

Zeitschrift: Landtechnik Schweiz

Herausgeber: Landtechnik Schweiz

Band: 42 (1980)

Heft: 3

Artikel: Auslegung von Sonnenkollektoren

Autor: Nydegger, F.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1081677>

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: 04.02.2026

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

Auslegung von Sonnenkollektoren

F. Nydegger

In den letzten Jahren hat die Heubelüftung in den meisten Regionen der Schweiz Fuß gefasst. Die Entwicklung ging weiter zur Warmbelüftung, grösstenteils mit Warmluftöfen.

Der steigende Oelpreis leitete allgemein die Entwicklung der Sonnenenergi 技术 ein. In einem Vorversuch untersuchte die FAT 1977 eine erste Heubelüftungsanlage mit Sonnenkollektor.

Dabei zeigte sich die Notwendigkeit, verschiedene Möglichkeiten des Kollektorbau an Modellkollektoren zu untersuchen. Die Ergebnisse sollen im folgenden dargestellt werden.



Abb. 1: Mit 30° nach Südosten geneigter Sonnenkollektor von 290 m². Er besteht aus Kunststoffwellplatten (Neomat) und Spanplattenabsorber und liefert Warmluft für zwei Heustöcke à 120 m².

Prinzip des Sonnenluftkollektors

Bekanntlich wird ein schwarzer oder metallischer Gegenstand an der Sonne heiss. Diesen Umstand macht sich der Sonnenkollektor zu Nutze, indem er die auf einer schwarzen Fläche anfallende Wärme auf die daran vorbeigeführte Luft überträgt.

Der klassische Luftkollektor besteht aus zwei Elementen, dem Absorber und der Abdeckung (Abb. 2). Der schwarze Absorber hat die Aufgabe, das Sonnenlicht in Wärme umzuwandeln. Die Abdeckung dient dem Schutz des Absorbers und bewirkt

eine kontrollierte Luftförderung über den Absorber. Sie soll möglichst viel Sonnenlicht durchlassen, jedoch undurchlässig für die Wärmestrahlung sein.

Eine Abart stellt der Kollektor mit freiliegendem Absorber dar. Der Absorber liegt an der Sonne und ist beidseitig schwarz behandelt. Auch hier braucht man ein zweites Element. Es ist unterhalb des Absorbers angebracht und dient nur der Luftführung und Isolation. Die Luft streicht also unter dem Absorber vorbei und nimmt so die Wärme des Absorbers auf.

FAT-MITTEILUNGEN

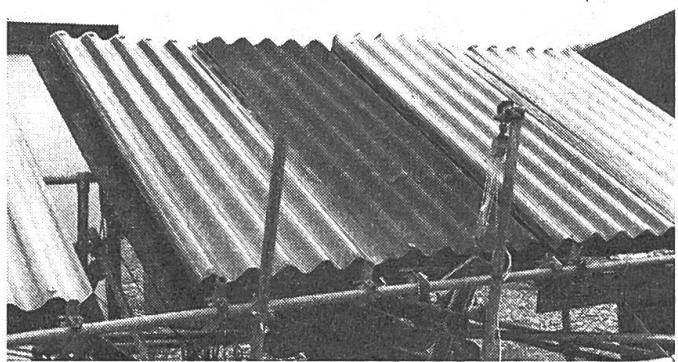
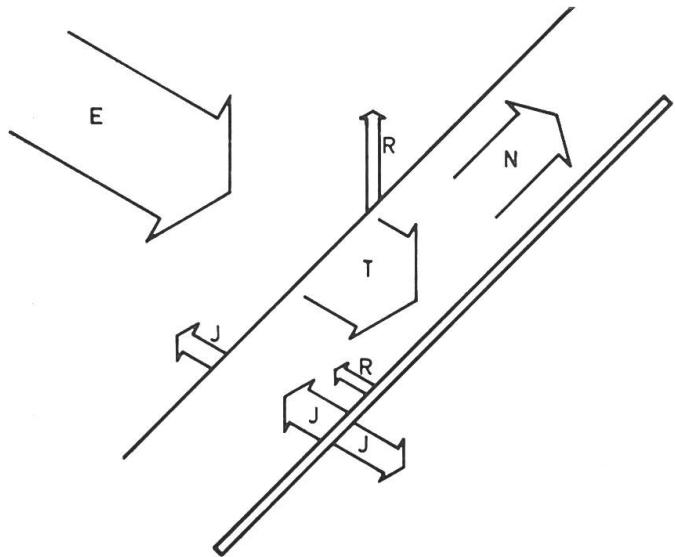


Abb. 3: Versuchsanlage mit fünf verschiedenen Modellkollektoren à zirka 2 m².

Sonnenkollektor schematisch

Abb. 2: J = Wärmeabstrahlung
 E = Einstrahlung T = Durchgelassene Strahlung
 R = Reflexion N = Nutzbare Wärme

Versuche (siehe Abb. 3)

Es wurden Modellkollektoren von je zirka 2 m² Fläche hergestellt. Dabei kamen verschiedene handelsübliche Materialien zur Anwendung. Aus versuchstechnischen

Gründen haben wir immer drei Kollektoren gleichzeitig gemessen. Die Luftdurchsätze lagen dabei zwischen 100 und 200 m³ je m² Kollektorfläche und Stunde. Dies entspricht den Durchsätzen der bereits realisierten Anlagen.

Wir haben versucht, möglichst unterschiedliche Kollektorkonstruktionen zu berücksichtigen und haben darum mit verschiedenen Abdeckungen und verschiedenen Absorbern gearbeitet. Als Massstab diente

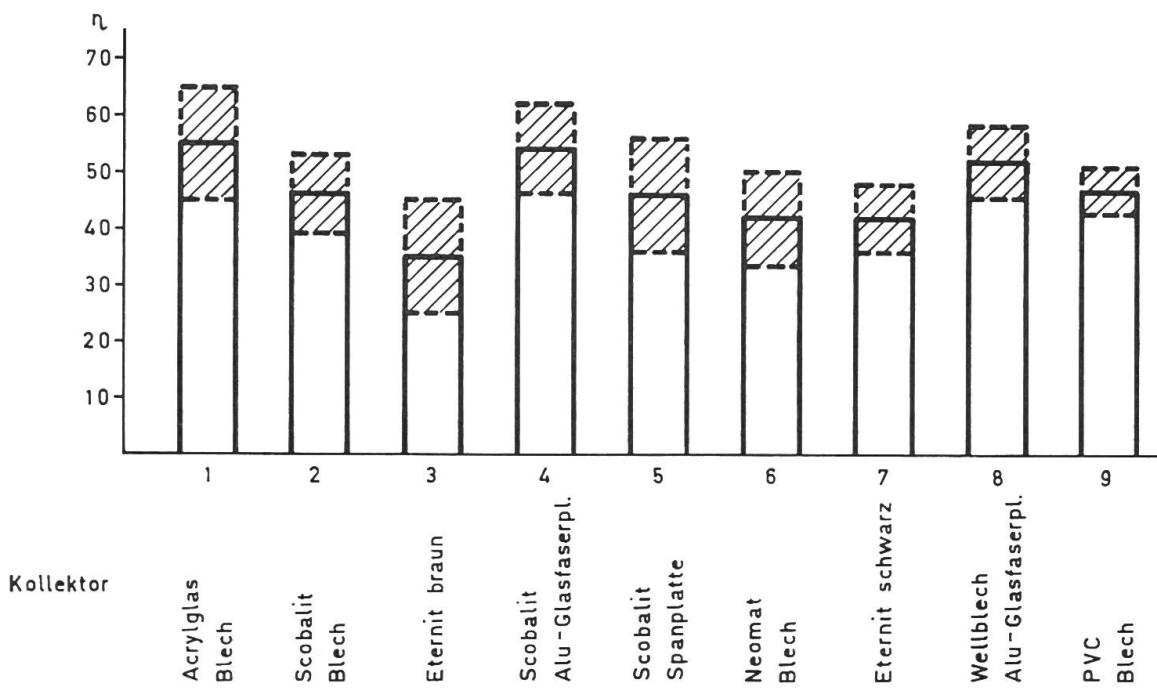


Abb. 4: Durchschnittlicher Kollektortageswirkungsgrad η mit entsprechenden Streubereichen.

FAT-MITTEILUNGEN

uns bei der Beurteilung der Kollektoren der Wirkungsgrad. Er gibt an, wie gut die anfallende Strahlungsenergie in Wärme umgewandelt und an die Luft übertragen wird.

Der Wirkungsgrad eines Kollektors hängt unter anderem auch von der Strahlungsstärke ab. Stark schwankende Einstrahlungswerte werden vom Kollektor abgeschwächt, bewirken aber eine grössere Streuung bei der Wirkungsgradberechnung. Unterschiede unter 5% sind deshalb zu vernachlässigen.

Abbildung 4 zeigt die durchschnittlichen Tageswirkungsgrade der verschiedenen Kollektortypen.

Sehr gut abgeschnitten haben Kollektor 1 (Acrylglasabdeckung, Blechabsorber) und Kollektor 4 (Scobalitabdeckung, isolierter Absorber). Der Blechabsorber hielt sich nicht schön flach auf der Spanplatte, sondern wellte sich leicht, dadurch konnte ein kleiner Teil der Luft unter dem Blech durchstreichen. Somit fielen die Verluste durch Absorber und Spanplatte etwas geringer aus (vgl. mit Kollektor 5). Kollektor 4 zeigt, dass mit einer Isolation des Absorbers ebenfalls ein leicht höherer Wirkungsgrad erreicht werden kann.

Die Kollektoren 2, 5, 6, 7 und 9 weisen untereinander verhältnismässig kleine Differenzen auf. Eine unterdurchschnittliche Leistung weist Kollektor 3 mit einer braunen Eternitplatte (entspricht einem normalen Eternitdach) als Absorber auf. Ueberraschend gut schnitt Kollektor 8 ab. Sein Alu-Wellblech (beidseitig schwarz gestrichen) gab die Wärme sehr gut an die darunter durchfliessende Luft ab. Einschränkend muss hier erwähnt werden, dass die Kollektoren – im Gegensatz zur Lage auf einem Scheunendach – an einer relativ windgeschützten Stelle aufgestellt waren. Dadurch traten offensichtlich bei den Kollektoren mit freiliegendem Absorber keine

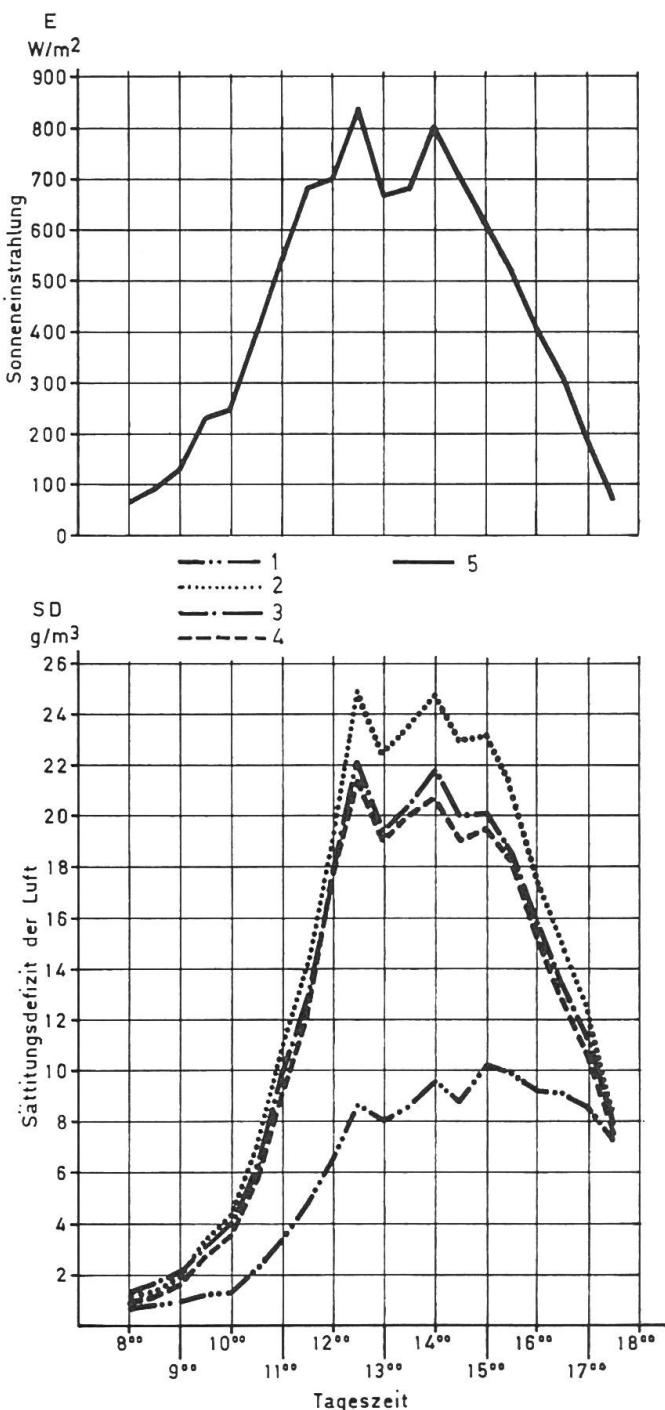


Abb. 5: Verlauf der Sonneneinstrahlung (Globalstrahlung) und der Sättigungsdefizite.

Kurve 1: Sättigungsdefizit der Aussenluft

Kurve 2: Sättigungsdefizit der Luft aus Kollektor 1

Kurve 3: Sättigungsdefizit der Luft aus Kollektor 2

Kurve 4: Sättigungsdefizit der Luft aus Kollektor 5

Kurve 5: Sonneneinstrahlung

FAT-MITTEILUNGEN

wesentliche Verluste an die Umgebungsluft auf.

Aehnlich wie bei Kollektor 8 (Wellblech) verhält es sich auch mit den Kollektoren 3 und 7 (braunes und schwarzes Eternit). In der Praxis kann aber sicher mit einem Wirkungsgrad von zirka 40% (Kollektor 8) bzw. 30 bis 35% (Kollektoren 3 und 7) gerechnet werden.

Es ist also gut möglich, mit herkömmlichen Baumaterialien Luftkollektoren mit einem ansprechenden Wirkungsgrad zu bauen. Trotz den kleinen Temperaturdifferenzen kann eine Isolation des Absorbers den Wirkungsgrad verbessern (siehe Kollektoren 2 und 4).

Aus Abbildung 5 ersehen wir, dass sich die Leistung der Kollektoren im sogenannten Sättigungsdefizit (Wasseraufnahmevermögen der Luft bis zur Sättigung) äussert.

Beispiel eines schönen Tages:

Das natürliche Sättigungsdefizit der Luft (Kurve 1) liegt am Morgen bei 1 g/m³ (g Wasser pro m³ Luft) und erreicht um 15.00 Uhr zirka 10 g/m³. Mit Hilfe der Kollektoren wird es schon im Vormittag recht stark erhöht und erreicht bereits kurz nach 12.00 Uhr Werte über 20 g/m³ Luft. Dies bedeutet eine Verdoppelung des Wasseraufnahmevermögens der Luft bzw. der höchst möglichen Leistung der Trocknungsanlage.

An bedeckten Tagen fällt natürlich die Leistung der Kollektoren geringer aus: die Erhöhung des Sättigungsdefizites liegt dann bei zirka 50%.

Der Bau eines Sonnenkollektors

Beim Bau einer Scheune ist es unter Umständen möglich, den First so auszurichten, dass eine Süd- oder Südostflanke des Daches als Kollektor ausgebaut werden kann. Dies stellt die günstigste Exposition dar. Läuft der First jedoch Richtung Nord-Süd, kann eine Nutzung beider Dachhälften

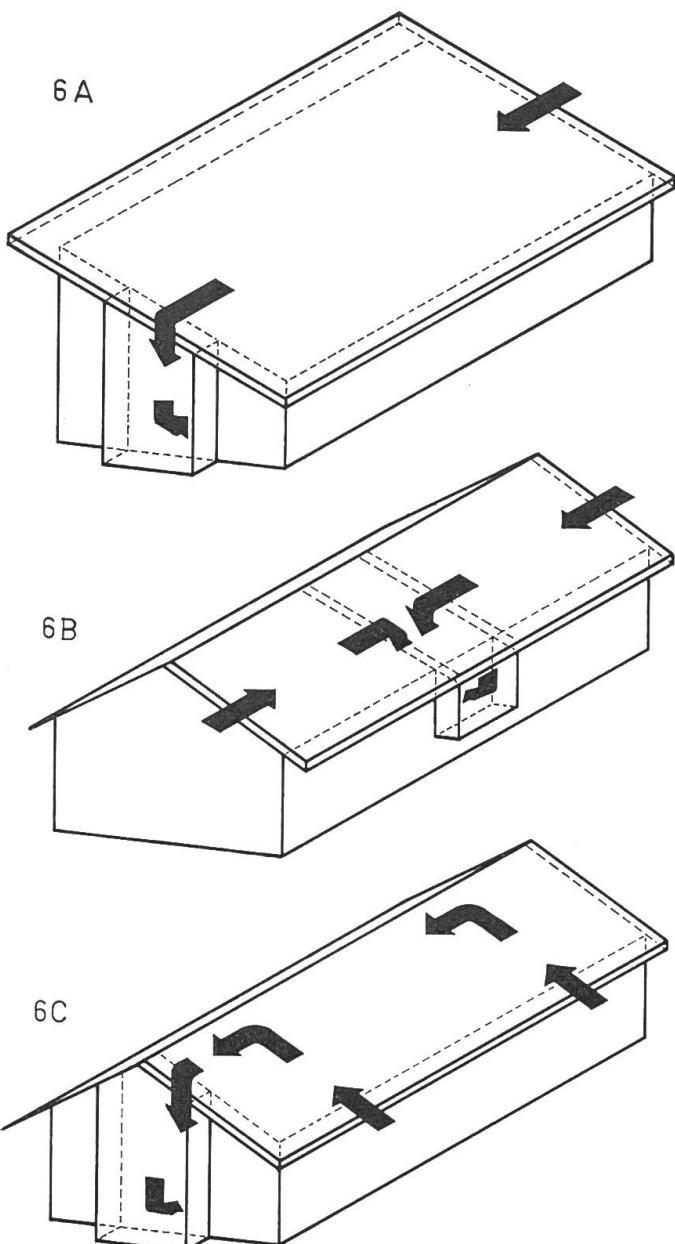


Abb. 6: Luftführung
6 A) Pultdach (Pfettenbauweise)
6 B) Firstdach (Pfettenbauweise)
6 C) Firstdach (Sparrenbauweise)

in Betracht gezogen werden. Die Dachneigung sollte zwischen 15° und 30° betragen.

Als nächster wichtiger Punkt erweist sich die Luftführung. Je nach Scheunentyp bieten sich verschiedene Möglichkeiten an.

Beim Pultdach (Abb. 6 A) kann die Luft horizontal durch die Pfettenzwischenräume geführt werden. Sie wird an der einen

FAT-MITTEILUNGEN

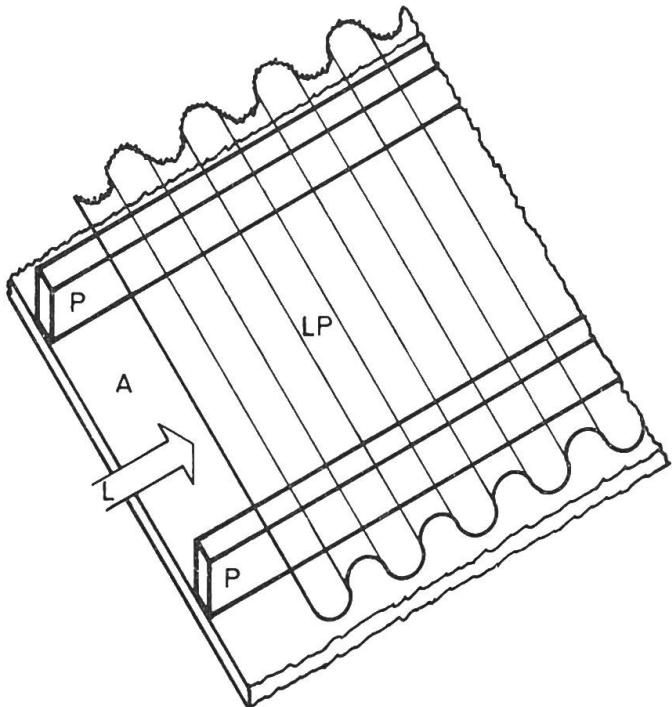


Abb. 7: Klassischer Kollektor (mit Abdeckung)
 P = Pfetten (= waagrecht tragender Balken)
 LP = Lichtplatten
 A = Absorber und eventuelle Isolation
 L = Luftstrom

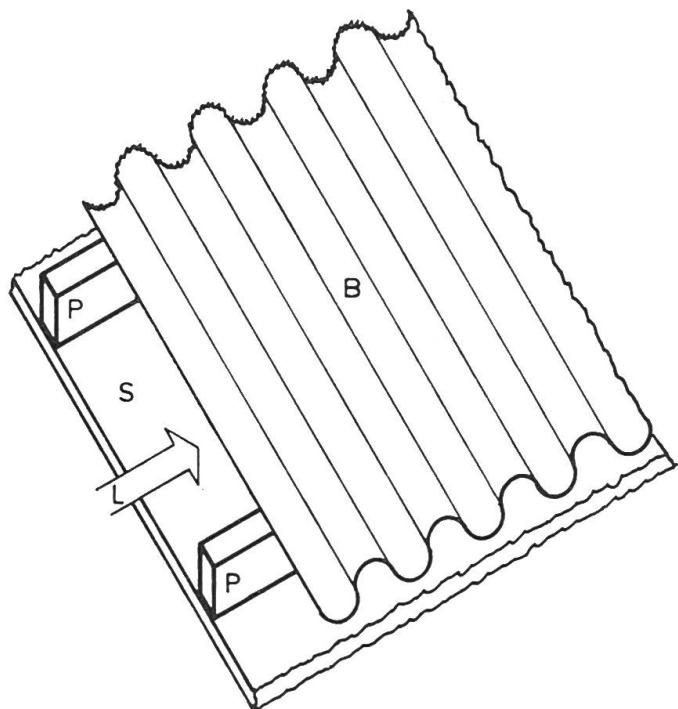


Abb. 8: Kollektor mit freiliegendem Absorber
 P = Pfetten
 B = Well- oder Profilblech
 S = Spanplatte und eventuelle Isolation
 L = Luftstrom

Stirnseite angesaugt, an der anderen zusammengefasst und mit einem Sammelkanal zum Lüfter geführt. Diese Konstruktion besticht durch ihre Einfachheit.

Liegt der Lüfter bei einer länglichen Scheune ungefähr in der Mitte, kann die Luft gemäss Abbildung 6 B an beiden Stirnseiten angesaugt und durch den Kollektor zur Mitte geführt werden. Dort dient ein Teil des Kollektors als Sammelkanal und leitet die Luft zum Ventilator. Dieses System vermeidet lange Zuführkanäle und hohe Luftgeschwindigkeiten.

In Sparrendächern (Abb. 6 C) kann die Luft an der Traufe angesaugt werden. Sie strömt darauf durch den Kollektor, wird durch einen Firstkanal gesammelt und zum Lüfter geführt. Der Lüfter kann an einer Stirnseite oder in der Mitte der Scheune unter dem First eingebaut werden.

Aus dieser kurzen Zusammenstellung ersehen wir, dass es keine allgemein gültige Kollektorschüne gibt, dass aber für sehr unterschiedliche Bauweisen (auch Anbauten) eine Lösung gefunden werden kann.

Es gilt nun, die Wahl des Kollektors zu treffen. Der klassische Kollektor (Abb. 7) weist einen etwas höheren Wirkungsgrad auf als der Kollektor mit freiliegendem Absorber (Abb. 8) und ist deshalb dort angebracht, wo die zur Verfügung stehende Dachfläche etwas knapp ausfällt. Er hat sich bis jetzt auf mehreren Betrieben sehr gut bewährt. Die hier verwendeten Kunststoffplatten genügen den Anforderungen einer feuerfesten Dachhaut nicht. Es muss darum mit den kantonalen Versicherungsfachleuten Kontakt aufgenommen werden, um abzuklären, welche Kombination (Abdeckung und Absorber) sie akzeptieren. Weiter kann er je nach Standort auf Widerstand von Landschaftsschutzkreisen stossen.

Eine Ausweichmöglichkeit könnte hier der leider in der Praxis noch nicht erprobte Kollektor mit freiliegendem Absorber sein (Abb. 8). Bei dieser Bauweise ist mit zirka

FAT-MITTEILUNGEN

10% weniger Wirkungsgrad zu rechnen, dafür fallen die feuerpolizeilichen Bedenken und die Gefahr des Hagelschadens dahin.

Eine weitere Möglichkeit besteht im Bau eines Kollektors auf ein bestehendes Dach, indem das bestehende Eternitdach schwarz gestrichen und als Absorber verwendet wird. Es wird nun eine zweite Pfetten- oder Sparrenlage verlegt und darauf Lichtplatten montiert.

Wie gross soll der Kollektor sein?

Auf verschiedenen Betrieben hat sich gezeigt, dass mit einem Kollektor, der doppelt so gross ist wie die Heustockfläche, sehr gut gearbeitet werden kann. Damit die Luftgeschwindigkeit und dadurch die Ansaugverluste für den Lüfter nicht zu gross werden, muss der Querschnitt des Kollektors und des Sammelkanals berechnet wer-

den. Die optimale Luftgeschwindigkeit liegt um 5 m/s. Dies ergibt bei einer Luftrate von zum Beispiel 10 m³/s einen nötigen Querschnitt von 2 m². Aus der Luftrate des Ventilators und der Ansaugbreite des Kollektors können wir ferner die Durchlasshöhe des Kollektors berechnen.

$$h = \frac{Q}{5 \text{ m/s} \cdot b}$$

(v)

h = Höhe des Kollektors in m
(Pfetten- oder Sparrenhöhe)

Q = Luftrate des Ventilators in m³/s

b = Ansaugbreite des Kollektors in m

(v = Optimale Luftgeschwindigkeit m/s)

Wenn dieser Punkt berücksichtigt und unnötige Umlenkungen, Verzögerungen und Beschleunigungen der Luft vermieden werden, liegt der zusätzliche Luftwiderstand am Ventilator bei zirka 10 mm WS.

Als Konstruktionsmaterialien bieten sich für die Abdeckung Kunststoffplatten und

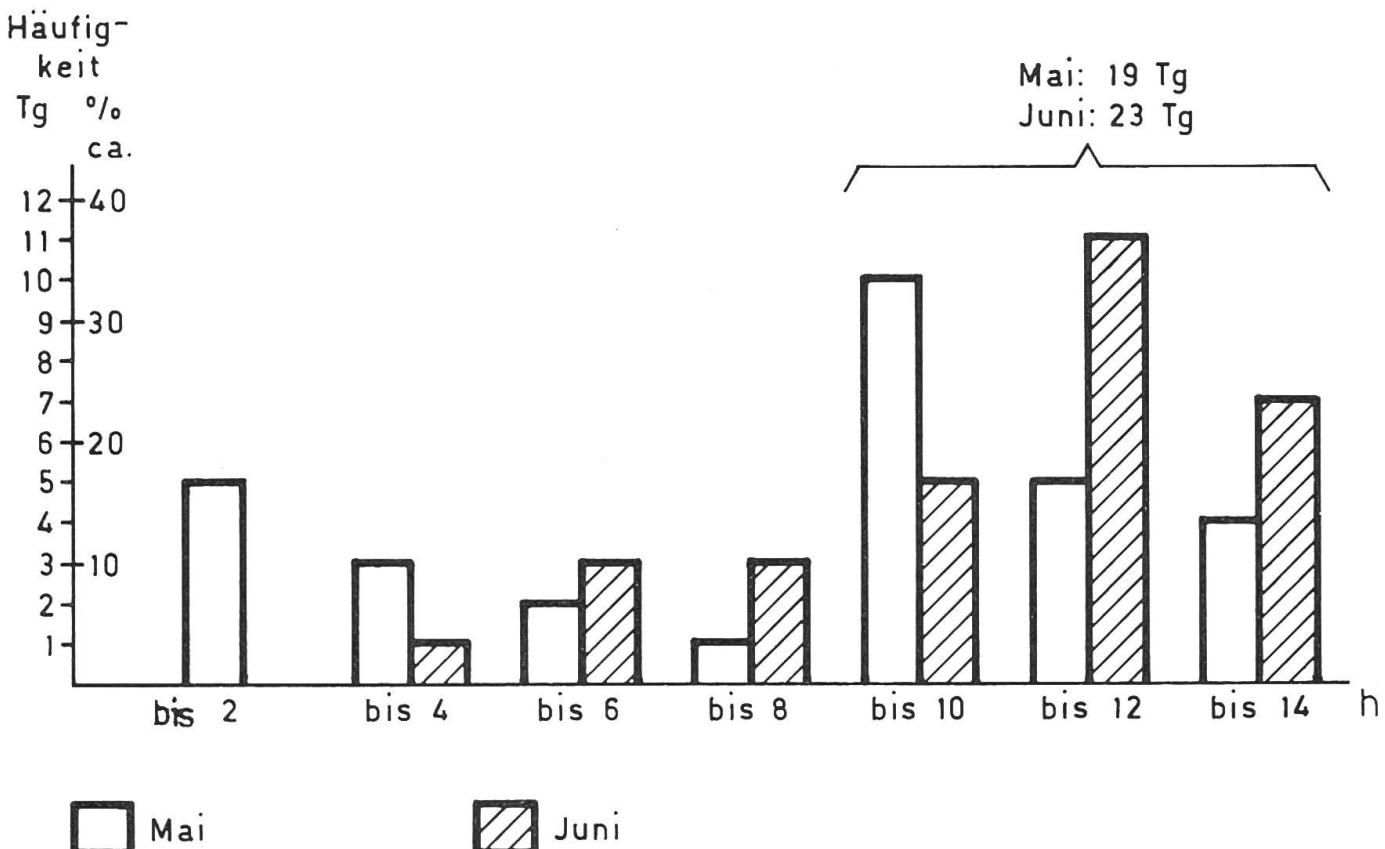


Abb. 9: Regenfreie Stunden pro Tag mit einer Sonneneinstrahlung über 100 Watt/m², Mai–Juni 1978.

FAT-MITTEILUNGEN

wetterbeständige Blechprofile an. Bei den Kunststoffplatten ist auf eine Garantie der Lichtdurchlässigkeit und der Hagelfestigkeit durch den Verkäufer zu achten. Glas kann verwendet werden, sofern das Einpassen in einen Rahmen keine Schwierigkeiten bietet und kein Hagelschlag oder grössere Schneemengen zu erwarten sind. Für den Absorberteil eignen sich Spanplatten, Zementverleimte Spanplatten, Isolermatten und -platten sowie Bleche oder Dachpappen. Der Kollektor muss gegen den Heustock einigermassen dicht sein, damit keine Stockluft eindringen kann. Die festen Absorberelemente müssen einen leichten Spielraum haben, da sie sich je nach Temperatur ausdehnen oder zusammenziehen. Am leichtesten kann dieses Spiel erreicht werden, wenn die Elemente mit Dachlatten an den Balken befestigt werden. Der das Sonnenlicht aufnehmende Teil des Absorbers muss schwarz sein oder andernfalls schwarz behandelt werden. Dazu eignet sich Dispersionsfarbe gut.

Schlussbetrachtungen

Mit einem Sonnenkollektor kann die Leistung einer Kaltbelüftung praktisch verdoppelt werden. Bei unseren klimatischen Bedingungen regnet es selten mehrere Tage nacheinander. Sobald der Regen aufhört und die Einstrahlung etwas steigt, setzt die Leistung des Kollektors wieder ein. Für die Sonnenkollektorenbelüftung ist also jede regenfreie Stunde ausschlaggebend. Aus Abbildung 9 geht hervor, dass zum Beispiel im Jahre 1978 der Mai acht Tage und der Juni nur einen Tag mit weniger als vier verwertbaren Stunden aufwiesen. Der Mai hatte 19, der Juni 23 sehr gute Tage mit über zehn regenfreien Stunden. Aus dieser Sicht scheinen die Chancen für die Sonnenkollektorenbelüftung gut zu stehen.

Im weiteren gibt es verschiedene Möglichkeiten, den speziellen Betriebsbedingungen gerecht zu werden. Wichtig scheint

dabei die Möglichkeit, durch Eigenarbeit auch die Kosten des Kollektors im Griff zu behalten. Heute betragen die Mehrkosten je m² Kollektorfläche je nach Wahl des Materials Fr. 30.– bis Fr. 50.–, sofern viel Eigenarbeit geleistet wird. Ohne Eigenleistungen dürften sie zwischen Fr. 50.– und Fr. 80.– liegen.

Ob sich diese Mehrkosten auch finanziell bezahlt machen, soll in einem Vergleich der Kalt- mit der Sonnenkollektorenbelüftung im kommenden Sommer untersucht werden.

Allfällige Anfragen über das oben behandelte Thema, sowie auch über andere landtechnische Probleme, sind nicht an die FAT bzw. deren Mitarbeiter, sondern an die unten aufgeführten kantonalen Maschinenberater zu richten.

| | |
|----|---|
| ZH | Schwarzer Otto, 052 - 25 31 21, 8408 Wülflingen |
| BE | Schmid Viktor, 01 - 77 02 48, 8620 Wetzikon |
| | Mumenthaler Rudolf, 033 - 57 11 16, 3752 Wimmis |
| | Marti Fritz, 031 - 57 31 41, 3052 Zollikofen |
| | Herrenschwand Willy, 032 - 83 32 32, 3232 Ins |
| | Marthaler Hansueli, 035 - 2 42 66, 3552 Bärau |
| | Hofmann Hans Ueli, landw. Schule Waldhof, 063 - 22 30 33, 4900 Langenthal |
| LU | Rüttimann Xaver, 045 - 81 18 33, 6130 Willisau |
| | Widmer Robert, 041 - 88 20 22, 6276 Hohenrain |
| UR | Zurfluh Hans, 044 - 2 15 36, 6468 Attinghausen |
| SZ | Fuchs Albin, 055 - 48 33 45, 8808 Pfäffikon |
| OW | Müller Erwin, 041 - 68 16 16, 6074 Giswil |
| NW | Muri Josef, 041 - 63 11 22, 6370 Stans |
| ZG | Müller Alfons, landw. Schule Schluechthof, 042 - 36 46 46, 6330 Cham |
| FR | Krebs Hans, 037 - 82 11 61, 1725 Grangeneuve |
| BL | Langel Fritz, Feldhof, 061 - 83 28 88, 4302 Augst |
| | Speiser Rudolf, Aeschbrunnhof, 061 - 99 05 10, 4461 Anwil |
| SH | Hauser Peter, Kant. landw. Schule |
| | Charlottenfels, 053 - 2 33 21, 8212 Neuhausen a.Rhf. |
| AR | Ernst Alfred, 071 - 33 26 33, 9053 Teufen |
| SG | Haltiner Ulrich, 085 - 7 58 88, 9465 Salez |
| | Pfister Th., 071 - 83 16 70, 9230 Flawil |
| | Steiner Gallus, 071 - 83 16 70, 9230 Flawil |
| GR | Stoffel Werner, 081 - 81 17 39, 7430 Thusis |
| AG | Müri Paul, landw. Schule Liebegg, 064 - 31 15 53, 5722 Gränichen |
| TG | Monhart Viktor, 072 - 64 22 44, 8268 Arenenberg |
| TI | Müller A., 092 - 24 35 53, 6501 Bellinzona |

Landwirtschaftliche Beratungszentrale, Maschinenberatung, Telefon 052 - 33 19 21, 8307 Lindau.

Nachdruck der ungetakteten Beiträge unter Quellenangabe gestattet.

FAT-Mitteilungen können als Separatdrucke in deutscher Sprache unter dem Titel «Blätter für Landtechnik» und in französischer Sprache unter dem Titel «Documentation de technique agricole» im Abonnement bei der FAT bestellt werden. Jahresabonnement Fr. 27.–. Einzahlungen an die Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik, 8355 Tänikon, Postcheck 30 - 520. In beschränkter Anzahl können auch Vervielfältigungen in italienischer Sprache abgegeben werden.