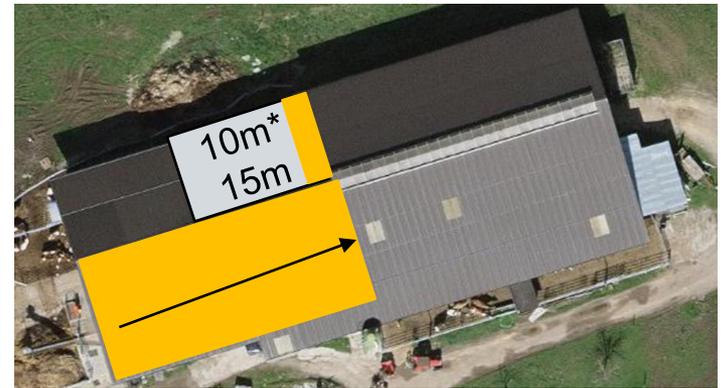
—

## Kollektorfeld 1 (Länge x Breite: 17 x 17 m)

Kanalhöhe	cm	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
Luftgeschwindigkeit	m/s	3.88	4.04	4.22	4.41	4.62	4.85	5.11	5.39	5.71	6.07
Druckverlust	Pa	27	31	35	39	45	51	59	69	81	96
Wirkungsgrad	%	48.4	48.8	49.3	49.8	50.3	50.9	51.6	52.3	53	53.9
Temperaturerhöhung	K	6	6.1	6.1	6.2	6.3	6.4	6.4	6.5	6.6	6.7



# Zukunft?



## Kollektorfeld 1 (Länge x Breite: 25 x 14 m)

Kanalhöhe	cm	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
Luftgeschwindigkeit	m/s	4.71	4.91	5.12	5.36	5.61	5.89	6.2	6.55	-	-
Druckverlust	Pa	67	75	84	96	110	126	146	171	-	-
Wirkungsgrad	%	42.2	42.7	43.2	43.8	44.4	45.2	46.1	47.1	-	-
Temperaturerhöhung	K	6.4	6.4	6.5	6.6	6.7	6.8	7	7.1	-	-

## Kollektorfeld 1 (Länge x Breite: 25 x 17 m)

Kanalhöhe	cm	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
Luftgeschwindigkeit	m/s	3.88	4.04	4.22	4.41	4.62	4.85	5.11	5.39	5.71	6.07
Druckverlust	Pa	37	42	47	54	61	71	82	95	112	134
Wirkungsgrad	%	42	42.6	43.3	44	44.7	45.5	46.3	47.2	48.2	49.2
Temperaturerhöhung	K	7.7	7.8	7.9	8.1	8.2	8.3	8.5	8.7	8.8	9

## Kollektorfeld 1 (Länge x Breite: 25 x 17 m)

Kanalhöhe	cm	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
Luftgeschwindigkeit	m/s	2.59	2.7	2.81	2.94	3.08	3.24	3.41	3.59	3.81	4.04
Druckverlust	Pa	17	19	21	24	27	31	36	42	50	59
Wirkungsgrad	%	33.4	34.1	34.8	35.5	36.3	37.1	38	38.9	39.9	41
Temperaturerhöhung	K	9.2	9.4	9.6	9.8	10	10.2	10.5	10.7	11	11.3

## Funktionsweise:

