

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 133 (1982)

Heft: 5

Artikel: Einsatzmöglichkeiten von Holzabfällen und Rinde für energetische Zwecke

Autor: Steinmann, P.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-764910>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 08.02.2025

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

Einsatzmöglichkeiten von Holzabfällen und Rinde für energetische Zwecke¹

Von P. Steinmann, Zürich

Oxf.: 839.81:892.49

Die verschiedensten Kreise stellen sich heute die Frage: Wie kann Energie auf sinnvolle Weise aus erneuerbaren Rohstoffen gewonnen werden? Somit ist die Verwendung von Holz als Energieträger wieder aktuell geworden. Da Holz aber zugleich als technischer Rohstoff unentbehrlich ist, sollten hauptsächlich geringwertige Sortimente für die Energiegewinnung in Betracht kommen. Eines der wichtigsten dieser Sortimente sind die Holzabfälle, welche überall dort entstehen, wo Holz verarbeitet wird.

Zuerst im Wald bei der Holzernte: Äste, Blätter, Rinde und Wurzeln bleiben an Ort und Stelle. Bei Pflegearbeiten bleiben sogar die ganzen Bäume liegen und verrotten (was dem Wald übrigens gar nicht schadet). Bei der ersten Verarbeitungsstufe, nämlich in den Sägereien, entstehen Schwarten/Spreissel, Sägemehl und Rinde (in der Schweiz nur in kleinen Mengen). Heute sind die Schwarten/Spreissel keine eigentlichen Holzabfälle mehr. Das Sägereirestholz ist aber ein beliebter Energieträger. Bei der zweiten Verarbeitungsstufe, den Schreinereien und Zimmereien, entstehen diverse span- und stückförmige Holzabfälle: Hobelspäne, Frässpäne, Schleifstaub und Zuschnittreste. Ferner sind auch die alten, verbrauchten Holzprodukte zu berücksichtigen: Möbel, Holzverpackungen, Bauteile und Hilfsmaterialien.

Bei den Waldabfällen sind, je nach Waldtyp und Nutzungsart, Mengen bis zwischen 30–80 % der heutigen Nutzholznutzung denkbar. Die gewinnbare Menge ist da hauptsächlich durch zwei Faktoren bestimmt:

1. Was darf dem Wald weggenommen werden, ohne dass sein Boden zu stark verarmt?

2. Welchen Aufwand sind wir bereit, in Kauf zu nehmen?

In der traditionellen Holzverarbeitung (Sägerei, Schreinerei ...) fällt rund die Hälfte des dort eingesetzten Holzes als Abfall wieder an. Diese geringe Ausbeute lässt sich kaum verbessern: es handelt sich fast um ein Naturgesetz. Bei den Zellstoff- und Plattenwerken sind die anfallenden Mengen

¹ Referat, gehalten anlässlich der 11. Dreiländer-Holztagung vom 8. bis 11. September 1981 in Montreux.

viel kleiner. Die wesentlich bessere Ausbeute in diesen Industriezweigen lässt sich dadurch erklären, dass das Holz zerkleinert wird. Somit werden die meisten Holzfehler neutralisiert. Die hier produzierten Holzabfälle werden sehr oft direkt recycelt, so dass diese Werke eher als Abfallkonsument denn als Abfallproduzent zu betrachten sind.

Es ist nicht anzunehmen, dass sich die Holzproduktmenge, die in der Zivilisation Europas vorhanden ist, in den letzten Jahren stark vergrößert hat. Die Menge der verbrauchten Holzprodukte, die jährlich beseitigt werden muss, entspricht somit ungefähr der jährlich produzierten Menge an Holzprodukten, also eine enorme Menge. Erhärtete Angaben diesbezüglich sind leider nirgends zu finden.

Für die Holzabfälle und Rinde sind, je nach Art und Zustand, verschiedene Verwendungsmöglichkeiten bekannt: als Rohstoff für die Platten- und Zellstoffproduktion; als Rohstoff in der Chemie (Alkohole, Phenole ...); als Streuersatz in der Landwirtschaft und natürlich als Energieträger.

In der Schweiz werden heute nur die Holzabfälle aus der Holzverarbeitung systematisch genutzt. Waldabfälle und Altholz werden nur sporadisch und in kleinen Mengen genutzt. Da sehr viel Holz im Wald entrindet wird, wird die Rinde nur verwertet, wenn sie in einem Werk anfällt. Ausser für die Rinde dürfte die Lage in den Nachbarländern ähnlich sein.

Nach diesem kurzen Überblick über die Abfallarten möchte ich zur Technik der Energiegewinnung mit Holzabfällen und Rinde übergehen.

Bei entsprechender Feuchtigkeit weisen Waldbrennholz, Holzabfälle und Rinde die gleichen Heizwerte auf. Es bestehen dennoch grosse Unterschiede bezüglich dem effektiv nutzbaren Heizwert. Je nachdem, wie die Holzabfälle entstanden sind und wie sie gelagert worden sind, kann man recht verschiedene Feuchtigkeitsgehalte beobachten. Trockengelagerte Holzabfälle aus einer Schreinerei haben einen Feuchtigkeitsgehalt von rund 15 %. Sägereirestholz liegt im allgemeinen bei 20–30 % und frische Rinde sogar über 50 %.

Der Heizwert von trockenem Holz beträgt	18 800 kJ/kg (4 500 kcal/kg)
bei 15 % Feuchte nur noch	15 500 kJ/kg (3 700 kcal/kg)
bei 30 % Feuchte nur noch	12 400 kJ/kg (3 000 kcal/kg)
und bei 50 % Feuchte nur noch	6 000 kJ/kg (1 500 kcal/kg)

Im Vergleich dazu hat Heizöl extra leicht 40 000 kJ/kg (10 000 kcal/kg).

Die einfachste Anlage zur Energiegewinnung mit Holzabfällen ist der kleine Zimmerofen, in welchem fast alles verbrannt werden kann. Heute gilt er als Notlösung, denn er ist wartungsintensiv und sein Wirkungsgrad ist oft recht niedrig. Mit grösseren, handbeschickten Öfen ist es jedoch möglich, ganze Häuser zu beheizen (Zentralheizung). Manuelle Holzfeuerungen sind wirksam, solange ihre volle Leistung ausgenützt wird, für den Teillastbetrieb sind sie wenig geeignet (Russbildung, Sinken des Wirkungsgrades). Eine

Weiterentwicklung dieser konventionellen Anlagen bildet die vollautomatische Schnitzelfeuerung. Die zerkleinerten Holzabfälle sowie Rinde, werden mit Schnecken vollautomatisch und in stufenlos regulierbaren Mengen in die Brennkammer befördert. Dadurch wird einerseits die Bedienung enorm reduziert, andererseits aber auch das Verhalten der Anlage bei Teillast stark verbessert. Solche Anlagen werden quasi wie Ölfeuerungen bedient und können sehr grosse Leistungen erbringen.

Die nötige Investition für eine leistungsstarke Holzheizung ist knapp zweimal höher als für eine entsprechende Ölheizung.

Die Verbrennung von Rinde (oder sehr feuchten Holzabfällen) ist leider nicht ohne weiteres möglich. Material mit über 30 % Feuchtigkeit sollte unbedingt vorgetrocknet werden. Diese Vortrocknung kann entweder durch gut belüftete unter-Dach-Lagerung oder im Heizkessel selber erfolgen. Für die Verbrennung von feuchtem Material eignen sich Heizanlagen mit einem sogenannten «Dreizonen Vorschubrost» besonders gut. In der ersten Zone trocknet das Material, in der zweiten Zone beginnt die Entgasung und in der dritten Zone erfolgt die eigentliche Verbrennung bei Temperaturen um 800 Grad C.

Die Energiegewinnung aus Holzabfällen und Rinde beschränkt sich nicht auf die reine Wärmeproduktion; es kann dabei auch mechanische Arbeit geleistet werden:

a) In einem Heizkessel wird Heissdampf produziert, den man in einer Dampfturbine entspannen lässt. Diese Art von Anlage ist schon lange in Betrieb und ist besonders für die Verbraucher, die mit Dampf arbeiten, geeignet (nämlich für die Industrie).

b) Das Holz wird in einem Holzgasgenerator in Holzgas umgewandelt, welches anschliessend in einem Motor verbrannt wird. Durch die Nutzung der Abwärme des Motors und des Gasgenerators erhält man $\frac{2}{3}$ Wärme und $\frac{1}{3}$ mechanische Energie, die man zum Beispiel zur Stromerzeugung oder zum Betreiben von Wärmepumpen verwenden kann. Diese Technologie wird bald in grösserem Rahmen einsetzbar sein.

Im Rahmen des Projektes «Wärmeversorgung in der Gemeinde Sent» wurde letztes Jahr ein Betriebstest an einer solchen Anlage durchgeführt. Es handelte sich um einen absteigenden Holzgasgenerator (System «Roth») mit einem OTTO-Motor und einem Alternator gekoppelt. Es hat sich dabei herausgestellt, dass es nur begrenzt möglich ist, Rinde für die Gaserzeugung zu benützen; sie muss mit regelmässigen, trockenen Holzabfällen vermischt werden. Die verwendeten Holzabfälle müssen konstante Eigenschaften aufweisen, damit die Anlage richtig eingestellt werden kann. Dies hat zur Folge, dass nur speziell präparierte Holzabfälle für die Gaserzeugung Anwendung finden können. Speziell präpariert heisst hier: zugeschnitten und getrocknet. Was bei dieser Technologie besonders interessant ist, ist der erreichbare Wirkungsgrad. Wenn mit dem produzierten Strom eine Wärmepumpe betrieben

wird, kann der Wirkungsgrad weit über 100 % steigen (durch die Verdichtung von sonst nicht verwertbarer Wärme wie zum Beispiel Umgebungswärme).

Es ist auch möglich, aus Holzabfällen Alkohol herzustellen, allerdings mit einem grösseren technologischen Aufwand. Für die Herstellung von Äthanol wird das Holz zuerst vorbehandelt: zerkleinert und konditioniert, dann hydrolysiert. Anschliessend kommt die Fermentation und schliesslich die Destillation. Wenn die Nebenprodukte als Energieträger verwendet werden, läuft der Prozess sozusagen energieautark ab. Die Äthanolproduktion ist aus wirtschaftlichen Gründen nur in Grossanlagen mit einem jährlichen Holzkonsum von rund 200 000 m³ denkbar. Dieser Alkohol kann entweder als Treibstoff oder als Treibstoffzusatz verwendet werden. Die Herstellung von Methanol aus Holz ist zwar möglich, aber im industriellen Massstab noch nicht realisiert.

Die Technologie ist heute schon so weit, dass für jeden Einzelfall eine technisch befriedigende Lösung gefunden werden kann.

Der zweite Teil meines Referates wird sich mit dem Einsatz der Holzenergie befassen.

Heutzutage ist der Anteil der Holzenergie am Gesamtenergieverbrauch Europas verschwindend klein und wird noch lange klein bleiben. Es ist nicht möglich, einen wesentlichen Teil unserer Energieversorgung mit Holz zu decken; selbst die gesamte im Wald produzierte Holzmenge wäre zu klein. Dies heisst aber nicht, dass man die Holzenergie als bedeutungslos ansehen sollte. Im schweizerischen, ländlichen Raum zum Beispiel werden ungefähr 60 % der Bauernhäuser ausschliesslich mit Holz beheizt (mit Waldbrennholz und diversen Abfällen). Die restlichen 40 % heizen zwar nicht nur mit Holz, verfügen aber im allgemeinen über Holzöfen, die wieder in Betrieb gesetzt werden könnten. In den Städten ist die nötige Infrastruktur für die Holzbeheizung nicht mehr vorhanden, so dass selbst bei genügender Versorgung nicht nur mit Holz und Holzabfällen geheizt werden könnte.

Es wäre also möglich, dass sich der ländliche Raum nötigenfalls stärker auf die Energiegewinnung aus Holz und Holzabfällen stützen würde. Dabei müssten besonders die Waldabfälle in Betracht gezogen werden, denn sie fallen in der Nähe dieser Verbraucher an.

Seit einigen Jahren werden, um ganze Wohnquartiere oder grössere Gebäude (wie Spitäler oder militärische Anlagen) zu beheizen, Zentralheizwerke für Holz gebaut. In der Schweiz sind schon mehrere solcher Anlagen in Betrieb. Zum Beispiel wird im Kanton Thurgau ein Altersheim mit Schnitzelfeuerung beheizt: Leistung der Anlage: 1,6 MW (1,5 Mio Kcal/h). In der Stadt Basel wird der botanische Garten auch mit einer Schnitzelfeuerung beheizt: Leistung der Anlage: 0,8 MW (700 000 kcal/h). Da das Holz zuerst zu Schnitzel gehackt wird, könnten diese Anlagen Waldabfälle, Abfälle aus der Holzverarbeitung sowie Altholz verbrennen. Der Nachteil solcher Grossan-

lagen ist, dass recht grosse Mengen Holz gesammelt, also transportiert werden müssen (etwa 2 000 m³/Jahr für das Beispiel aus dem Kanton Thurgau).

Die gewerbliche Verwendung von Holzabfällen als Energieträger ist nur in Betrieben der Holzverarbeitung anzutreffen. Die meisten Betriebe produzieren relativ viel nicht verkaufbare Holzabfälle, deren Verwendung als Energieträger zugleich zwei Probleme löst: die Energieversorgung und die Beseitigung der Abfälle. Es gibt nur wenige Betriebe, die nur mit eigenen Holzabfällen heizen können; es werden meist noch zusätzlich Öl, Strom oder Gas benötigt.

Bei Neubauten von Betrieben oder Totalrenovationen von älteren Betrieben hat sich gezeigt, dass es oft möglich ist, den gesamten Heizenergiebedarf (inkl. Prozesswärme) mit betriebseigenen Holzabfällen zu decken. Dies bedeutet aber, dass bei der Planung dieses Ziel immer konsequent im Auge behalten werden muss und dass zweckmässige Energieflüsse und Isolationen gemacht werden sollen. Die Heizanlagen müssen knapp dimensioniert werden (dies gilt übrigens auch für Wohnheizungen) und über eine automatische Regelung verfügen.

Mit Hilfe von Wärme-Kraft-Koppelungsanlagen ist es sogar möglich, einen Teil des benötigten Stromes mit eigenen Holzabfällen zu produzieren.

Weitere Entwicklung der Holzheizungstechnologie wird vor allem im Bereich der Wärme-Kraft-Koppelung interessante Fortschritte bringen. Es wäre begrüssenswert, wenn die Lieferfirmen kleine WKK-Anlagen für Holzgas bauen würden. Da Holzabfälle und Rinde dezentral anfallen, wäre es viel sinnvoller, diese auch dezentral zu verwenden.

Im dritten Teil möchte ich einige Gedanken zu den verfügbaren Mengen dieser Holzabfälle anbringen.

Die Resten der Holzverarbeitung sind die Holzabfälle, die sich für die Energiegewinnung am besten eignen (technischer Standpunkt). Sie sind relativ trocken und ihr Sammeln ist einfach. Ein vermehrter Einsatz dieser Abfälle zur Energiegewinnung ist aber nur begrenzt möglich, da die Mengen, die nicht verheizt werden, als Plattenrohstoff verkauft werden. In der Schweiz werden praktisch keine Holzabfälle der Holzverarbeitung nutzlos beseitigt. Anders steht es mit den Holzresten im Wald und den Abfällen im zivilisatorischen Bereich. Da sind die Mengen, die zusätzlich als Brennstoff gewinnbar sind, relativ gross: in der Grössenordnung von 1 bis 2 Mio m³ feste Holzmasse (inkl. Rinde) pro Jahr in der Schweiz. Im Hinblick auf die heutigen Energiepreise können das Sammeln und die Aufbereitung von Holzabfällen noch zu teuer sein. Es ist jedoch heute sehr oft möglich, rationale und wirtschaftlich interessante Lösungen zu finden. Die Energiegewinnung ist aber nicht die einzige Verwendungsmöglichkeit für die meisten Holzabfälle und Rinde; sie können auch als Rohstoff in der Holzplattenher-

stellung verwendet werden. Somit stehen diese zwei Verwendungsarten in direkter Konkurrenz zueinander.

Die künftige Entwicklung der Energieversorgung Europas wird mit Sicherheit eine Verknappung bringen. Die einheimischen Energieträger werden somit immer beliebter werden. Da die zur Verfügung stehende Menge der Holzabfälle im Vergleich zur potentiellen Nachfrage klein ist, werden die Preise steigen. Die steigenden Preise anderer Energieträger werden eine vermehrte Verwendung der weniger günstigen Holzabfälle und Rinde mit sich bringen, so dass die Erschliessung neuer Abfallquellen als ein natürlicher Ausweg erscheinen wird. Unter den Abnehmern wird es zu einem nennenswerten Preiskampf kommen, wenn die hochwertigen Holzabfälle entweder als Energieträger oder als Rohstoff für die Platten- und Zellstoffwerke verkauft werden.

Als Schlusswort möchte ich noch sagen, dass die Holzenergie sehr gute Dienste leisten kann, aber niemals als eine allgemeine Lösung betrachtet werden darf. Eine neue Anlage zur Energiegewinnung aus Holzabfällen und Rinde soll nur dann gebaut werden, wenn ihre Versorgung mit geeignetem Brennmaterial auf längere Zeit gesichert ist.

Résumé

L'utilisation des déchets de bois et d'écorce à des fins énergétiques

L'utilisation énergétique du bois est à nouveau actuelle! N'oublions cependant pas que le bois reste une matière première indispensable à notre industrie et qu'il convient donc de n'utiliser à des fins énergétiques que des assortiments de moindre qualité: les déchets. Ces derniers se rencontrent partout où le bois est travaillé: en forêt, dans l'industrie du bois ainsi que chez les utilisateurs de produits en bois (lorsque ces derniers sont usés). Aujourd'hui, seuls les déchets de l'industrie du bois sont utilisés systématiquement, les autres représentent un grand potentiel pouvant être utilisé énergétiquement.

La technologie de transformation du bois en énergie est aujourd'hui assez avancée. La puissance des installations s'étend du petit fourneau à la chaufferie automatique pour grands bâtiments. L'introduction de techniques nouvelles comme la gazéification a permis d'améliorer sensiblement le rendement énergétique des installations et la réalisation du couplage chaleur-force. Un effort reste à faire dans le domaine des petites puissances, car l'avenir de l'énergie du bois est dans la décentralisation.

La participation du bois à notre approvisionnement en énergie est très faible et le restera. Cela n'empêche pas presque 60 % des fermes de se chauffer au bois. Ceci nous montre que l'énergie du bois est importante pour certains secteurs et ne doit par conséquent pas être négligée.

L'approvisionnement futur de l'Europe en énergie va probablement se heurter à des difficultés croissantes. La demande en agents énergétiques renouvelables va donc augmenter. Dans ce contexte, les déchets de bois et d'écorce peuvent jouer un rôle important mais ne peuvent en aucun cas résoudre tous les problèmes, car même la totalité de la production suisse de bois ne suffirait pas à couvrir nos besoins en énergie. Donc, avant d'installer un nouveau chauffage au bois, il convient d'abord d'assurer son approvisionnement à long terme.

