

**Zeitschrift:** Landtechnik Schweiz  
**Herausgeber:** Landtechnik Schweiz  
**Band:** 71 (2009)  
**Heft:** 12

**Artikel:** Wirtschaftliche Holzfeuerungsanlagen  
**Autor:** Gnädinger, Ruedi  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1080924>

#### **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>**



Ein zuverlässiges Angebot ist nur möglich, wenn mindestens ein Teil der Schnitzel in einem Schopf gelagert werden kann. Links im Bild eine Versuchsanlage zur Trocknung von Cheminéeholz mit Sonnenkollektor. Ziel ist es, den Trockner im März zu beschicken und Ende August die trockenen Scheiter zu entnehmen. (Bilder: Ruedi Gnädinger)

# Wirtschaftliche Holzfeuerungsanlagen

Der Ölpreis liegt trotz Rezession und tiefem Dollarkurs aktuell zwischen 75 und 80 Franken je 100 Liter. Dies und andere Anzeichen deuten darauf hin, dass Erdölprodukte endgültig nicht mehr so billig zu haben sind und der Brennstoff Holz wirtschaftlich interessanter wird. Holzheizungskessel wurden in den letzten 10 Jahren massgeblich verbessert. Die Zeit der typischen Kinderkrankheiten ist vorbei und die Zuverlässigkeit der Anlagen bei sachgemäßem Betrieb recht gut.

Ruedi Gnädinger

Im Verbrennungsprozess von Holz entsteht ab ca. 200 °C Gas, das mit langer Flamme verbrennt. Dies ist auch der Grund, warum bei der Holzfeuerung ein grosser, teilweise mit Schamottsteinen ausgemauerter Feuerraum nötig ist, damit die grossen Flammen genügend Platz haben und eine saubere und vollständige Verbrennung stattfinden kann. Die anschliessend

verbleibende Holzkohle verbrennt mit kurzer Flamme, dafür aber mit sehr hohen Temperaturen. Deswegen werden die Kesselroste teilweise wassergekühlt ausgeführt. Die Mächtigkeit des Glutbettes ist massgebend, wie schnell das Gas ausgetrieben wird und das Holz im Feuerraum verbrennt.

## Wirkungsgrad optimieren

Bevor aber Gas austreten kann, muss zuerst das im Holz enthaltene Wasser verdampft werden. Dies braucht Energie, welche später ungenutzt in Form von Dampf den Kamin verlässt. Die Energieausbeute wird also mit zunehmendem Wassergehalt geringer. Weil das Holz aber erst nach der vollständigen Wasserverdampfung richtig zu

brennen beginnt, wird auch die nötige Verweildauer im Ofen länger und reduziert die Leistungsabgabe des Ofens zusätzlich. Aus all diesen Gründen hat der Wassergehalt eine sehr grosse Bedeutung auf die Funktionssicherheit und Wirtschaftlichkeit der Holzverbrennung. Bei Ofenanlagen mit einer automatischen Anfeuerung kann das Heissluftgebläse allzu feuchtes Holz nicht entzünden. Der Kessel schaltet nach misslungenem Anfeuerungsvorgang auf Störung.

Für die vollständige Verbrennung der Kohlenwasserstoffverbindungen zu Kohlendioxid ( $CO_2$ ) und Wasser ( $H_2O$ ) ist genügend Luft und damit Sauerstoff nötig. Bei feuchtem Holz muss zusätzlich auch das freie Wasser durch

**Weil der Ölpreis nicht mehr im Keller ist, vieles für die Holzfeuerung spricht.**

Faktoren	Effiziente Nutzung der im Holz enthaltenen Energie	Verminderung Ofenleistung
Feuchtes Holz	Starke Verminderung	Starke Verminderung
Unnötiger Luftüberschuss	Verminderung	Kaum vorhanden
Hohe Abgastemperaturen <sup>1)</sup>	Verminderung	Kaum vorhanden <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Hohe Abgastemperaturen sind nötig, wenn der Ofen bei verrosteten Rauchgaszügen eine grosse Leistung erbringen muss.

die Verbrennungsluft aufgenommen werden. Unnötiger Luftüberschuss vermindert jedoch den Wirkungsgrad, insbesondere wenn die Abgase den Ofen mit einer hohen Temperatur verlassen. Die im Kasten (oben) genannten Faktoren vermindern also den Wirkungsgrad oder die effiziente Nutzung der im Holz enthaltenen Energie und damit die mögliche Leistung des Ofens.

### Energetischer Wert und Preisparität

Holz ist wirtschaftlich in Konkurrenz zu Öl und Strom. Bei der Berechnung der Preisparität ist die mögliche Nutzwärme der Massstab. Diese Nutzwärme ist wiederum abhängig vom Holzgewicht, dem Wassergehalt und dem möglichen Wirkungsgrad bei der Verbrennung.

#### Berechnung der Nutzwärme:

$$\begin{aligned} \text{Dichte Holz} \times \text{unterer Heizwert Holz} \\ \times \text{feuerungstechnischer Wirkungsgrad} \\ = \text{Nutzwärme} \end{aligned}$$

#### Beispiel Preisparität lufttrockene Hackschnitzel grob Tanne bei einem Ölpreis von Fr. 80.–/100 Liter:

$$\begin{aligned} \text{Holzpreis (CHF/m}^3) = \\ \text{Ölpreis} \times \text{Hu Holz} \times \text{Wirkungsgrad Holzofen} \\ \text{Hu Öl} \times \text{Wirkungsgrad Ölofen} \\ = \text{CHF 54.–/m}^3 \end{aligned}$$

Ölpreis: CHF 80.–/100 Liter, Unterer Heizwert Hu Holz: 720 kWh/m<sup>3</sup>, Wirkungsgrad Holzofen: 90%, Unterer Heizwert Hu Öl: 1000 kWh/100 Liter, Wirkungsgrad Ölofen: 95%.

Zum Preis von 45 bis 50 Franken pro m<sup>3</sup> sind auf dem Markt trockene Holzschnitzel mit guter Qualität erhältlich. Demzufolge ist der Brennstoff Holz heute konkurrenzfähig. Dies jedoch nur, wenn:

- die Kosten der Kesselanlage und des Brennstofflagers nicht wesentlich höher als bei der Variante Öl sind.
- die Verbrennungsverluste beim Holzkessel minimal sind. Dies bedingt eine tiefe Abgastemperatur und einen nur geringen Luftüberschuss bei der Verbrennung.

Wenn in einer Kalkulation ein Energiepreis von 6 Rp./kWh eingesetzt wird, kann unter der Berücksichtigung eines Gesamtwirkungsgrades von 85 % für feine Laubholzschnitzel mit 20 % Wassergehalt folgender Preis bezahlt werden:

$$\begin{aligned} 1080 \text{ kWh/m}^3 \times 0,85 \times \text{CHF 0,06/kWh} \\ = \text{CHF 55.–/m}^3 \end{aligned}$$

Die beiden Paritätsberechnungen bei Öl und Elektrizität zeigen, dass Holz als Brennstoff durchaus wirtschaftlich sein kann. Dies besonders wenn viele Waldbesitzer dadurch den Holzmarkt entlasten oder eigene Gerätschaften und Arbeit eingesetzt werden können (siehe auch Kostenberechnung Holzernte und Aufbereitung in ART-Bericht Nr. 713).

### Hackschnitzel-, Pellet- oder Stückholzfeuerung?

**Hackschnitzel:** Mit Hackschnitzeln können Heizkessel kontinuierlich und automatisiert mit Brennstoff beschickt werden. Dadurch wird der Betrieb ohne Handarbeit möglich und die Kesselleistung kann auf den tatsächlichen Bedarf geregelt werden. Die

Kesselleistung lässt sich in der Regel nur bis auf 35 % der Nennleistung reduzieren. Wird noch weniger Leistung benötigt, wird in den Stop-and-Go-Betrieb mit automatischem Ausbrand- und Anfeuerungsvorgang geschaltet. Ein Wärmespeicher ist daher nicht zwingend nötig, kann aber durchaus vorteilhaft sein. Hackschnitzel können mit wenig Handarbeit produziert werden und die Aufbereitungskosten sind bei genügender Auslastung der benötigten Technik kostengünstig. Die Hackschnitzeltechnik hat ab einer Kesselnennleistung von 30 kW ihre Vorteile, besonders wenn der Handarbeitsaufwand gering sein soll.

**Pellets:** Pelletöfen oder -kessel funktionieren im Prinzip wie Hackschnitzelanlagen. Da Pellets jedoch homogen und rieselfähig sind, sind die Beschickung und eine schadstoffarme Verbrennung wesentlich einfacher zu lösen. Die Anlagekosten bei kleineren Anlagen sind dadurch wesentlich tiefer und die Funktions Sicherheit ist trotzdem sehr gut. Pelletfeuerungen sind vorteilhaft bei einer Nennleistung von unter 15 kW, wenn ein automatischer Betrieb gewünscht ist. Man ist jedoch auf den Zukauf von Pellets aus dem Handel angewiesen, da eine Eigenproduktion nicht wirtschaftlich ist.

**Stückholzkessel:** Bei modernen Stückholzanlagen werden die Kessel im Bereich der Nennleistung betrieben und mit der überschüssigen Wärme wird

### Erklärung zu den Begriffen

- **Dichte Holz:** kg/dm<sup>3</sup> oder kg/m<sup>3</sup>. Dieses Gewicht ist auch abhängig vom Wassergehalt. Beispiel Tannenholz schlagfrisch = 940 kg/m<sup>3</sup>, lufttrocken (15 bis 20% Wasser) = 450 kg/m<sup>3</sup>.
- **Gestapeltes Stückholz und geschüttete Schnitzel** sind wegen der Zwischenräume leichter. Bei Hackschnitzeln kann mit dem Faktor 0,33 bis 0,4 von der Dichte Holz auf die Schüttichte umgerechnet werden. Der obere Wert gilt für Schnitzel mit gröberer, der untere für solche mit feinerer Struktur. Bei Sterholz kann der Umrechnungsfaktor mit 0,7 angenommen werden.
- **Unterer Heizwert Holz (Hu):** mJ/kg. Dieser Wert gibt an, wie viel Energie bei der Verbrennung frei wird.
- **Feuerungstechnischer Wirkungsgrad:** Er wird im Wesentlichen vom Luftüberschuss und der Rauchgastemperatur beim Verlassen des Ofens bestimmt. Ein hoher Wert ist ein Qualitätsmerkmal für Heizkessel und deren Verbrennung. Ein feuerungstechnischer Wirkungsgrad von bis 90% ist heute in gesteuerten Heizkesseln machbar. Nebst dem feuerungstechnischen Wirkungsgrad hat der Ofen noch Verluste über das Aussengehäuse und vermindert dadurch die praktische Energieausbeute noch geringfügig.



Ein Schnitzelbunker mit einer Kapazität für 14 Tage und ein einfacher Schnitzelaustrag sind wesentliche Massnahmen gegen zu hohe Kosten. Zur Langzeitlagerung und Nachtrocknung sind offene Schnitzelhallen wesentlich geeigneter und billiger.

ein Speicher geladen. Dadurch ist die Ofensteuerung im Vergleich zu Hack-schnitzel- oder Pelletanlagen einfacher. Stückholzkessel für Scheitholz mit 0,5 oder 1 Meter Länge können ein Bauernhaus je nach Kesselleistung, Speicher-volumen und Witterung bis vier Tage warm halten. Der Arbeitsaufwand kann damit im Vergleich zu den alten Anlagen mit Durchbrandverfahren und ohne Holzbunker wesentlich gesenkt werden. Die Technik der Stückholzheizung ist langlebig und verschleissarm. Stückholzkessel, verbunden mit einem Wärmespeicher, sind für jene Betriebe vorteilhaft, welche den Handarbeitsaufwand für das Rüsten von Stückholz und die Ofenbeschickung in Kauf nehmen und eine kostengünstige Lösung bevorzugen.

## Zuerst eine neue Heizung oder eine bessere Gebäudeisolation?

Grundsätzlich kann der Aufwand für das Heizen mit einer besseren Gebäudeisolation oder mit einer neuen Heizung gesenkt werden. Wo soll nun zuerst investiert werden und welche Tatsachen führen zum richtigen Entscheid?

- Bei Gebäuden mit hohem Heizenergieverbrauch kann mit einer Nach-isolation der Energieverbrauch we-



Schnitzelkessel in einer landwirtschaftlichen Liegenschaft, der auch einen Nahwärmeverbund der nahe gelegenen Einfamilienhäuser versorgt.

sentlich besser vermindert werden als mit einer neuen Heizung.

- Ein wesentlich verminderter Holzverbrauch senkt parallel den Arbeitsaufwand fürs Feuern und die Brennholzbeschaffung.
- Eine Nachisolation der Gebäude ist eine Investition mit sehr langer

Nutzungsdauer und erübrigt in der Regel einen Fassadenunterhalt in den nächsten 25 Jahren.

- Eine Nachisolation erhöht den Wohnkomfort durch eine höhere Oberflächentemperatur der dem Wohnraum zugewandten Außenwände. Dadurch verschwinden auch eventuell

## Tabellen zur Wertbestimmung von Brennholz

(Quelle: Energieordner der Agridea Lindau)

### Werte für Nadelholz:

Wassergehalt	atro	15%	20%	30%	40%	50%
<b>Sterholz</b>						
Raumgewicht (kg/m <sup>3</sup> )	284	334	354	405	473	567
Unterer Heizwert (kWh/m <sup>3</sup> )	1575	1541	1428	1229	1021	813
<b>Schnitzel grob</b>						
Raumgewicht (kg/m <sup>3</sup> )	134	157	167	191	223	267
Unterer Heizwert (kWh/m <sup>3</sup> )	743	727	673	579	481	383
<b>Schnitzel fein</b>						
Raumgewicht (kg/m <sup>3</sup> )	162	191	203	231	270	324
Unterer Heizwert (kWh/m <sup>3</sup> )	900	881	815	702	584	465

### Werte für Laubholz:

Wassergehalt	atro	15%	20%	30%	40%	50%
<b>Sterholz</b>						
Raumgewicht (kg/m <sup>3</sup> )	395	465	494	565	659	791
Unterer Heizwert (kWh/m <sup>3</sup> )	2087	2040	1889	1624	1347	1070
<b>Schnitzel grob</b>						
Raumgewicht (kg/m <sup>3</sup> )	186	219	233	266	310	273
Unterer Heizwert (kWh/m <sup>3</sup> )	984	961	890	766	635	505
<b>Schnitzel fein</b>						
Raumgewicht (kg/m <sup>3</sup> )	226	266	283	323	377	452
Unterer Heizwert (kWh/m <sup>3</sup> )	1193	1166	1080	928	770	612



*Die Auskleidung des Feuerraumes und der Feuerungsrost sind typische Verschleissteile. Sie sollten daher einfach ausgewechselt werden können.*

vorhandene Schimmelprobleme. Zudem bleiben die Wohnräume an Hitzetagen kühler.

- Eine überdimensionierte Heizung verursacht unnötige Kosten. Bei einer Nachisolation nach der Heizungserneuerung ist der Kessel zu gross.

All diese Tatsachen führen zur Regel, dass die Nachisolation der Gebäude vor der Heizungssanierung erfolgen sollte. Diese Regel gilt besonders bei Gebäuden mit hohem Energieverbrauch und wenn die Heizung noch funktionssicher ist.

### **Einzellösungen oder Wärmeverbund?**

Die Installation einer Holzheizung ist teuer und deren Betrieb benötigt in jedem Fall einen höheren Inganghaltungsaufwand, und seien es nur regelmässige Kontrollgänge. Eine Gemeinschaftsanlage in Form eines kleinen Nahwärmeverbundes könnte diesen Nachteil vermindern.

Tatsächlich existieren in der Schweiz einige solche Anlagen, wo Landwirte auf ihrem Hof eine Heizzentrale betreiben und die umliegenden Nachbarn über ein Verteilernetz mit Wärme beliefern. Diese naheliegende Idee ist jedoch nicht so einfach zu realisieren, und zwar aus folgenden Gründen:

- Es fehlen Nachbarn, welche genügend nahe zur möglichen Zentrale liegen und bei einem Kleinwärmeverbund mitmachen. Diese Variante ist für sie im Moment zu teuer, sie haben bereits eine Einzellösung oder wollen eine Heizung, bei der sie nicht an langfristige Verträge gebunden sind.

- Wenn der Standort der Heizzentrale in der Landwirtschaftszone liegt, müssen die raumplanerischen Vorgaben erfüllt werden.
- Liegenschaftsbesitzer bevorzugen nach meinen Beobachtungen oft Lösungen der öffentlichen Energieanbieter wie Gemeinden oder Elektrizitätswerke. Ein Landwirt, der seine Lösung verkaufen will, muss daher viel Überzeugungsarbeit leisten.

Trotz der aufgeführten Hürden kann der Betrieb eines Kleinwärmeverbundes für Landwirte interessant sein, wenn die vorliegende Situation günstig ist. Interessenten finden im Energieordner der Agridea Lindau weitere Informationen und einen Mustervertrag. Auch wenn bei vielen Waldeigentümern die Voraussetzungen fehlen, um selber einen Kleinwärmeverbund zu betreiben, kann die steigende Nachfrage nach Holzenergie auch für sie eine Chance sein. Die vertragliche Lieferung von trockenem Energieholz oder die Bereitschaft, eine Wärmezentrale zu betreuen, sind Aktivitäten, welche gut zur Bewirtschaftung eines Landwirtschaftsbetriebes passen. ■



*Stückholzheizungen mit Spälen von 0,5 oder 1 Meter sind kostengünstig und für Landwirtschaftsbetriebe auch heute noch empfehlenswert.  
(Bild: Ueli Zweifel)*