

Effiziente und ökologische Heutrocknung

Teil 1: Grundlagen und Luftanwärmung









Matthias Kittl
Schwarzstraße 19
5020 Salzburg



0662 870571 251

lk Landwirtschaftskammer
Salzburg

Anlagenvergleich: Erster und letzter Schnitt

Anlagentyp	Leistung	Sicherheit	Kosten	Komfort
Kaltbelüftung				
Kaltbelüftung und Dachabsaugung				
Warmbelüftung				
Entfeuchterrocknung				
Warmbelüftung und Dachabsaugung				
Entfeuchterrocknung und Dachabsaugung				

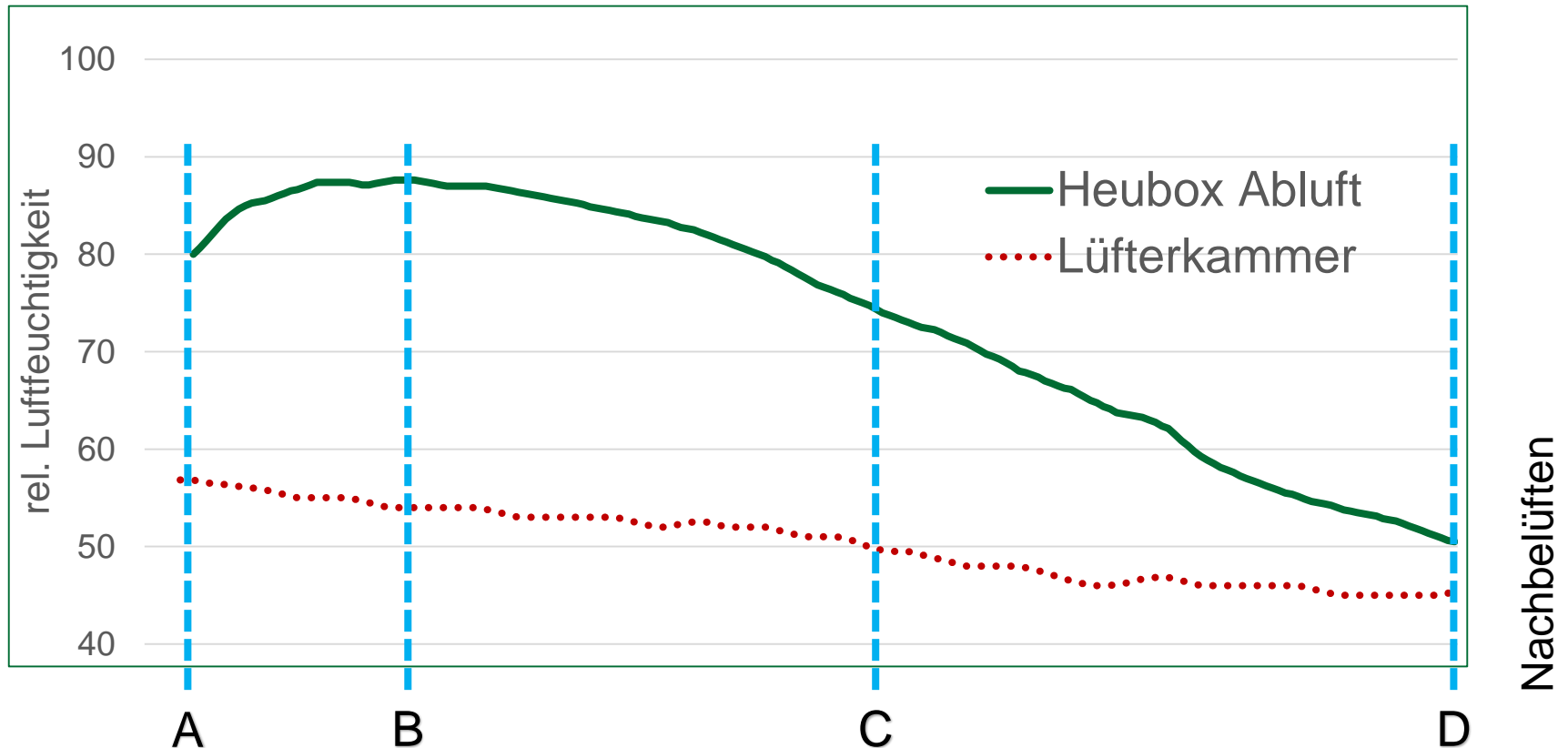
Loseheutrocknung in der Box



Wie trocknet Heu



Trocknungsphasen



A-B: **Menge**: Feuchtezunahme oben wegen viel Feuchte von unten.

B-C: **Menge**: Wenig Feuchte von unten, oben bereits trockener

C-D: **Qualität**: trockene Luft zum fertig Trocknen nötig!

D- : **Nachbelüftung** im Intervall (mit Pausen)

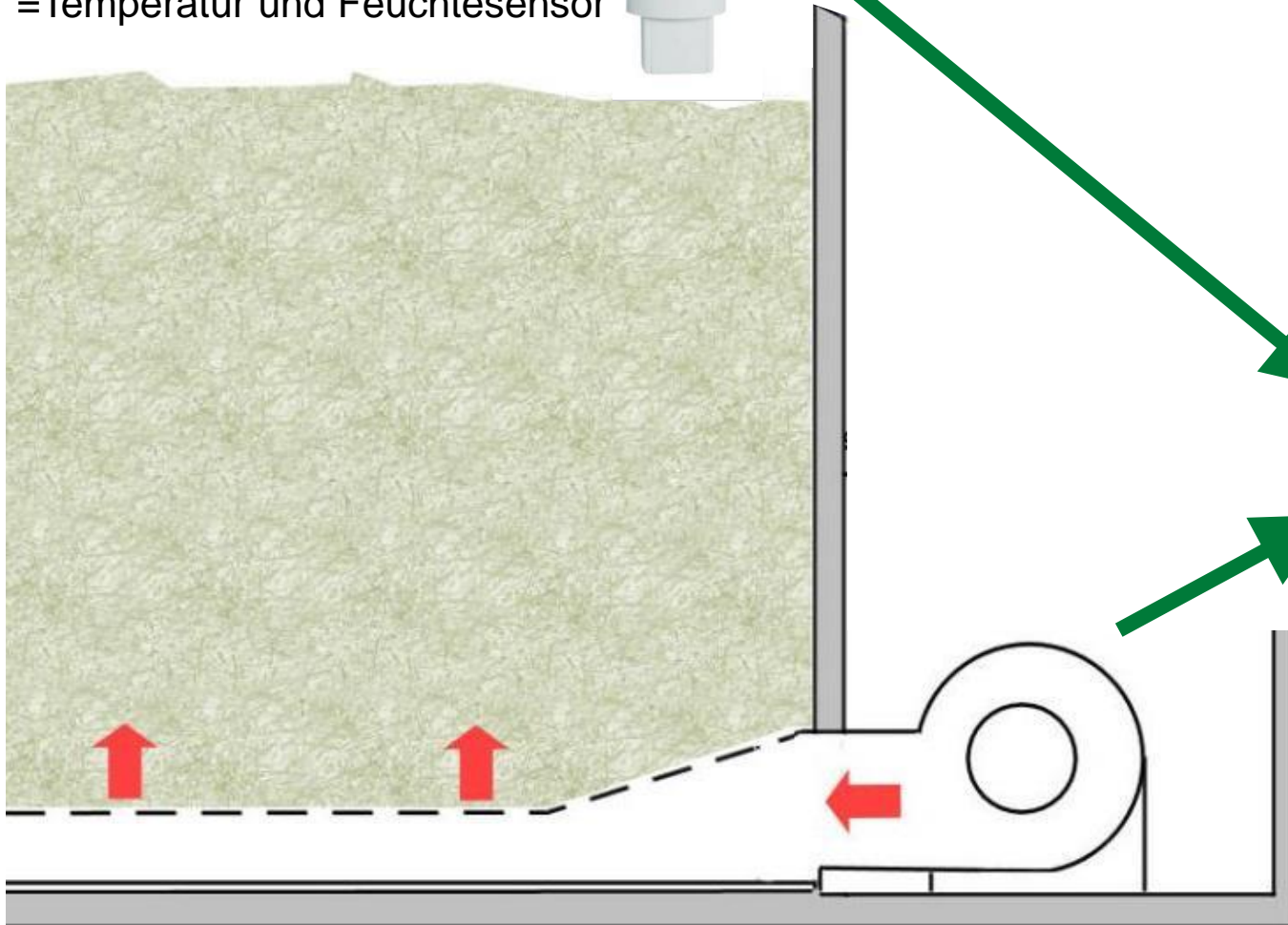
Belüften oder Trocknen?

Gleichgewichtsfeuchte bei ca. 50% Luftfeuchte



Kontrolle der Abtrocknungskurve

„Abluftfühler Heubox“
=Temperatur und Feuchtesensor



Wetterstation
zur Kontrolle



Aufbereitung der Trocknungsluft

Warmluft
Dachabsaugung



Warmluft
Anwärmung



Luftentfeuchtung



Viele Möglichkeiten zur Anwärmung

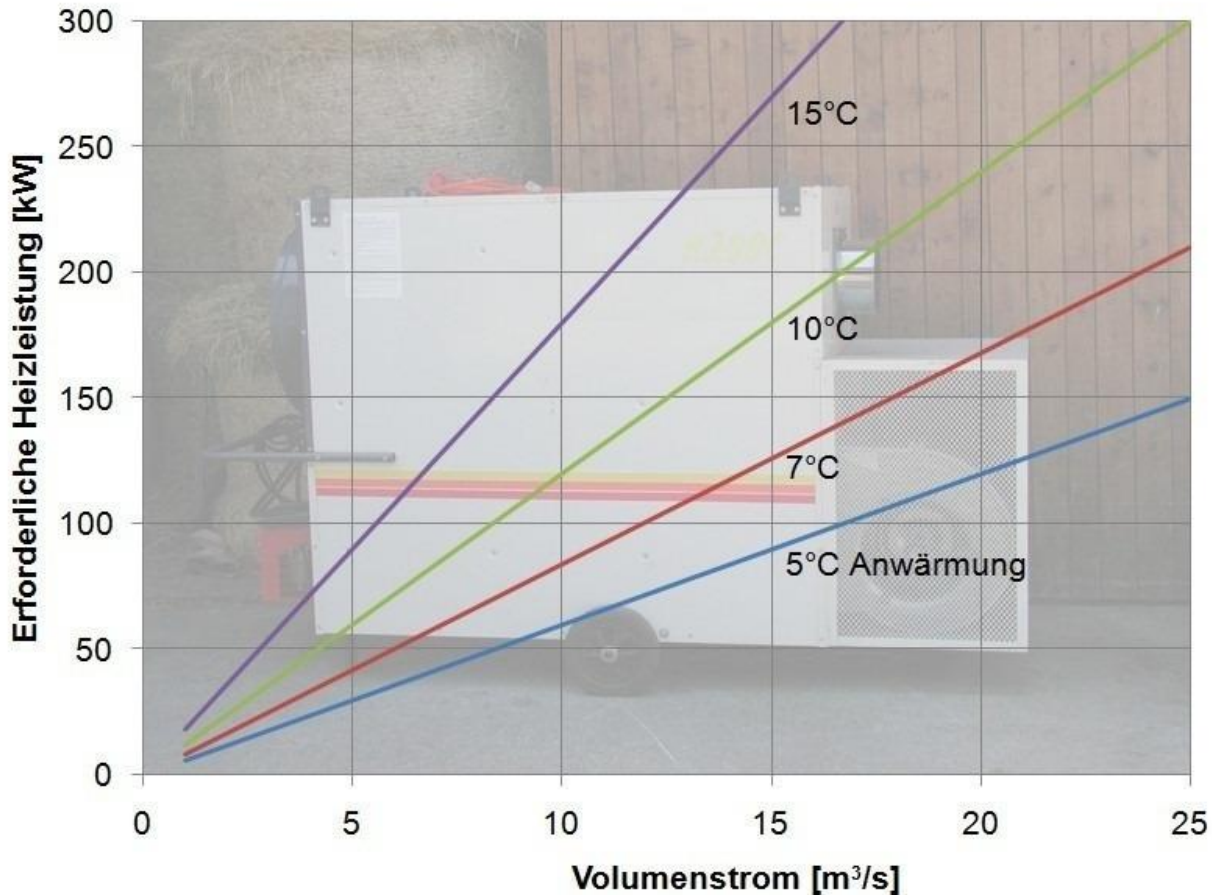


Wärmeluft

Warmwasser



Anwärmung der Trocknungsluft



Anwärmung ab 5°C sinnvoll, besser 7°C und mehr

Eventuell Luftmenge drosseln!

Faustzahl: ab 1kW **netto** je m² Boxenfläche
Faustzahl: ab 1kW je 100kg Ballen (frisch)

Anwärmung durch Dachabsaugung



Warmluft

Warmwasser



Anwärmssysteme: so geht`s

- Nur Geräte mit getrennter Abgasführung verwenden (eigener Kamin)
- Nur Außenaufstellung mit Sicherheitsabstand
- Bei Öl: Doppelwandige Tanks verwenden
- Warmluftschlauch nie direkt an den Lüfter anbauen
- Warmluft auf beide Ansaugöffnungen des Lüfters verteilen
- Auf gleichmäßige Durchströmung des gesamten Wärmetauschers achten (Warmwassersysteme)
- Reinigung / Service / Austausch

Anwärmssysteme: Warmwasser

günstig

- Kompakte Bauweise, Wärmetauscher schräg eingebaut
- Füllung mit Frostschutzmittel



Türe für Foto geöffnet

ungünstig

- Wärmetauscher verbaut
- Geringer Abstand zum Lüfter
- Wärmetauscher stark verschmutzt



Anwärmssysteme: Warmluft

günstig

- Sicherheitsabstand
- Biomasse, Abwärme
- Gleichmäßige Luftverteilung



Prallblech für Verteilung

ungünstig

- Schlamperei
- Direkt befeuert
- Fahrlässigkeit beim Einbau



Anwärmssysteme: Fahrlässigkeit

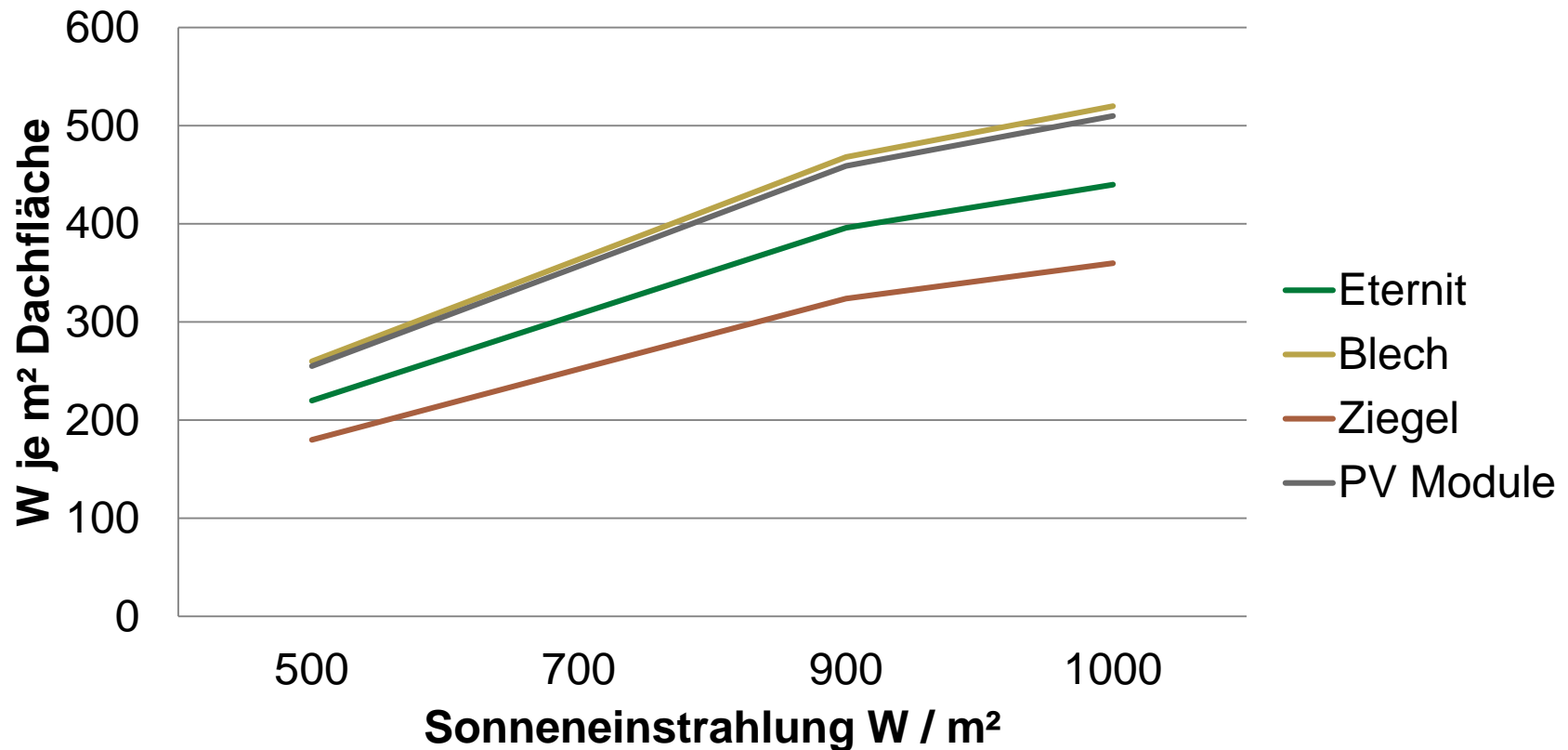


Dachabsaugungen



Dachabsaugung = hohe Wärmeleistung

Wärmeleistung versch. Eindeckungen



Dachabsaugungen immer berechnen lassen!

Tabellen für die Planung

Mähfläche (bei 2-3 Chargen je Schnitt) [ha]	empfohlene Boxen- fläche [m²]	lichte Rost- höhe [cm]	Abdeck- breite Rost [cm]	Ventilator- Volumenstrom		Mindest- quer- schnitt Sammel- kanal [m²] (Luftge- schwindig- keit 4 m/s)	Mindest- quer- schnitt Druck- kanal [m²] (Luftge- schwindig- keit 10 m/s)	typische Ventilator- leistung [kW]	typische Kompressor- leistung Entfeuchter [kW]
				bei halber Stock- höhe [m³/h]	bei voller Stock- höhe [m³/h]				
6 bis 8	40	41	49	15.840	10.080	1,10	0,44	5	7
7 bis 10	50	43	51	19.800	12.600	1,38	0,55	6	9
8 bis 12	60	44	53	23.760	15.120	1,65	0,66	7	10
10 bis 14	70	46	54	27.720	17.640	1,93	0,77	8	12
11 bis 16	80	47	56	31.680	20.160	2,20	0,88	9	14
12 bis 18	90	49	58	35.640	22.680	2,48	0,99	10	16
14 bis 20	100	50	59	39.600	25.200	2,75	1,10	12	17
15 bis 22	110	52	61	43.560	27.720	3,03	1,21	13	19
16 bis 24	120	53	63	47.520	30.240	3,30	1,32	14	21
18 bis 27	130	55	64	51.480	32.760	3,58	1,43	15	23
19 bis 29	140	56	66	55.440	35.280	3,85	1,54	16	24
20 bis 31	150	58	67	59.400	37.800	4,13	1,65	17	26
22 bis 33	160	59	69	63.360	40.320	4,40	1,76	19	28
23 bis 35	170	61	71	67.320	42.840	4,68	1,87	20	30
24 bis 37	180	63	72	71.280	45.360	4,95	1,98	21	31
26 bis 39	190	64	74	75.240	47.880	5,23	2,09	22	33
27 bis 41	200	66	76	79.200	50.400	5,50	2,20	23	35
28 bis 43	210	67	77	83.160	52.920	5,78	2,31	24	36
30 bis 45	220	69	79	87.120	55.440	6,05	2,42	25	38

Bewährte Zahlen
für die Anlagen-
dimensionierung

Abweichung nur
mit Begründung!

Berechnungsbeispiel Dachabsaugung

Für eine 100m² Box:

Benötigte Ansaugfläche: 2,75m²
(aus Tabelle)

Annahme Dach:

Gebäudelänge: **27 Meter**, Gebäudebreite: 12 Meter

Dachschrägen: 2x **13,5 Meter**

Berechnung:

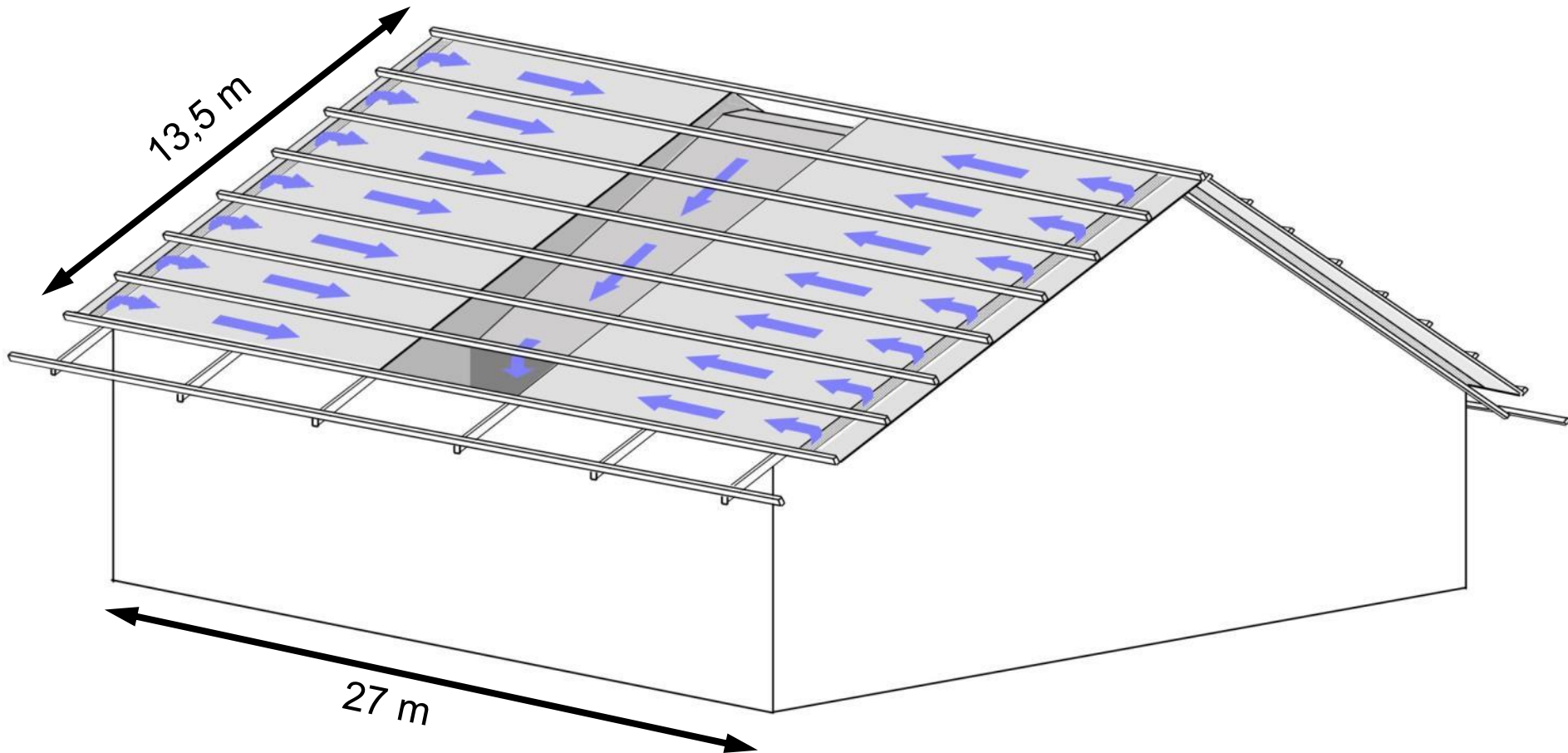
Ansaugfläche / Summe Laufmeter Lufteinlass = Kollektorhöhe in Meter

Mäh- fläche (bei 2-3 Chargen je Schnitt) [ha]	empfohlene Boxen- fläche [m ²]	lichte Rost- höhe [cm]	Abdeck- breite Rost [cm]	Ventilator- Volumenstrom		Mindest- quer- schnitt Sammel- kanal [m ²] (Luftge- schwindig- keit 4 m/s)
				bei halber Stock- höhe [m ³ /h]	bei voller Stock- höhe [m ³ /h]	
6 bis 8	40	41	49	15.840	10.080	1,10
7 bis 10	50	43	51	19.800	12.600	1,38
8 bis 12	60	44	53	23.760	15.120	1,65
10 bis 14	70	46	54	27.720	17.640	1,93
11 bis 16	80	47	56	31.680	20.160	2,20
12 bis 18	90	49	58	35.640	22.680	2,48
14 bis 20	100	50	59	39.600	25.200	2,75
15 bis 22	110	52	61	43.560	27.720	3,03

Berechnung der Kollektorhöhe für 100m² Box

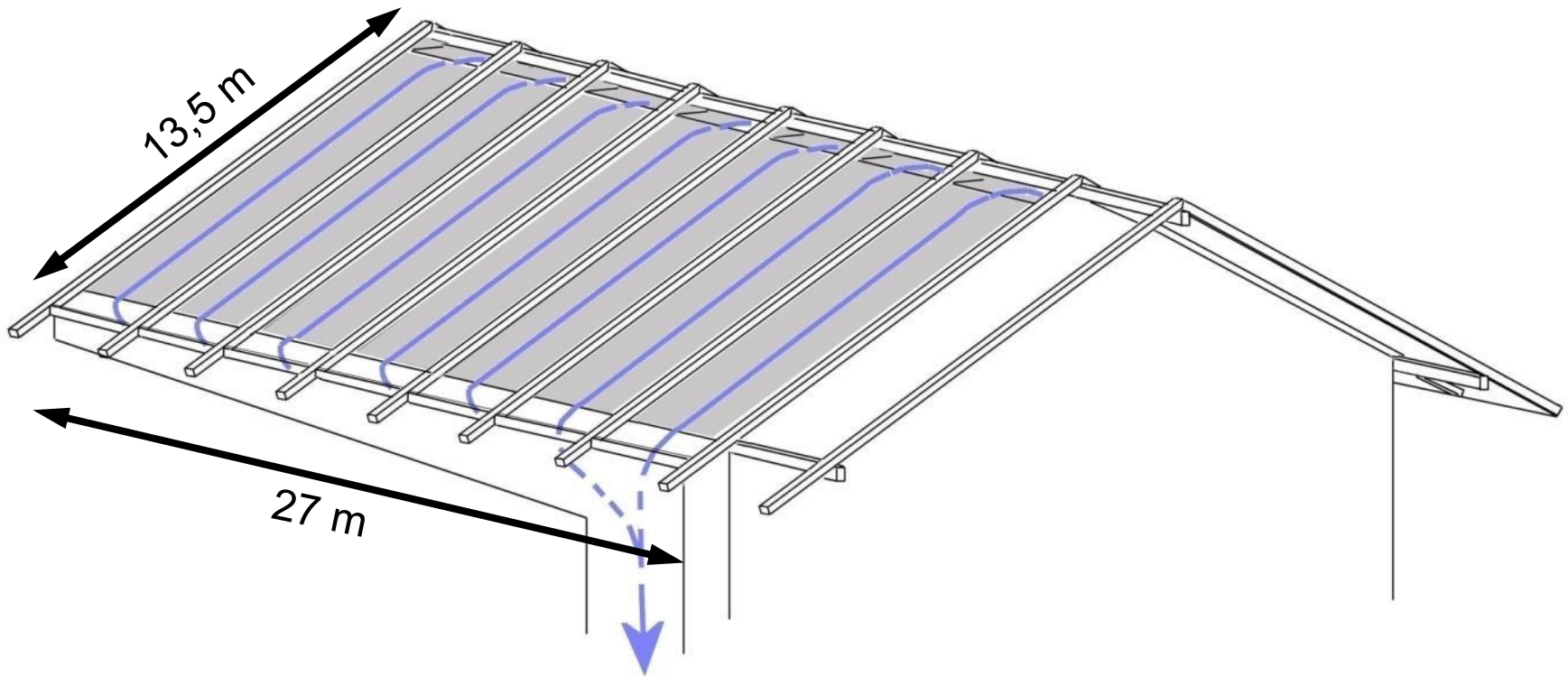
Beide Dachhälften: $2,75 / (13,5 \times 4) = 0,05 \text{ m} = 5 \text{ cm}$

Eine Dachhälfte: $2,75 / (13,5 \times 2) = 0,10 \text{ m} = 10 \text{ cm}$



Absaugung quer über das Dach

Berechnung der Kollektorhöhe für 100m² Box
Beide Dachhälften: $2,75 / 27 = 0,10 \text{ m} = \mathbf{10 \text{ cm}}$

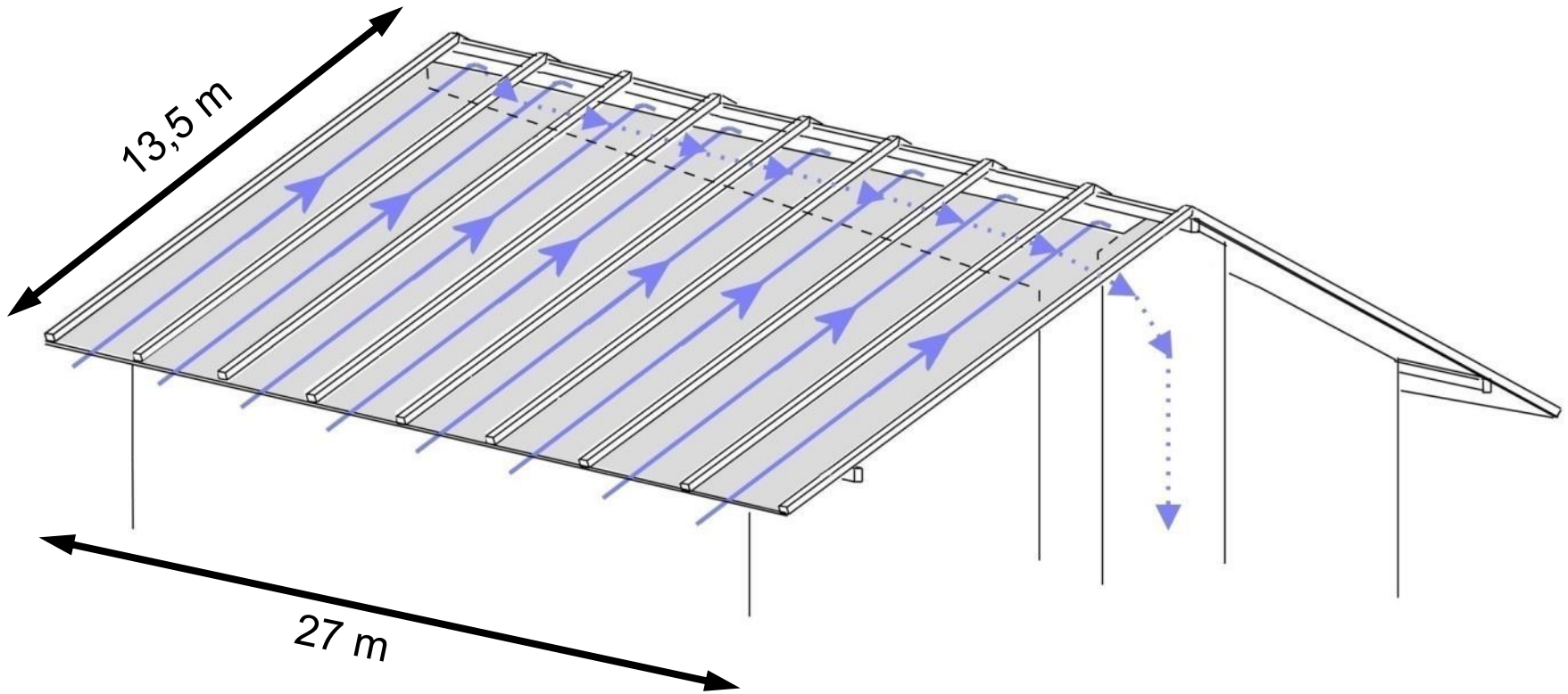


Außenabsaugung Sparrendach

Berechnung der Kollektorhöhe für 100m² Box

Beide Dachhälften: $2,75 / (27 \times 2) = 0,05 \text{ m} = 5 \text{ cm}$

Eine Dachhälfte: $2,75 / 27 = 0,10 \text{ m} = 10 \text{ cm}$

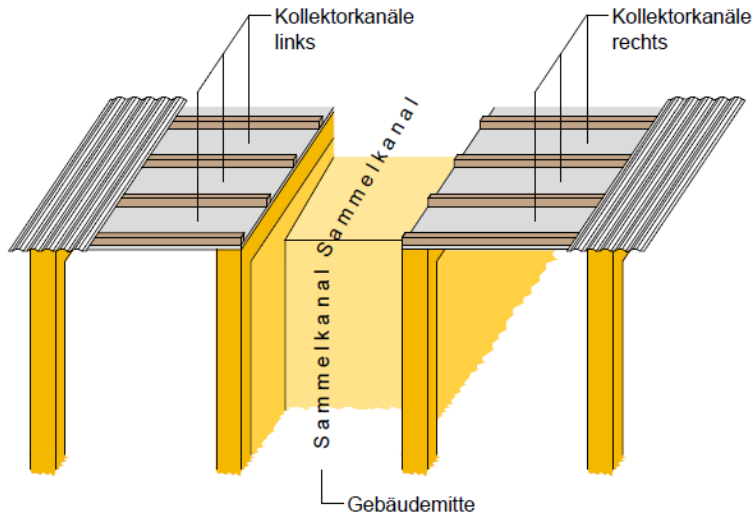


Giebelabsaugung Sparrendach

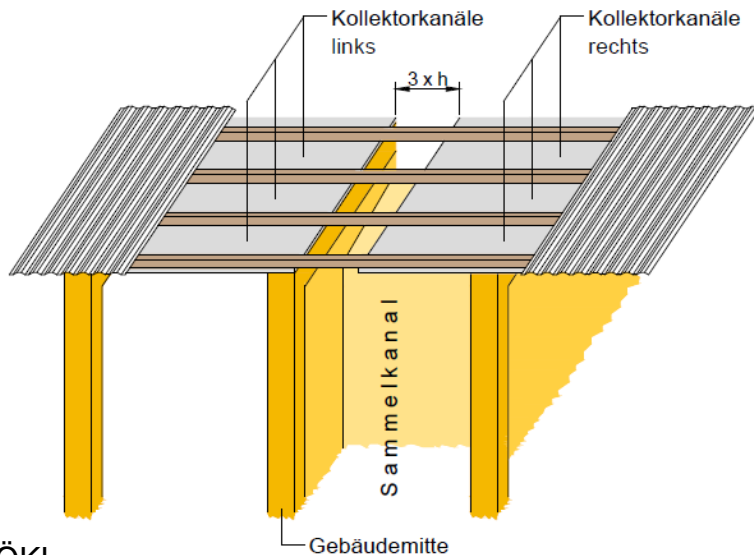
Sammelkanal



Detail Sammelkanal



Auf symmetrischer Kanäle
achten! (gleiche Sauglängen)



Die Luft möglichst lange entlang
am Dach ziehen, nur Schlitz
machen.

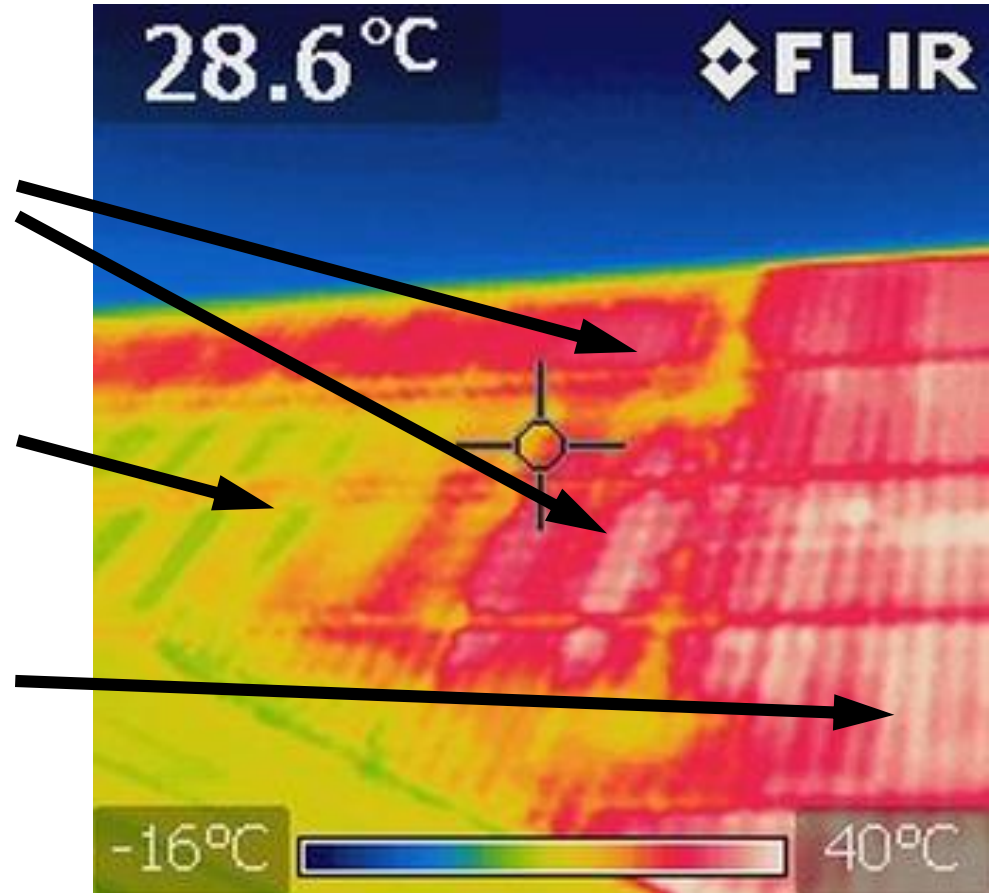
Der Kanal darunter ist in voller
Größe

Ungleichmäßige Absaugung

Geringe Absaugung

Gute Absaugung

Keine Absaugung



Bevorzugte Lösung für Blechdächer



Preisgünstige Folienlösung



Fertigelemente – Baukosten senken



Vorbereitung am Boden
oder in Firma

Schnelle Montage,
Wettersicherheit



Dachabsaugung mit PV-Anlage



Genauere Berechnung
nötig!

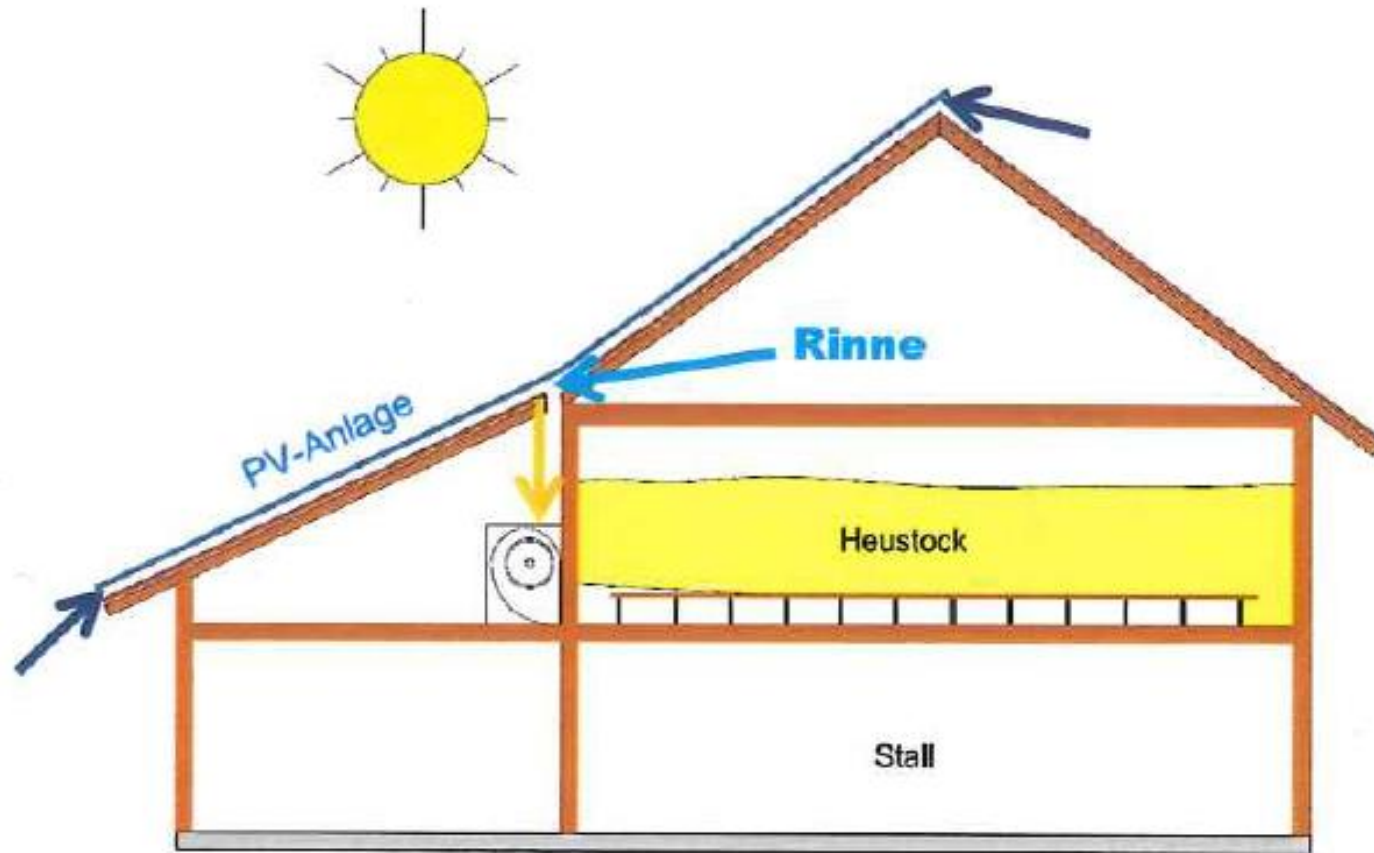
Dachabsaugung mit PV-Anlage



Bei Dacherneuerung



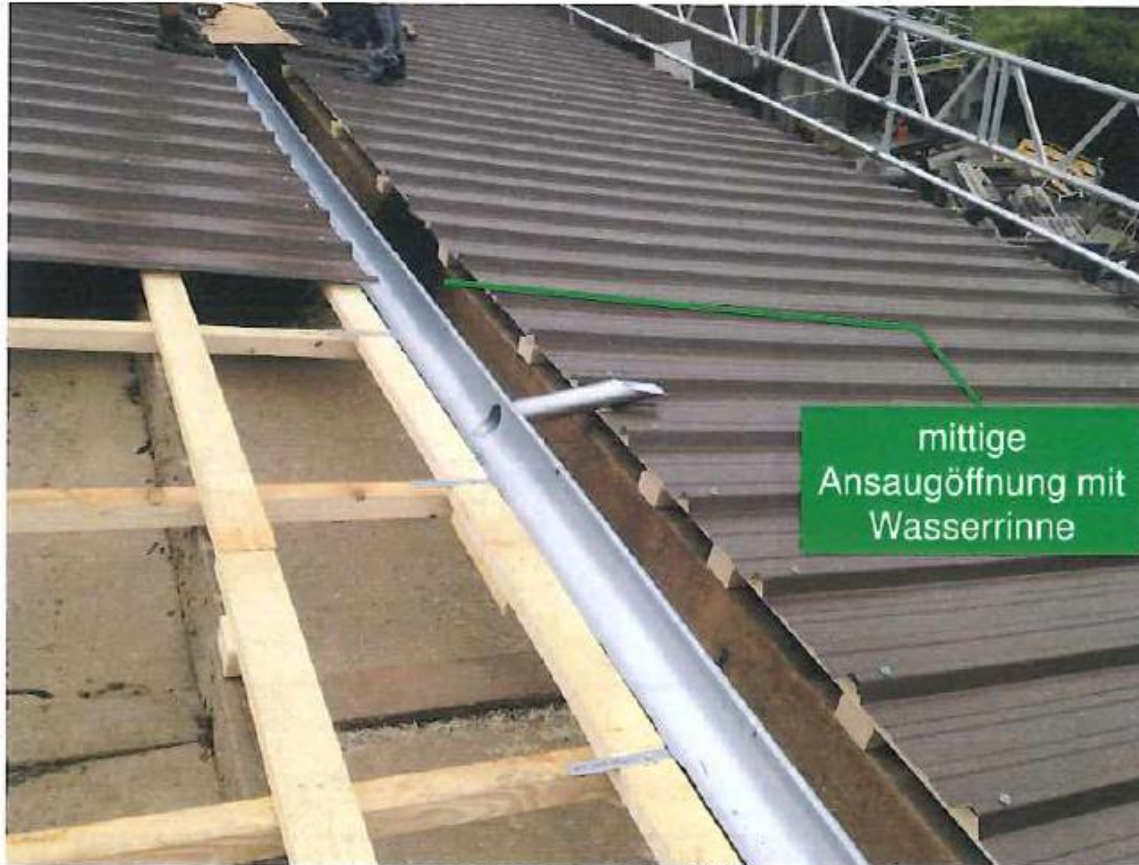
Beispiel Schweiz



Lukas Waltert, Luzern

Mittige Absaugung

Beispiel Schweiz



mittige
Ansaugöffnung mit
Wasserrinne

Berufsbildungszentrum
Natur und Ernährung bbzn.lu.ch

Lukas Waltert, Luzern

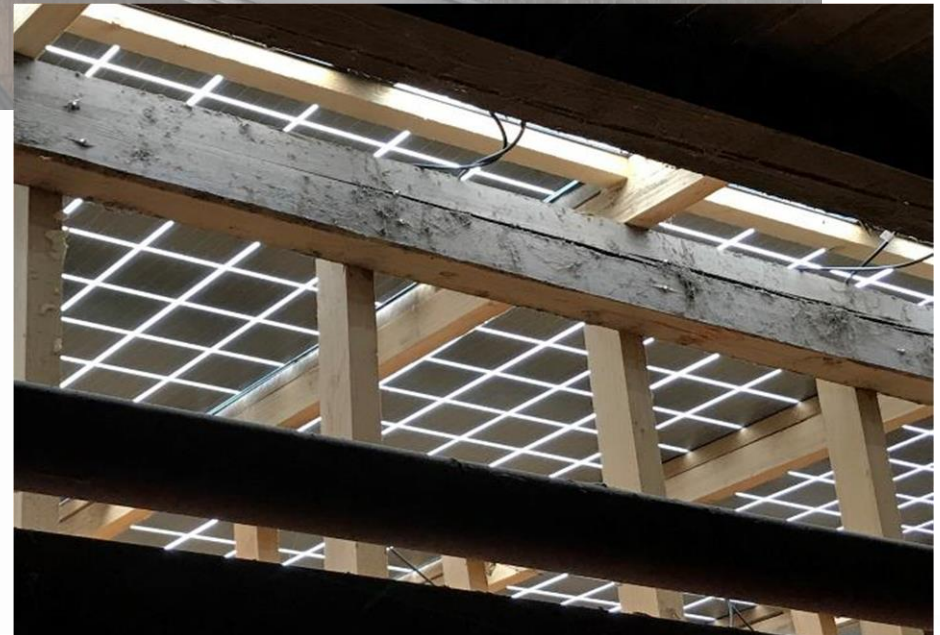
Natürliche Hinterlüftung möglich!

Weitere Beispiele



Anlage ca. 12 kWp

Weitere Beispiele



Anlage ca. 50 kWp,
Indach

Weitere Beispiele



Sammelkanal

Weitere Beispiele



Indachanlage zur
Hackguttrocknung

Weitere Beispiele



Aufwendige
Kanalführung

Ende Teil 1

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!



Mit bester Grundfutterqualität
macht die Arbeit Spaß!