

Zeitschrift: Landtechnik Schweiz
Herausgeber: Landtechnik Schweiz
Band: 84 (2022)
Heft: 12

Artikel: Heubelüftung in Kombination mit Photovoltaik
Autor: Hunger, Ruedi
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1082589>

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>



PV-Anlagen nutzen nur einen Teil der Sonnenenergie für die Stromproduktion, daher besteht die Möglichkeit, die Wärme für die Heubelüftung zu nutzen. Bild: R. Hunger

Heubelüftung in Kombination mit Photovoltaik

Fossile Energie durch Sonnenenergie ersetzen, liegt nicht nur im Trend, sondern macht auch Sinn. Beim Aufbau einer Photovoltaik-Anlage bietet sich folglich die Verwendung von ungenutzter Wärme für die Heubelüftung an. Dabei gilt es aber, einige Punkte zu beachten.

Ruedi Hunger

Wer Qualitätsheu verfüttern will, weiß längst, dass Heu entsprechend sorgfältig konserviert werden muss. Eine Voraussetzung ist, dass Belüftungsheu nach dem Einbringen innerhalb von höchstens 40 bis 70 Stunden auf einen Trockensubstanzgehalt (TS) von 87% getrocknet wird. Erst ab diesem TS-Gehalt ist die Vermehrungsgefahr von Bakterien und Schimmelpilzen gebannt. Restfeuchte kann auch die Ursache einer Erwärmung bis hin zur Selbstentzündung des Heus sein.

Auch bekannt ist, dass (kalt) Belüften nicht immer zu einer Trocknung führt. Dies ist insbesondere bei Regenwetter

der Fall. Zum Trocknen von Heu auf rund 87% TS ist bei 20° C eine Luftfeuchtigkeit von höchstens 50% Voraussetzung. Der Grund ist ein Gleichgewichtszustand zwischen der Feuchtigkeit eines Trockenutes, in dem Fall Heu, und der relativen Luftfeuchtigkeit. Das bedeutet, dass bei 80% relativer Luftfeuchtigkeit (Regentag) nur eine Trocknung bis etwa 76% TS möglich ist.

Wärme bringt's...

Naheliegend, dass deshalb für eine effizientere Heutrocknung vermehrt erwärmte und/oder entfeuchtete Luft eingesetzt

wird. Die (tatsächliche) Wasseraufnahme der Luft ist von der relativen Luftfeuchte, der Temperatur und der Feuchtigkeit des Trocknungsgutes abhängig. Theoretisch kann ein Kubikmeter Luft bei 20° C und 70% relativer Feuchtigkeit 5,2 g Wasser aufnehmen. In Wirklichkeit ist die Wasseraufnahme aber geringer, weil sich die Luft während eines Trocknungsvorgangs abkühlt. Das Anwärmen der Luft, ebenso eine Entfeuchtung, erhöht die Wasseraufnahmefähigkeit der Trocknungsluft beträchtlich. Gegenüber der Kaltbelüftung steigt bei Anwärmung um beispielsweise 6° C die Wasseraufnahme

fast auf das Doppelte. Um bei einem 100 m² grossen Heustock dieselbe Luftrwärmung mit einem Ofen zu erreichen, wäre eine Heizleistung von rund 100 kW notwendig. Diese Heizleistung entspricht einem stündlichen Heizölverbrauch von 12 Liter, verbunden mit entsprechenden Kosten.

PVA bietet sich an

Neben der Nutzung von ölbefeuerten Warmluftöfen, einer Biomasseheizung oder eines Luftentfeuchters, bieten sich auch Photovoltaik-Anlagen (PVA) an. Die Kombination von PVA mit einer Dachwärmennutzung für die Heubelüftung ist eigentlich eine effiziente Weiterentwicklung der Dachabsaugung unterhalb der vorhandenen Dacheindeckung, wie sie schon seit Jahrzehnten bekannt ist. Solarmodule setzen lediglich 10% bis 17% der Sonneneinstrahlung in Elektrizität um. Die restliche Sonnenenergie wird als Wärme an die Umgebung abgegeben. Messungen von Agroscope in Tänikon zeigen, dass bei auf dem Dach montierten Paneelen die Temperatur der Solarzellen um bis zu 30° C über die Umgebungstemperatur ansteigen kann. Dies, obwohl sie vom Wind unten und oben frei angeströmt werden. Der starke Temperaturanstieg wurde insbesondere bei Windgeschwindigkeiten unter 2 m/s beobachtet. Eine Kühlung der Solarmodule um je 1° C bewirkt einen um 0,3% bis 0,5% besseren elektrischen Wirkungsgrad. Entsprechend nimmt die Stromproduktion um diesen Prozentsatz ab, wenn sich Solarmodule erwärmen.

Grundsätze beachten

Wenn eine PV-Anlage in Kombination mit Wärmenutzung für die Heutrocknung genutzt werden soll, gilt es, einige Punkte zu beachten. Für die Nutzung der warmen Luft wird die von den Solarmodulen er-

wärmte Luft nach einer Unterdachabsaugung in einem Sammelkanal zusammengeführt. Die Dimensionierung des Unterdachs und der Sammelkanäle bestimmt neben anderen Einflussfaktoren den Wirkungsgrad der Belüftungsanlage bzw. der Wärmenutzung für die Heubelüftung. Wie die Tabelle zeigt, ist die Abstandsdimensionierung abhängig vom Verhältnis Dachfläche zu Heustockgrundfläche. Der Abstand von Dach zu PVA soll so dimensioniert werden, dass höchstens ein maximaler Unterdruck von 100 Pascal (Pa) entsteht (entspricht 1 cm Wassersäule). Als Faustregel kann ein Abstand von 10 cm bis 16 cm genannt werden. Dies ist aber nur ein grober Anhaltspunkt, die richtige Dimensionierung muss exakt berechnet werden. Ein weiteres wichtiges Kriterium ist die Luftgeschwindigkeit im Sammelkanal. Diese sollte 4 m/s (max. 5 m/s) betragen und der erforderliche Saugdruck darf 100 (-150) Pa nicht übersteigen. Die Dimension des Kanals ist entscheidend für die Funktionalität der Wärmenutzung einer PVA zur Heutrocknung. Eine weitere Grösse für die Berechnung des Sammelkanal-Querschnitts ist die Ventilatorleistung. Beispiel: Bei einer Heustockfläche von 100 m² und einer Ventilatorleistung von 11 m³/s ist bei einer Luftgeschwindigkeit von 5 m/s ein Mindestquerschnitt des Sammelkanals (für die erwärmte Luft) von 2,2 m² notwendig.

Vorgängig sorgfältige Planung

Die Dimensionierung und Platzierung von Dachöffnungen und der Abstand vom Dach zur PVA sollten vorgängig berechnet werden. Die Praxis zeigt, dass bei bereits aufgebauten PVA nur noch selten brauchbare Lösungen umgesetzt werden können. Weiter gilt es zu beachten, dass wenn eine PVA auf ein bestehendes Warmdach aufgebaut wird, dieses keine Wärme mehr liefert.

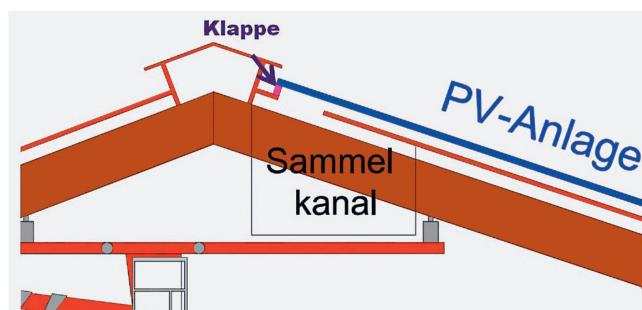
Mehr Informationen

Wertvolle Planungsdaten liefert der Agroscope-Bericht «Transfer 38/2014» (Richtlinien für Heubelüftungsanlagen) oder ART-Soko 2.0.1 (Berechnungsprogramm für die Dimensionierung von Sonnenkollektoren für die Heubelüftung). Informationen gibt auch die Präsentation von Christof Baumgartner (Arenenberg) anlässlich des OLMA-Forumstags 2022 «Sonnendach für die Heubelüftung in Kombination mit Photovoltaik». Nachschauen mit dem folgenden Link: youtube.com/watch?v=o3PVgeXgZwg

Nicht vergessen, dass die warme Luft unter den PV-Elementen auch frei abfließen muss, wenn die Heubelüftung nicht genutzt wird. Dazu gibt es Lösungen mit oder ohne temperaturfühlergesteuerte Leitklappe. Keine Klappe wird benötigt, wenn die erwärmte Luft mittig im Dach erfasst wird, d.h. sie strömt beim Belüften sowohl von oben wie von unten in den Absaugkanal. Läuft der Ventilator nicht, herrscht eine freie Hinterlüftung. Die Konstruktion der Dachöffnung hängt meistens vom Bedachungsmaterial ab. Bei Indach-PVA kann eine natürliche Hinterlüftung nicht mehr sichergestellt werden. Deshalb braucht es eine Zwangslüftung mit Temperaturfühler, sei es eine Klappe oder ein Ventilator.

Fazit

Photovoltaik ist derzeit in aller Munde. Landwirte, die sich entschliessen, eine PVA auf Ökonomiegebäude aufzubauen, sollten gleichzeitig prüfen, ob eine Nutzung der «Abwärme» einer PVA für die Heubelüftung, für eine Hackschnitzeltrocknungsanlage oder Luftwärmepumpen sinnvoll ist. Beim Umsetzen eines solchen Vorhabens gilt es, einige wichtige Punkte zu beachten.



Bei der Umsetzung der Wärmenutzung einer Photovoltaik-Anlage zur Luftrwärmung für die Heubelüftung sind einige Punkte zu berücksichtigen. Grafik: Arenenberg

Wärmeeffizienz und Mindestabstand

Verhältnis Dachfläche: Heustockfläche	Luftrwärmung	Erforderlicher Netto-Mindestabstand von PVA zu Dach
4:1	11° C	9 cm
2:1	6,5° C	14 cm
1:1	3,8° C	22 cm

Das Programm «ART-Soko» erlaubt eine genauere Berechnung.

Die Abstandsdimensionierung ist abhängig vom Verhältnis Dachfläche zu Heustockgrundfläche. Als Faustregel kann ein Abstand von 10 cm bis 16 cm genannt werden (grober Anhaltspunkt).