**Zeitschrift:** Landtechnik Schweiz
**Herausgeber:** Landtechnik Schweiz
**Band:** 53 (1991)
**Heft:** 11

**Artikel:** Planen und Realisieren von Sonnenkollektoren
**Autor:** Nydegger, Franz
**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-1081079

**Nutzungsbedingungen**
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

**Conditions d'utilisation**
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

**Terms of use**
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

**Download PDF:** 03.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch**

FAT-Berichte

Herausgeber: Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik (FAT) CH-8356 Tänikon TG Tel. 052-62 31 31

August 1991 407

# Planen und Realisieren von Sonnenkollektoren

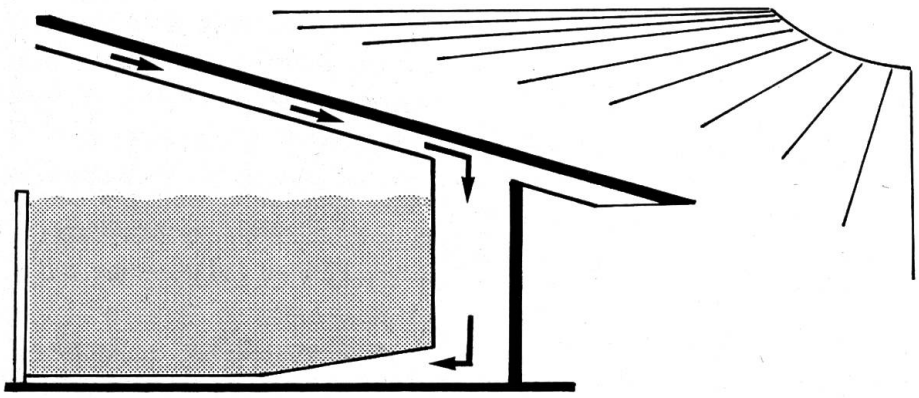
Franz Nydegger

**Sonnenkollektoren für die Heubelüftung nutzen die Sonnenenergie während der Monate Mai bis September, also in einer Zeitspanne mit hohem Sonnenenergieangebot. Sie machen die Heubelüftung schlagkräftiger und dadurch wetterunabhängiger, ohne zusätzlichen Fremdenergieverbrauch. Seit 1976 die ersten Pionieranlagen in der Schweiz erstellt wurden, stieg ihre Anzahl auf 1500 Stück. Der vorliegende Bericht soll helfen, bei der Planung und Ausführung landwirtschaftlicher Sonnenkollektoren richtig vorzugehen, damit diese umweltfreundliche Technik weitere Verbreitung findet.**

## Grundlagen

### Sonnenenergieangebot

Das Sonnenenergieangebot schwankt einerseits sehr stark im Jahresverlauf, andererseits aber auch im Tagesverlauf. Pro $m^2$ horizontale Fläche strahlen zum Beispiel in den fünf Monaten Mai bis September im Mittelland durchschnittlich 100 bis 180 $kWh/m^2$ Energie ein. An Schönwettertagen beträgt die Einstrahlung auf Kollektorebene bis zirka 1000 $W/m^2$. Der grosse Vorteil der landwirtschaftlichen Sonnenenergieanwendung für die Heubelüftung liegt darin, dass sie in die Jahreszeit mit hohem Strahlungsangebot der Sonne fällt. Da aber Schönwetterperioden oft durch Gewitter gestört oder unterbrochen werden, ergeben sich nur wenige Heuerntegelegenheiten mit drei und mehr Tagen, welche für die Bodenheubereitung ausreichen würden. Um die Heubelüftungsanlagen schlagkräftiger zu machen, lassen sich verschiedene Hilfsmittel wie Öl-öfen, Wärmepumpen, Luftentfeuchter oder Sonnenkollektoren einsetzen. Der Energieertrag eines Sonnenkollektors hängt einerseits vom Energieangebot der Sonne, vom Wirkungsgrad des Kollektors und von der Dauer der Belüftung ab. Sonnenkollektoren für die Heubelüftung können Zeitabschnitte mit einer Einstrahlung von mindestens 200 $W/m^2$ gut nutzen. In



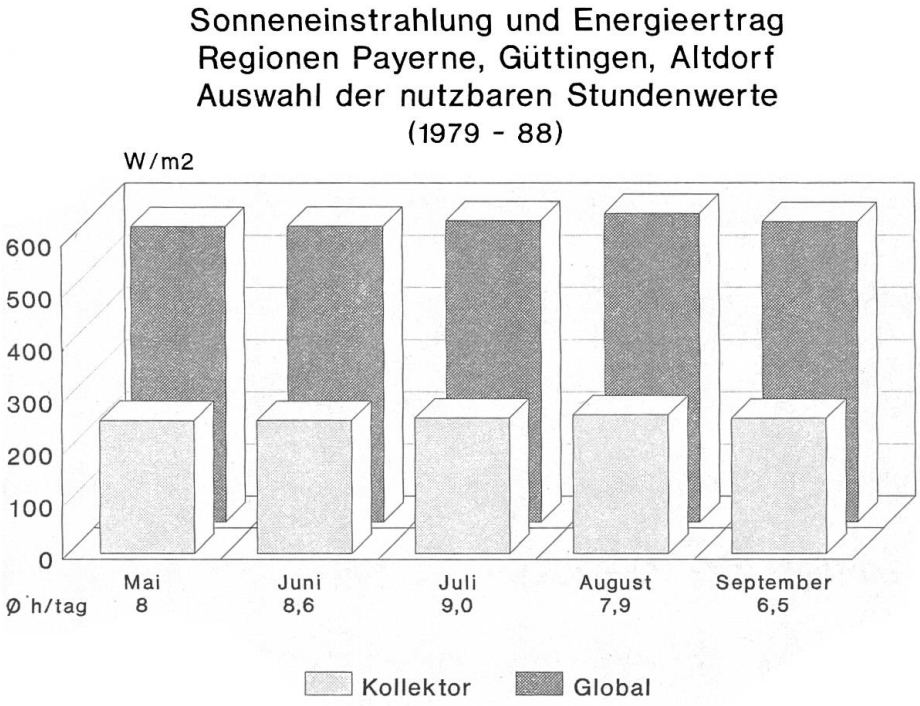



*Abb. 1: Sonnenkollektoren können Zeitabschnitte mit einer Sonneneinstrahlung von 200 W/m² gut nutzen. Die Grafik zeigt einen Auszug aus den meteorologischen Daten der Stationen Payerne, Güttingen und Altdorf. Das 10-Jahres-Mittel der für Kollektoren nutzbaren Einstrahlungswerte betrug gut 570 W/m² (hintere Balkenreihe). Ein Kollektor kann daraus ca. 260 W/m² thermische Leistung erbringen. Dafür stehen ihm im Mittel 6,5 – 9 h/Tag zur Verfügung.*

Abb. 1 sind die unter dieser Bedingung ausgewählten Einstrahlungswerte aufgeführt. Dabei handelt es sich um 10-Jahres-Mittelwerte aus Stundenwerten der meteorologischen Daten der Stationen Payerne, Güttingen und Altdorf. Im Durchschnitt der 153 Tage (Mai bis Sept.) fallen pro Tag acht für den Sonnenkollektor verwertbare Stunden mit einer Einstrahlung von 573 W/m² an.

Daraus kann ein Kollektor mit einem Wirkungsgrad von 45% rund 260 W/m² gewinnen.

Der Sonnenkollektor stellt die einzige Lösung dar, welche auf zusätzliche Fremdenergie verzichten kann. Zudem kann die Heubelüftung gezielt an Tagen mit gutem Strahlungsangebot eingesetzt werden. In der übrigen Zeit erfolgt der Betrieb intervallmässig.

Eternitkollektoren (Abb. 2) stellen bei Neubauten die weitaus grössten Anteile. Sie sind unproblematisch im Aussehen. Der Wirkungsgrad liegt in der Regel bei 40 bis 50%. Zum Erreichen eines hohen Wirkungsgrades ist eine sorgfältige Planung mit der richtigen Kanalhöhe resp. Luftgeschwindigkeit notwendig.

Der Ziegelkollektor kommt an Standorten mit extremen Anforderungen an das Erscheinungsbild der Dächer und bei Umbauten zum Zug. Generell muss hier mit relativ niedrigen Wirkungsgraden von 30 bis 40% gerechnet werden. Eine optimale Auslegung und Luftführung wie beim Eternitkollektor ist wegen der Gefahr von «Falschluft» (Ziegelzwischenräume) nicht möglich. Ebenso stösst man mit dem Ausgleichen des schlechten Wirkungsgrades durch mehr Fläche an Grenzen des Machbaren. Etwas schwierig zu beurteilen ist das Verhalten nach Niederschlägen. Es ist davon auszugehen, dass Ziegel relativ langsam trocknen und dass Feuchtigkeit durch die Ritzen angesaugt wird.

Der Blechkollektor (Abb. 3) aus einbrennlackiertem Alu- oder Stahlblech liegt sowohl im Wirkungsgrad wie im Erscheinungsbild zwischen dem Eternitkollektor und dem kaum mehr neu erstellten durchsichtigen

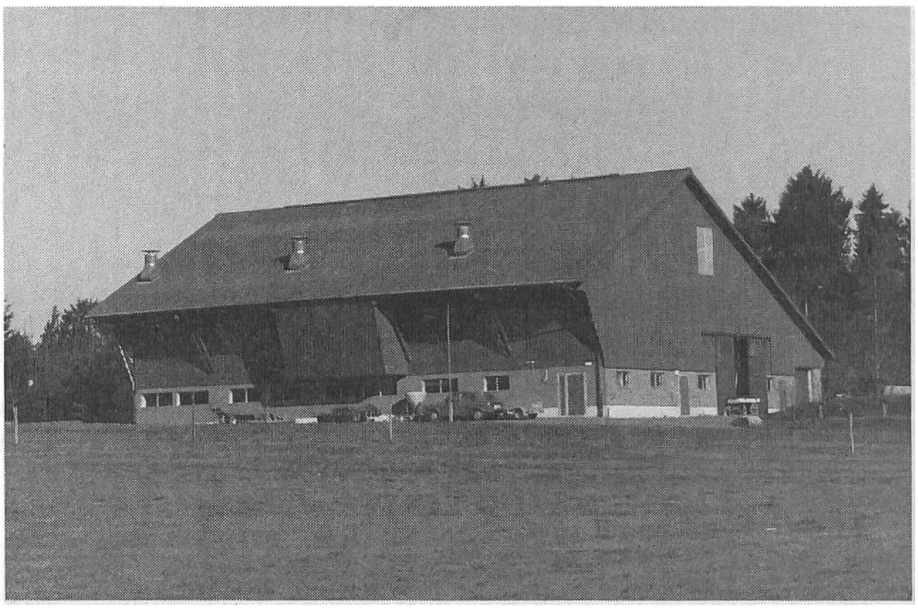


*Abb. 2: Eternitkollektoren sind von aussen nicht zu erkennen und eignen sich deshalb auch in Lagen mit hohen Anforderungen an das Erscheinungsbild der landwirtschaftlichen Gebäude.*

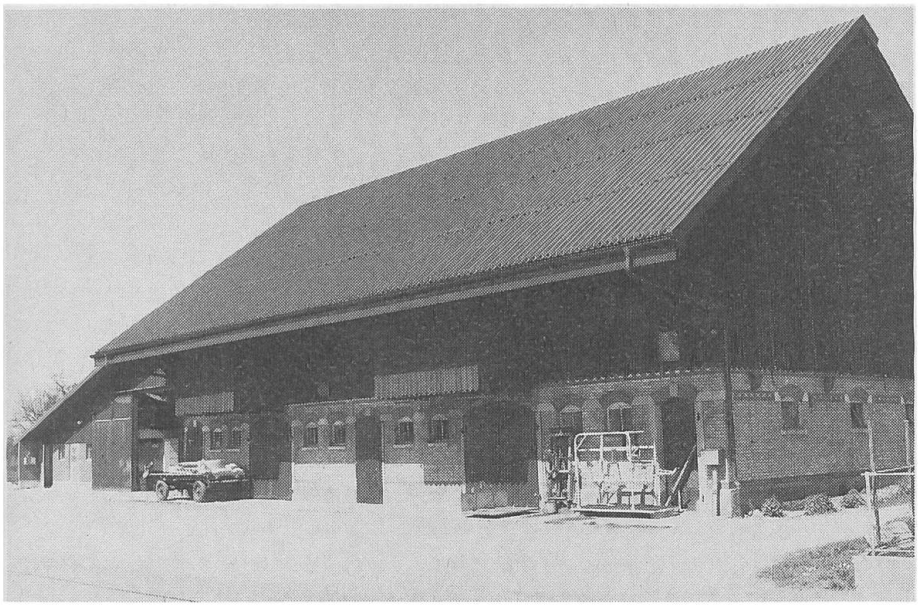


*Abb. 3: Blechkollektor als Ersatz des alten Ziegeldaches. Lufteintritt auf der Rückseite des Firsts. Der Sammelkanal führt die Luft unter dem Vordach von beiden Seiten zum Lüfter.*

Kollektor. Für Betriebe an industrienahen Standorten oder in Gegenden mit traditionell vorhandenen Blechdächern ist er eine gute, kostengünstige Lösung. Eine dachziegelähnliche Prägung hilft mit, das Erscheinungsbild zu verbessern.

## Planung von Sonnenkollektoren

### Lufterwärmung

Die Aufgabe des Sonnenkollektors besteht darin, die Trocknungsluft für die Heubelüftung aufzuwärmen. Dadurch kann diese mehr Wasser aufnehmen, also den Stock schneller trocknen. Wird zum Beispiel Luft mit 90% relativer Luftfeuchtigkeit von 15°C um 6°C auf 21°C erwärmt, fällt ihre rel. Feuchtigkeit auf ca. 60%. Solche Luft genügt für eine Fertigtrocknung des Welkheus bis etwa 88% TS. Erfahrungsgemäss befriedigt die Leistung eines Kollektors, wenn er bei 800 W/m$^2$ eine Luftanwärmung von 6°C erreicht.

Welche Faktoren beeinflussen nebst der Sonneneinstrahlung und der Exposition noch die Leistung des Kollektors?

- Die **Fläche.** Ein grossflächiger Kollektor kann mehr leisten als ein kleiner.
- Der **Wirkungsgrad.** Je höher der Wirkungsgrad, desto besser fällt die Nutzung der eingestrahlten Energie aus. Besonders bei Kollektoren mit dunkler Abdeckung kann der Wirkungsgrad durch eine optimale Wahl der Luftgeschwindigkeit beeinflusst werden.

  Hohe Geschwindigkeit im Kollektor

  → gute Verwirbelung der Luft
  → gute Wärmeübertragung von der Abdeckung an die Luft = hoher Wirkungsgrad.
- Die **Kanalhöhe.** Sie wird dazu benutzt, die richtige Luftgeschwindigkeit zu erreichen. Je niedriger die Kanalhöhe, desto höher der Wirkungsgrad, aber desto höher auch der Druckverlust durch den Kollektor!
- Die **Kollektorlänge.** Bei langen Kollektoren nimmt der Wirkungsgrad mit zunehmender Länge ab. Zudem sind wegen dem zunehmenden Druckverlust relativ hohe Kollektorkanäle notwendig.

### Druckverlust durch den Kollektor

Die zu erwärmende Trocknungsluft saugt der Heubelüftungs-Ventilator zwischen dem Dach und der darunter liegenden Luftleitplatte (Spanplatte) ab. Der Lufteinlass aus dem Freien und die Luftbewegung an der meist welligen Dachunterseite verursacht einen Druckverlust. Dieser Verlust steigt sehr rasch bei grösseren Luftgeschwindigkeiten an (im Quadrat der Geschwindigkeit!). Üblich wird der Druckverlust bei 1 mbar limitiert. Ausnahmsweise, d.h. beim zeitweiligen Betrieb von zwei Ventilatoren, liegt die Grenze bei 1,5 mbar. Diese Verlustwerte umfassen auch die Druckverluste im Sammelkanal bis zum Ventilator.
Der zusätzliche Druckverlust erhöht den Stromverbrauch um 25 bis 35%. Dieser wird jedoch mehr als aufgehoben durch die kürzere Trocknungszeit infolge der angewärmten Luft.

### Dimensionierung

Die definitive Dimensionierung erfolgt vorteilhaft mit dem PC-Programm «Sonnenkollektor». Es basiert auf Messungen an Modellkollektoren am Paul-Scherrer-Institut in Würenlingen. Einige Architekturbüros sowie landwirtschaftliche Betriebs- und Maschinenberater setzen dieses Programm bereits ein.

## Kollektorkonzept

### Allgemeines

Beim Entwurf des Kollektorkonzepts empfehlen wir folgendes Vorgehen. Zuerst stellen wir fest, wie gross die Heubelüftungsfläche der Scheune sein soll. Sind zwei Heustöcke vorhanden, taucht sofort die Frage auf, ob beide Stöcke gleichzeitig mit angewärmter Luft versorgt werden sollen. Trifft dies nach Auskunft des Landwirtes nie oder nur in Ausnahmefällen zu, weil selten beide Anlagen in Betrieb sind, so richtet sich die Kollektorauslegung nur nach dem grösseren Stock. Andernfalls müssen Kollektorkanäle und Luftzufuhrkanal für die gesamte Luftmenge ausgelegt werden. Die Leistung eines Kollektors hängt direkt mit seiner Fläche zusammen. Die Fläche sollte nicht zu klein gewählt werden, da sonst die Erwartungen nicht erfüllt werden und unter Umständen auch Schwierigkeiten mit der Luftführung auftreten können (zu wenig Querschnitt). Als grobe Faustzahl für den Einstieg in die Planung gilt:

Eternitkiollektrofläche
= 2,5 × Heustockfläche.

Bei der Berechnung kann diese Fläche dann noch etwas nach oben oder unten angepasst werden. Aufgrund der Pläne lässt sich feststellen, welche Dachflächen sich für den Einbau des Sonnenkollektors eignen.
Verläuft der First praktisch von Nord nach Süd, so ist eine Verteilung der Sonnenkollektorfläche auf beide Dachflanken sinnvoll. Steht bei Südflanken zu wenig Fläche zur Verfügung (niedrige Luftanwärmung, zu hoher Druckverlust resp. zu grosse Kollektorkanäle notwendig), so kann ein Teil des Norddachs miteinbezogen werden.
Lüftungskamine, Hocheinfahrten und Anbauten können den Sonnenkollektor beeinträchtigen. Das heisst sie behindern den Luftstrom in den Kollektorkanälen oder erschweren das Ansaugen der Luft. Solche Hindernisse gilt es schon bei der Wahl der Dachfläche zu erfassen und allenfalls zu umgehen.
Ein Vergleich der Kollektorleistungen anhand eines Beispiels ergibt die in Tabelle 1 «Kollektorleistungen» wiedergegebenen Werte.

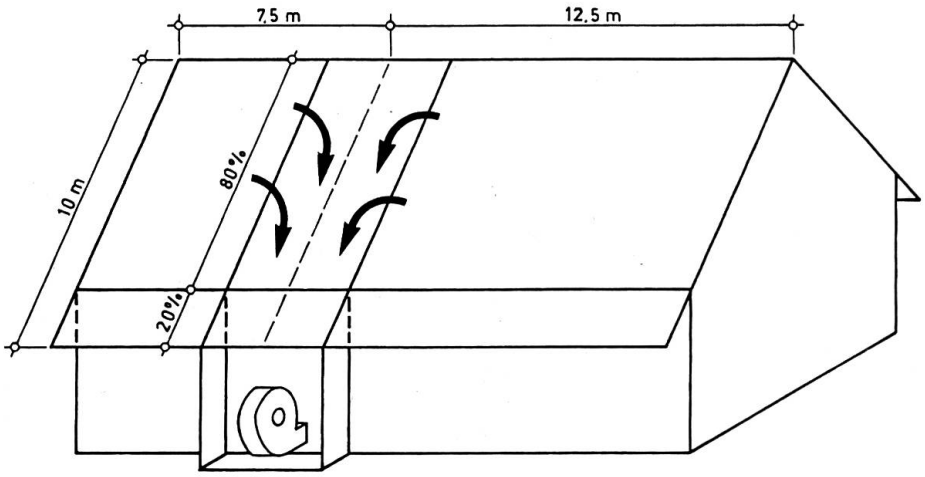



*Abb. 4: Unterschiedliche Ansauglänge.*
*Berechnung mit Programm Sonnenkollektor.*
*Ziel: Gleiche Luftanwärmung in beiden Kollektorteilen.*
*Weg: Berechnung mit PC-Programm mit Teillänge. Wahl der Kollektorkanalhöhen mit ca. gleicher Temperaturerhöhung und gleichem Druckverlust.*

**Tabelle 1: Vergleich Kollektorleistungen**

| Typ und Luftrichtung zur Wellung | Zwischenraum bei Druckverlust max. 1 mbar | Wirkungsgrad in % | Temperaturerhöhung °C |
|---|---|---|---|
| Eternit quer | 10 cm | 44 | 7,1 |
| Blech quer | 8 cm | 52 | 8,5 |
| Polycarbonat durchsichtig quer | 8 cm | 58 | 9,5 |
| Eternit längs | 12 cm | 42 | 6,9 |
| Ziegel längs | 10 cm | 37 | 6,1 |

Kollektor mit 250 m² für Heustock von zirka 100 m², Sonneneinstrahlung 800 W/m², 500 m ü.M., Ansaugstrecke 10 m. Der Eternitkollektor erreicht bei einem Wirkungsgrad von 44% eine Luftanwärmung von ca 7°C. Ein Blechkollektor erwärmt die Luft um ca 8,5° C und ein durchsichtiger Kollektor um 9,5° C. Der heute selten mehr erstellte durchsichtige Kollektor könnte die Temperaturerhöhung des Eternitkollektors von zirka 7°C bereits mit einer Fläche von 180 m² erreichen. Oder anders ausgedrückt: Der schlechtere Wirkungsgrad des Eternitkollektors kann in vielen Fällen durch eine grössere Fläche aufgefangen werden. Die Differenz vom Ziegelkollektor zum Eternitkollektor lässt sich aber schwerlich durch eine noch grössere Kollektorfläche ausgleichen. Die Luftführung sowie die vorhandenen Dachflächen setzen hier oft Grenzen.

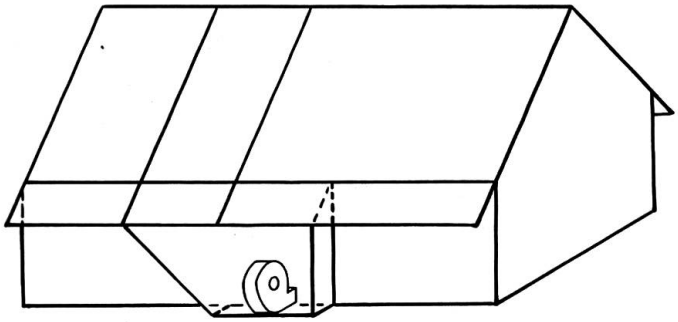


*Abb. 5: Mit dem seitlich versetzten Lüfterhaus kann die Luft von einem Binderfeld zum andern umgelenkt werden.*

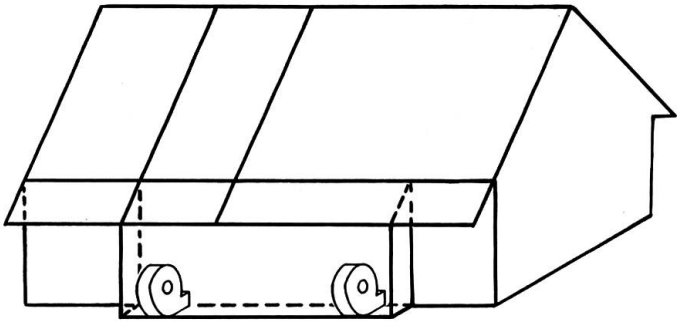


*Abb. 6: Breites Lüfterhaus zum Verteilen der Luft auf zwei Lüfter.*

### Ungleiche Ansauglängen

Bei Kollektoren mit zweiseitigem Ansaug liegt der Sammelkanal nicht immer in der Mitte (Abb. 4). In einem solchen Fall wird für jeden Kollektorteil (Ansaug bis Mitte Sammelkanal) die Berechnung der Kanalhöhe durchgeführt (siehe Programm Sonnenkollektor). Dadurch wird ein optimaler Wirkungsgrad des Kollektors erreicht. Es ist darauf zu achten, dass die Ausführung am Bau auch mit den entsprechenden unterschiedlichen Zwischenräumen erfolgt.

### Lüfterhäuschen/Ventilatorraum

In der Regel steht der Lüfter direkt im Luftzufuhrkanal (Abb. 5). Der Ventilatorraum kann ganz unterschiedliche Masse aufweisen. Im Gebäudeinnern kann er gleichzeitig als Lagerraum dienen (zum Beispiel Raum zwischen Aussenwand und Heustockeinwandung). Der Ventilatorraum muss nach aussen dicht sein und der Luftstrom zum Ventilator muss gewährleistet sein. Das an die Aussenwand angebaute Lüfterhäuschen und der Ventilatorraum können auch für einen seitlichen Versatz (zum Beispiel um 1 Binderfeld) benutzt werden, wenn das ideale Sammelkanalfeld nicht mit dem Binderfeld, in welchem der Lüfter steht, übereinstimmt. Im weiteren kann die Verteilung der Luft auf zwei Ventilatoren durch den Lüfterraum erfolgen (Abb. 6).

## Bau von Sonnenkollektoren

### Kollektoren

#### Im Pfettendach

Als Pfetten bezeichnen wir etwas vereinfachend die Sparren- oder auch Eternitpfetten. Dies sind die horizontal laufenden Balken, welche die Dachhaut (zum Beispiel Eternitplatten) tragen. Sie weisen in der Regel Masse von 16 bis 22 cm Höhe und 8 bis 12 cm Breite auf. Die Stärken und Abstände der Pfetten müssen vom Architekten oder Holzbau-Fachmann gemäss den örtlichen Schneelasten berechnet werden. Es ist von Vorteil, Gerber-Stösse (Abb. 7 und 8) anstatt Koppelpfetten zu verlegen, da diese einen ungehinderten Luftfluss gewährleisten. Sie bilden die seitlichen Wände der verschiedenen Kollektorkanäle. Als untere Begrenzung der Kollektorkanäle dient eine Luftleitplatte, in der Regel aus Spanplatten. Bei Kollektorkanalhöhen von weniger als Pfettenhöhe minus 2 cm empfielt es sich, schon vor dem Aufrichten Latten seitlich an die Pfetten anzuschlagen.

#### Im Sparrendach

Als Sparren bezeichnen wir die Balken, welche von der Traufe

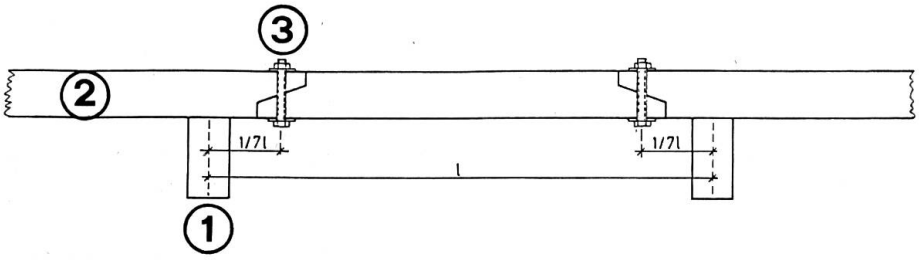



*Abb. 7: Gerberstösse*
*1 = Leimbinder 2 = Pfette 3 = Bauschraube*

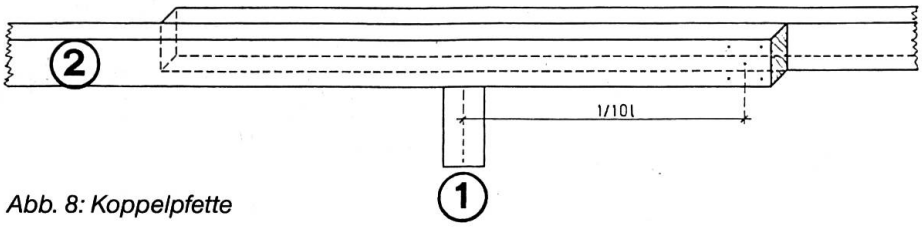



*Abb. 8: Koppelpfette*

zum First laufen und die Lattung der Ziegel oder anderer Abdeckmaterialien tragen. Bei Neubauten kann wie beim Pfettendach verfahren werden. Sparrendachkollektoren kommen aber sehr oft beim Umdekken von alten Ziegeldächern in Frage. Solche Dächer sind in der Regel etwas verzogen und eignen sich nicht für das Einpassen der Spanplatten zwischen die Sparren. Der Aufwand für das Einpassen zwischen die Sparren lässt sich nur rechtfertigen, wenn sonst eine ungenügende Temperaturdifferenz in Kauf genommen werden müsste. Ein besonderes Augenmerk ist bei den Sparrendächern auf die

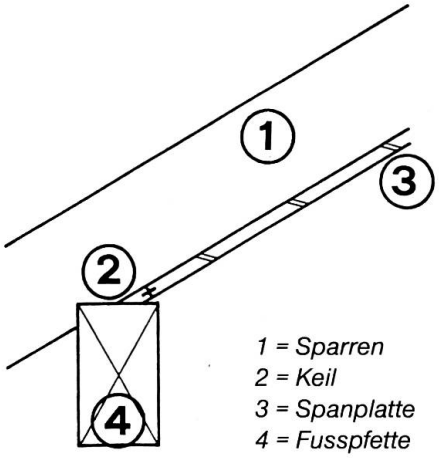
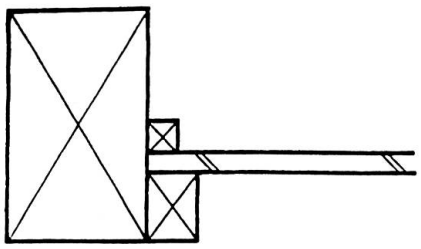



*Abb. 9: Fusspfettenanschluss*

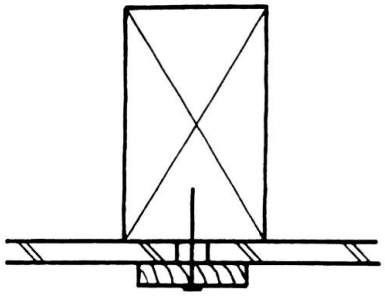
Durchlässe bei den Pfettenauflagen zu richten. Oft sind die Sparren dort ausgekerbt und der Durchlass wird somit enger. In Abb. 9 «Fusspfettenanschluss» ist dies am Beispiel der untersten Pfette (Fusspfette) aufgezeigt.

### Unterzug/Luftleitplatte

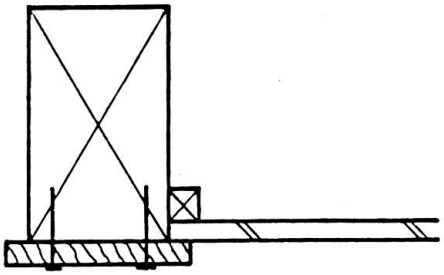
Bei Neubauten empfiehlt es sich, den Unterzug (Spanplatten) direkt vor dem Dachdecken einzulegen (Abb. 10). Der Zimmermann kann seitliche Latten oder Bretter unter den Balken (Sparren/Eternitpfetten) bereits in der Werkstatt vormontieren. Die zugeschnittenen Spanplatten (19 mm) können so sehr schnell von oben verlegt werden (Abb. 11). Zwar wird dazu praktisch immer der Zimmermann benötigt (wenig Eigenleistung), doch darf der zusätzliche Aufwand für die Gerüstung und die mühsame Arbeit über Kopf bei



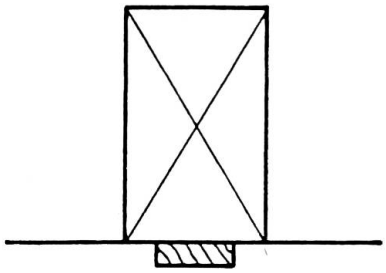
*Starke Balken, kleine notwendige Kanalhöhe. Spanplatte liegt auf seitlich angeschlagener Latte. Einlegen von oben vor dem Dachdecken.*



*Balkenhöhe entspricht der notwendigen Kanalhöhe. Spanplatte unten bündig mit Brett befestigt.*



*Kanalhöhe nur wenig kleiner als Balkenhöhe. Vormontiertes Brett, einlegen der Spanplatten von oben.*



*Balkenhöhe entspricht der Kanalhöhe. Unterzug aus Blachenmaterial. Anwendung vor allem bei Altbauten mit Sparrendächern.*

*Abb. 10: Montage-Arten*

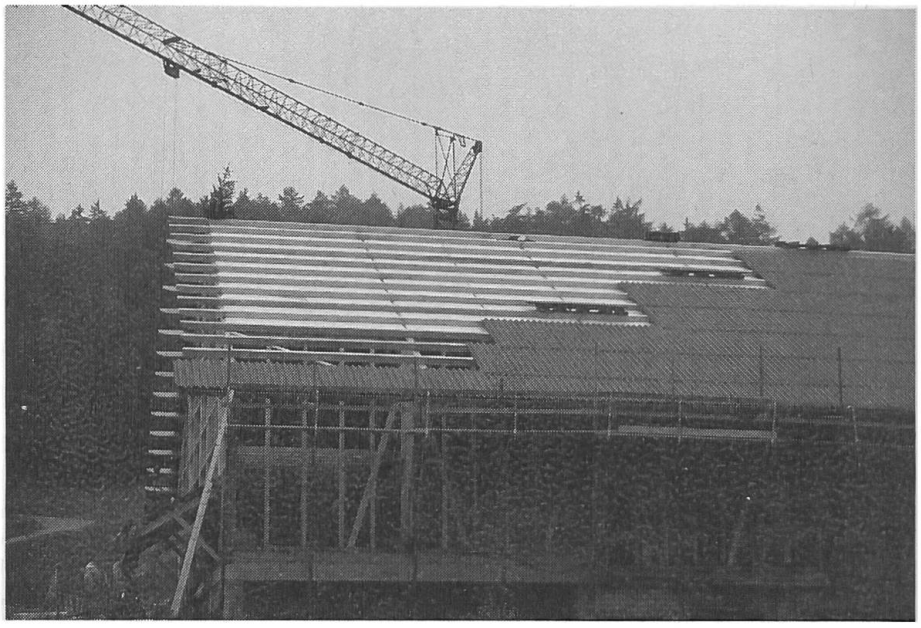


*Abb. 11: Bei Neubauten empfiehlt es sich, die Spanplatten direkt vor dem Dachdecken zwischen die Balken zu verlegen.*

der nachträglichen Montage nicht unterschätzt werden. Die Verbindung der Platten erfolgt vorteilhaft mit Nut und Feder. Die Platten sind dabei nur auf zirka 2 mm zusammenzustossen, damit sie «arbeiten» können.
Als Unterzug werden auch andere Materialien als Spanplatten verwendet (z.B. Profilbleche, Hartfaserplatten oder Blachenstoffe). Von dünnen Hartfaserplatten ist eher abzuraten, da gute Verbindungen fehlen. Wenn der Kollektorzwischenraum gleich oder etwas weniger gross ist als die Balkenstärke, ist es möglich, Blachenstoffe aus gewebeverstärktem Polyäthylen zu verwenden (Bigroflex, Nissan, Sarnafil). Diese sind wesentlich leichter als Spanplatten, sie sollten aber mittels eingerollter Dachlatte und Flaschenzug etwas vorgespannt werden, damit sie im Sommer bei Erwärmung nicht zu stark einbauchen und den Querschnitt der Kanäle verengen. Teilweise ist eine Konfektionierung möglich, das heisst die Verkaufsfirma bereitet Stücke vor, die zum Beispiel dem Binderabstand und der Dachbreite entsprechen. Blachen sind vor allem geeignet für Eigenmontage und in Altbauten, wo keine mechanische Belastung durch Geräte (Greifer) oder Bewerfen mit Futter (inkl. Steine) durch das Gebläse auftritt.

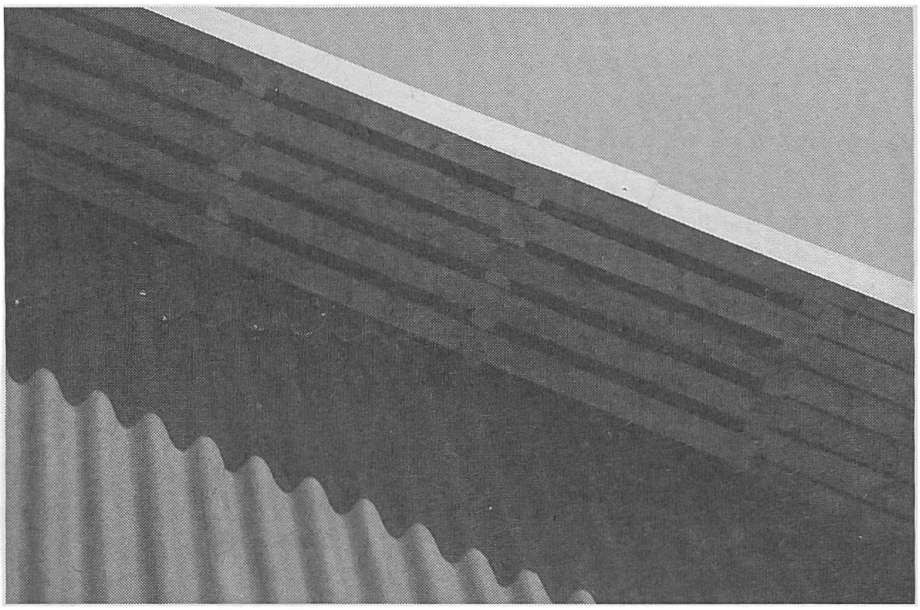


*Abb. 12: An windexponierten Lagen oder aus ästhetischen Gründen können auch Bretter auf die hier gezeigte Art montiert werden. Allerding ist darauf zu achten, dass die gesamte Schlitzbreite mindestens der Kanalhöhe entspricht.*

**Beispiel Berechnung Sammelkanal:**

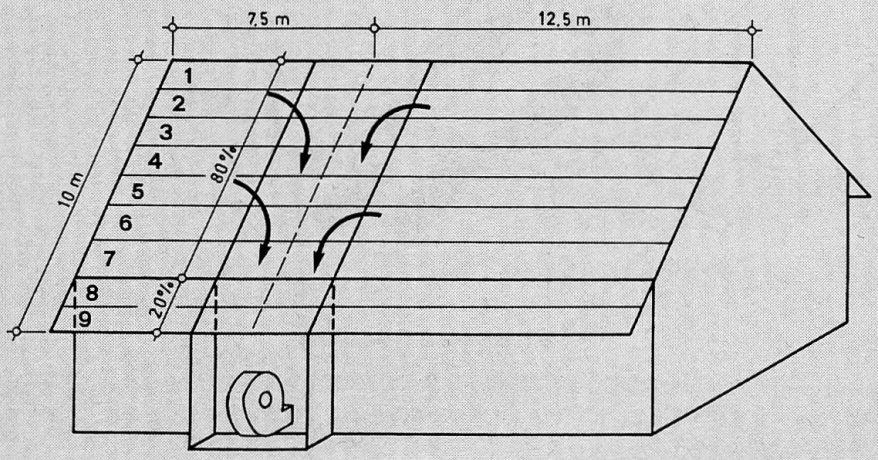
Heustock 80 $m^2$, Luftrate 0,11 $m^3/s$ = 8,8 $m^3/s$ Luftdurchsatz

Das ganze Dach enthält 9 Kollektorkanäle, davon befinden sich 2 (Nr.8 und 9) im Bereich des Vordachs. Das heisst, dass ca. 20% der Luft direkt aus den Kollektorkanälen des Vordachs ins Lüfterhaus strömen, was einem Luftdurchsatz von 1,9 $m^3/s$ entspricht. Die restlichen 6,9 $m^3/s$ fliessen durch den Sammelkanal.

Anzahl Kollektorfelder, welche in den Sammelkanal münden = 7
Luftdurchsatz pro Feld ca. 1 $m^3/s$
Breite Sammelkanal (Binderabstand im Licht) 5 m

$$V\,max. = 4\,m/s \rightarrow \frac{1\,m^3/s}{4\,m/s} = 0{,}25\,m^2 \rightarrow \frac{0{,}25\,m^2}{5\,m} = 5\,cm$$

1. Feld mind. Kollektorkanalhöhe oder 5 cm freier Durchlass
2. Feld mind. Kollektorkanalhöhe oder 10 cm freier Durchlass
7. Feld mind. Kollektorkanalhöhe oder 35 cm freier Durchlass




## Lufteinlass

Im Normalfall führen die Kollektorkanäle einfach zur Scheune hinaus und werden dort mit dem Ortgang- oder Traufbrett und einem Vogelschutznetz (Abb. 12) abgeschlossen. Die Öffnung muss mindestens der Kollektorkanalhöhe entsprechen. Treffen jedoch die Pfetten auf eine Brandmauer, so muss ein Luftzuführkanal erstellt werden. Bei Firsteinlasskanälen sind eben-

falls ein Vogelnetz und zusätzlich Jalousieläden von Vorteil.

### Sammelkanal

Beim Sammelkanal sollen Luftgeschwindigkeiten unter 5 m/s (normal zirka 4 m/s) nicht überschritten werden. Es ist jedoch nur die effektiv in jedem Kanalabschnitt vorhandene Luftmenge zu berücksichtigen. Münden Kollektorkanäle direkt in den Lüfterraum, so ist dieser Anteil für die Berechnung des Sammelkanalquerschnittes von der Gesamtluftrate abzuziehen. Im Sammelkanal sind die Anteile der Kollektorkanäle zu summieren, daraus ergibt sich fallweise ein konischer Sammelkanal.

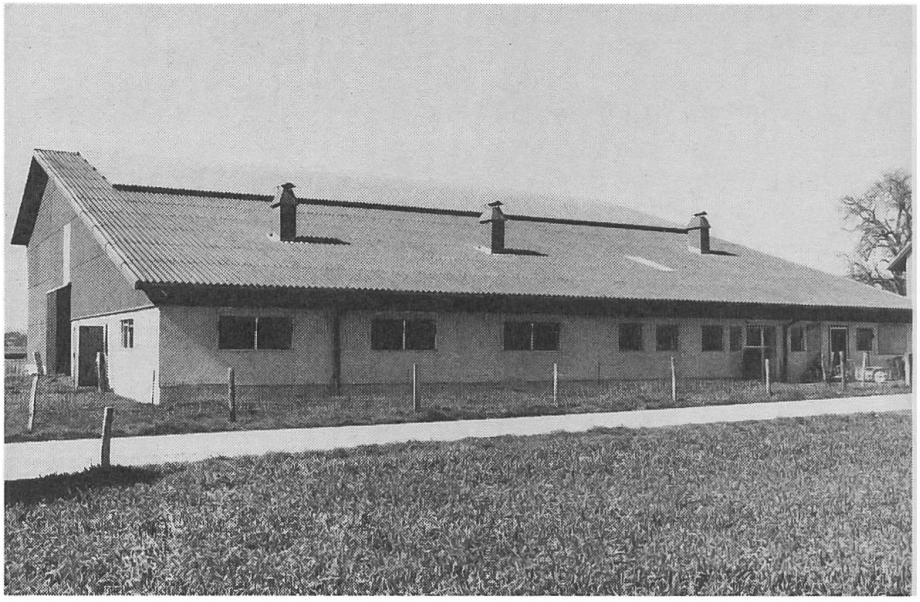


*Abb. 14: Ein Aufbaukollektor aus Alu-Blech, montiert auf eine bestehende Scheune. Die zweite Pfettenlage kommt auf das bestehende Eternitdach zu liegen. Dieses ist nur in der Mitte unterbrochen, damit die Luft in den darunter liegenden Sammelkanal einströmen kann.*

### Abdichtungen

Die Kollektoren sollen nach aussen einigermassen dicht sein. Bei Wellprofilen sind den Profilen angepasste Füllteile (Fillerblocks) aus Schaumgummi erhältlich. Diese lassen sich während der Montage zwischen die Auflage und die Abdeckung einschieben. Es genügt, bei der obersten und der untersten Pfette des Kollektors eine Abdichtung vorzunehmen. Die Spanplatten werden in der Regel mit Nut und Feder verlegt und beim Kanal mit Montage- oder Füllschaum abgedichtet. Blachen müssen allseitig mit Latten oder Leisten fixiert werden. Schwitzwasser tritt in der Regel nur in Ausnahmefällen auf. Die Ursache ist in erster Linie in feuchter Stallabluft zu suchen.

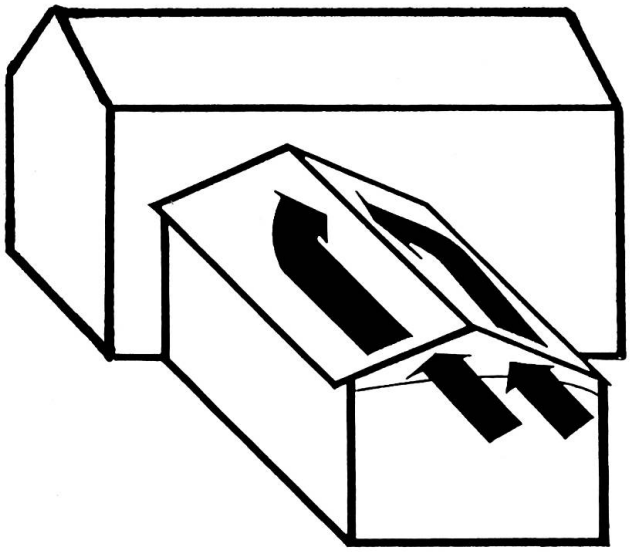


*Abb. 13: Der Hohlraum zwischen isolierter Stalldecke und Dacheindeckung wird «angezapft». Der Wirkungsgrad solcher Kollektoren ist zwar relativ niedrig, doch bei grösseren Dachflächen kann trotzdem eine Erwärmung der Luft um mehrere °C erreicht werden.*

## Spezialformen

### Dachraumkollektoren

Sie nützen, wie der Name sagt, einen bestehenden oder neu erstellten Dachraum, meistens über einem Stall, aus (Abb. 13). Ein neben einer erdlastigen Heulagerhalle erstellter Stall weist in der Regel einen Hohlraum zwischen Dachabdekkung und Isolationsdecke auf. Dieser Hohlraum stellt eine sehr billige Kollektorvariante dar, sofern der Querschnitt nicht zu gross ist und er gut, das heisst mit einem möglichst kurzen Kanal, an die Belüftung angeschlossen werden kann. Bei Neu- und Anbauten kann dies bei der Planung berücksichtigt werden.

### Aufbaukollektoren

Der Kollektor kann auch auf ein bestehendes Dach aufgesetzt werden, indem man über die bestehende Dachhaut genau über den alten Balken eine neue Balkenlage legt (Abb. 14). Das alte Dach bildet somit die untere Luftleitplatte, und die neue Abdeckung kommt auf die neue Balkenlage zu liegen. Die Luft lässt sich über einen Luftdurchlass in der alten Dachhaut in den Sammelkanal im Inneren der Scheune ziehen. Der Vorteil dieser Bauweise liegt in der guten Zugänglichkeit bei der Montage. Als Nachteile sind der zusätzliche Materialaufwand, die zweite Dachhaut und zweite Balkenlage zu werten.

## Investitionsbedarf

Der Investitionsbedarf setzt sich bei ins Dach integrierten Kollektoren zusammen aus dem zusätzlichen Investitionsbedarf für die Abdeckung gegenüber dem für die Höhenlage üblichen Standardmaterial plus dem Investitionsbedarf für den Unterzug, den Sammelkanal und den Luftzufuhrkanal zum Lüfter. Bei Aufbaukollektoren ist der ganze Materialpreis für die zusätzliche Abdeckung dem Kollektor anzulasten. Dafür braucht es keinen Unterzug.

Aufgrund von Richtpreisen lässt sich der zusätzliche Investitionsbedarf für einen Kollektor wie im Rechnungsbeispiel zusammenstellen.

**Rechnungsbeispiel:**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Kollektorfläche | 200 m² | Fr. | –.– |
| Unterzug | 200 m² à 37.– | Fr. | 7400.– |
| Luftsammelkanal | 12 m² à 12.– | Fr. | 144.– |
| | 12 m² à 57.– | Fr. | 684.– |
| | 6 lm à 320.– | Fr. | 1920.– |
| Total zusätzlicher Investitionsbedarf für Kollektor | | Fr. | 10148.– |

## Energieertrag/ Energiekosten

### Energieertrag

Wie eingangs aufgezeigt, kann ein Sonnenkollektor pro m² eine Leistung von ca. 260 W erbringen. Diese Leistung ist mit der Laufzeit und der Kollektorfläche zu multiplizieren.
Geht man von einer durchschnittlichen Laufzeit von 500 h/Jahr (die Intervallbelüftung während ungünstigen Zeiten nicht eingeschlossen) aus, so ergibt dies für den im Beispiel aufgeführten Kollektor von 200 m² folgenden Ertrag:

200 m² × 260 W × 500 h = 26'000'000 Wh = 26'000 kWh

### Energiekosten

Die Jahreskosten lassen sich aus dem Investitionsbedarf für den Sonnenkollektor berechnen. Gemäss Preisbaukasten der FAT sind folgende Sätze anzuwenden:

| | |
|---|---|
| Amortisation | 4,0% |
| Zins | 3,8% |
| Reparaturen | 1,5% |
| Versicherungen | 0,1% |
| Total | 9,4% |

Um beim Beispiel zu bleiben, übernehmen wir den Investitionsbedarf von Fr. 10'148.–. Daraus ergeben sich Jahreskosten von Fr. 954.–.

Die Produktion der 26'000 kWh thermischer Energie kostet in diesem Falle Fr. 954.–, d.h. ca. Fr. –.037/kWh oder rund 4 Rp./kWh. Dies entspricht in etwa dem Ankaufspreis von Heizöl. Für einen vollständigen Vergleich mit dem Verfahren «Ölofen» müssten jedoch auch der Investitionsbedarf und die Jahreskosten der Heizanlage berechnet werden. Daraus lässt sich schliessen, dass Sonnenkollektoren, welche richtig konzipiert sind, wirtschaftlich betrieben werden können.

Zu diesem Thema sind bei der Bibliothek der FAT, 8356 Tänikon, die folgenden ausführlichen Berichte erhältlich:

FAT-Bericht 406: Die Heubelüftung von A – Z
FAT-Bericht 407: Der Sonnenkollektor für die Heubelüftung – Planen und Realisieren