

Zeitschrift: Landtechnik Schweiz

Herausgeber: Landtechnik Schweiz

Band: 83 (2021)

Heft: 8

Artikel: Qualität bestimmt die Emissionen

Autor: Hunger, Ruedi

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1082227>

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>



Schredder erzeugen uneinheitliche, faserige, gebrochene Holzschnitzel. Bild: Jenz

Qualität bestimmt die Emissionen

Die Qualität von Holzschnitzeln ist für einen emissionsarmen Betrieb einer Holzfeuerung von entscheidender Bedeutung. Gleichbedeutend ist die Qualität auch für einen störungsfreien Betrieb bei automatischen Anlagen.

Ruedi Hunger

Qualitativ gute Hackschnitzel enthalten keine Blätter und Nadeln und sollten nur wenig Rinde enthalten. Insbesondere in kleineren Anlagen (bis 200 kW Leistung) beeinträchtigen Feingutanteile die Verbrennungsqualität, ebenso das Fliessverhalten der Schnitzel und damit den Austrag. Diese Anforderungen sind auch der Grund, warum eine Unterteilung in Energierundholz für gute Schnitzelqualitäten und Waldrestholz für schlechtere Qualitäten vorgenommen wird.

Bezeichnung und Qualität

Holzschnitzel werden aus Waldholz, Restholz oder Altholz hergestellt. Entsprechend

haben sie sehr unterschiedliche Qualitäts-eigenschaften. Mitentscheidend ist, ob Hart- oder Weichholz verarbeitet wird, ob das Ausgangsmaterial vorgetrocknet oder frisch aus dem Wald kommt und ob Hackschnitzel aus Restholz oder aus Altholz stammen. Damit die Holzschnitzel definiert werden können, kommt die Norm «EN ISO 17224-4» zur Anwendung. Diese Qualitätsdefinition ist beispielsweise Teil eines Schnitzelliefervertrags. Weitere Qualitäts-definitionen für Hackschnitzel sind in der Publikation «Klassifizierung von Energieholz» von Holzenergie Schweiz zu finden. Holzschnitzel werden nach folgenden Fak-toren klassifiziert:

- Wassergehalt

Der Wassergehalt hat den grössten Ein-fluss auf den Energiegehalt der Holz-schnitzel. Ein zu hoher Wassergehalt ver-stärkt den Substanzverlust und fördert das Schimmel-Wachstum und die Fäule. Was wiederum in Austragungs- und Transport-anlagen zu Brückebildung und Verstop-fungen führt. Eine Wiederbefeuertung nach erfolgter Trocknung ist zu verhindern.

- Feingutanteil

Als Feingutanteil gelten alle Partikel unter 3,15 mm. Ein hoher Feingutanteil entsteht beim Hacken von bereits zersetzen Holz.

Bei hohem Rinden-, Laub- und Nadelanteil steigt der Feingutanteil ebenfalls. Weitere Gründe sind unscharfe Messer, ein ungeeigneter Hackertyp oder ein nicht geeigneter Siebeinsatz.

- Grobanteile/Überlängen

Darunter versteht man zu lange und zu dicke «Holzschnitzel» im Vergleich zur definierten Grösse/Qualität. Dies trifft vermehrt bei geschredderten Holzschnitzeln zu. Diese Anteile reduzieren die Fliessfähigkeit und führen zu Brückenbildung. Hacken mit ungeschärften Messern kann ähnliche Auswirkungen haben.

- Nadel- und Laubanteil

Darunter versteht man das Gewicht der Nadeln und Blätter im Vergleich zum Gewicht der feuchten Schnitzelprobe. In der Regel steigt parallel zum Nadel- und Laubanteil auch der Feingutanteil. Der höhere Nährstoffgehalt im Vergleich zu Holz führt bei der Lagerung zu verstärkter Zersetzung und zu erhöhten Lagerverlusten. Zudem steigt der Aschegehalt.

- Stickstoffgehalt

Stickstoff ist in erster Linie in Blättern, Nadeln und Rinden enthalten. Aufgrund des differenzierten Zellaufbaus vermehrt in Laubholz. Es ist daher nachvollziehbar, dass

Schnitzel aus Schlagabraum, Landschaftsholz und mit einem hohen Laubholzanteil höhere Stickstoffwerte aufweisen. Dies führt zu höheren Stickstoffemissionen im Betrieb der Holzschnitzelfeuerung.

- Fremdstoffe

Unter Fremdstoffen werden Materialteile und Partikel verstanden, die nicht aus Holz sind. Dazu gehören Steine, Erde, Sand, Plastik- und Metallteile. Je nach Grösse können Fremdstoffe den Betrieb einer Schnitzelheizung massiv stören.

Kann Energieholz vorgetrocknet werden?

Mit dem Vortrocknen des Energieholzes in ungehacktem Zustand wird die Qualität der Holzschnitzel erhöht. Diese einfache und kostengünstige Massnahme kann je nach Holzart den Wassergehalt unter 35% absinken lassen. Besonders effizient ist die Vortrocknung von Holz in ungehacktem Zustand bei heißer Witterung und optimaler Durchlüftung am Polter. Bei solchen Bedingungen wurden schon tiefe Feuchtigkeitswerte im Bereich um 25% gemessen. Parallel dazu sind auch die Substanzverluste bei Vortrocknung in ungehacktem Zustand mit rund 6% in sechs Monaten deutlich unter den Werten, die bei der Schnitzellagerung erreicht werden. Das

funktioniert aber nur mit der richtigen Polter-Standortwahl. Voraussetzung ist ein trockener Standort und ausreichende Bodenfreiheit durch Unterlagen aus Querhölzern. Ideal sind windexponierte, sonnige Lagerstandorte.

Gründe für die Schnitzellagerung

Schnitzel werden aus verschiedenen Gründen (zwischen)gelagert. Es gibt logistische Gründe, wie beispielsweise eine eingeschränkte Winterzugänglichkeit zum Holzlagerplatz, die es notwendig machen, dass Energieholz früher gehackt wird, als die Schnitzel in den Heizungen benötigt werden. Ein weiterer Grund können Schädlinge oder Krankheiten sein, die ein rasches Handeln bzw. Hacken von Energieholz erforderlich machen. Und schliesslich können Marktvorteile durch tiefe Energieholzpreise bei einem Überangebot durch vorzeitige Schnitzelaufbereitung ausgenutzt werden. Mit der Lagerung von Holzschnitzeln werden oft auch eine Trocknung und damit eine bessere Qualität angestrebt.

Natürliche Schnitzeltrocknung

Durch Trocknung reduziert sich der Wassergehalt in den Holzschnitzeln und der Heizwert nimmt zu. Es gibt die Möglichkeit der «natürlichen» und der «technischen» Trocknung. Die natürliche Trocknung erfolgt durch Sonne, Wind und Energie aus der Selbsterwärmung der Holzschnitzel. Und zwar nach folgendem Prinzip: Die Luft im Holzschnitzelhaufen wird erwärmt, nimmt Feuchtigkeit auf, steigt durch den Haufen nach oben und gibt die mitgenommene Feuchtigkeit an die umgebende Luft ab. Weil dadurch im Lagerhaufen ein Unterdruck entsteht, fliesst unten frische und kühle Luft nach. Diese natürliche Luftzirkulation führt innerhalb weniger Monate zur Trocknung der Holzschnitzel. Für die Aussenlagerung (im Freien) eignen sich grobe Schnitzel. Niederschlagswasser dringt bei ungedeckten Lagern in der Regel nicht weiter als einen halben Meter in den Schnitzelhaufen ein. Bei einem Wassergehalt über 30% findet bei der natürlichen Trocknung ein beträchtlicher Substanzverlust statt. Zusätzlich entsteht bei regelmässigen Niederschlägen und Bildung einer feuchten Aussenschicht eine unerwünschte Verpilzung. Damit verbunden sind weitere Substanzverluste, vor allem in der Schüttungskrone. Es empfiehlt sich daher eine Abdeckung mit einem neuartigen und diffusionsoffenen Vlies.



Aus Stammholz ohne Feinanteile entstehen beim Hacken gleichmässige, saubere Holzschnitzel. Bild: zVg



Bei der Container-Trocknung wird das Trocknungsgut von unten mit heißer Luft durchströmt. Bild: R. Hunger

Technische Schnitzeltrocknung

Um lange Trocknungszeiten, verbunden mit grossem Platzbedarf, zu reduzieren, werden technische Schnitzeltrocknungsanlagen unter Verwendung von Fremdenergie eingesetzt. Bei der Trocknung geht es grundsätzlich darum, Wärme in das Holz und Wasser aus dem Holz zu bringen. Unter anderem werden dazu Band-, Container- oder Trommeltrockner eingesetzt.

- **Bandtrockner**

Beim Bandtrockner wird das zu trocknende feuchte Material dem Trockner kontinuierlich über ein Trocknungsband mit geringer Schütt Höhe zugeführt. Im Trocknertunnel durchströmt erzeugte Warmluft die Schnitzelschüttung.

- **Containertrockner**

Beim Containerverfahren ruht das Trocknungsgut in einem Container, der von unten mit heißer Luft durchströmt wird. Die Temperatur in den Containertrocknern ist über die Trocknungsduer variabel wählbar.

- **Trommeltrockner**

Trommeltrockner sind für Güter geeignet, die aufgrund ihrer Feuchte und Struktur eine längere Verweildauer benötigen. Ein Trommeltrockner besteht aus einer rotierenden Trommel, die von heißer Luft durchströmt wird (analog einer Gastrocknungsanlage). Trommeltrockner haben einen grossen Regelbereich für eine Trocknungstemperatur von etwa 150°C bis

1000°C. Nachteilig ist die hohe Staubentwicklung während des Durchlaufs. Entscheidend für eine wirtschaftliche technische Schnitzeltrocknung ist einerseits eine kostengünstige Energie-/Wärmequelle, an-

derseits die Möglichkeit, die Holzschnitzel nach dem Trocknen unter Dach zu lagern oder direkt in die Heizung abzuführen.

Substanzverluste bei der Trocknung

Bei der Schnitzeltrocknung sinkt nicht nur der Wassergehalt im Holz, es geht auch Holzsubstanz und damit Energie verloren. Ursache dieser Verluste sind physikalische, chemische und vor allem mikrobiologische Abbauprozesse, die jeweils innerhalb einer bestimmten Bandbreite des Wassergehaltes stattfinden. Holzzersetzende Pilze und Bakterien besiedeln in erster Linie feuchte Holzschnitzel. Zusätzlich begünstigt werden deren Aktivitäten durch hohe Fein-, Rinden- und Grünanteile. Die Trockensubstanzverluste für waldfrisch eingelagerte Hackschnitzel können 2 bis 4% pro Monat betragen. Gelingt eine Trocknung auf weniger als 30%, können die Verluste im Rahmen gehalten werden. Pilze und Bakterien entwickeln bei einer Schnitzelfeuchte zwischen 30 und 50% und einer Temperatur von 20 bis 35°C die grösste Aktivität. Bei gehacktem Holz ist der Substanzabbau bei der Lagerung grösser als bei Holz in ungehacktem Zustand. Grund ist die höhere

Maschinenbedingte Einflussfaktoren auf die Schnitzelqualität

Parameter	Einfluss auf die Qualität der Holzschnitzel
Maschinentyp	Einflussfaktoren der Hacktechnik: Hacker erzeugen scharfkantige Schnitzel, Schredder faseriges, gebrochenes Schredderholz.
Schneidaggregat	Unterschiedliche Schneidtechnik: Trommel-, Scheibenrad- und Schneckenhacker.
Messerschärfe	Scharfe Messer erzeugen scharfkantige Schnitzel, stumpfe Messer Schnitzel mit hohem Feinanteil und unscharfen Kanten.
Drehzahl	Wird die Drehzahl (Schneidaggregat) erhöht, erhöht sich entsprechend die Schnitt-Anzahl je Meter eingezogenes Holz.
Einzugsgeschwindigkeit	Wenn die Einzugsgeschwindigkeit erhöht wird, verringert sich die Anzahl Schnitte je Meter eingezogenes Holz.
Siebkorböffnung	Prallsiebe dienen der Nachzerkleinerung und beeinflussen die durchschnittliche Schnitzelgrösse sowie den Feingut- und Grobgutanteil.
Trommelbauweise	Die Hacktrommel im Schneidaggregat kann offen (durchlässig) sein. In einer offenen Trommel kommt es zum Teil zu einer weiteren Zerkleinerung der Schnitzel (Parallelzerkleinerung) im Innenraum der Trommel.
Messeranordnung	Durchgehende Messer erzeugen gleichmässigere Holzschnitzel mit weniger Ausbrüchen als versetzt angeordnete Messer.
Schneidspalt	Vergrossert sich der Schneidspalt zwischen Messer und Gegen-schneide, erhöht sich die Partikelgrösse (und der Kraftaufwand).
Auswurfsystem	Fördergebläse mit Wurfschaufeln für hohe Fördergeschwindigkeit erhöhen den Feingutanteil durch zusätzliche Parallelzerkleinerung der Holzschnitzel.

(Quelle: Holzenergie Schweiz)

e-clean: Filtersystem perfekt im Heiz- kessel integriert

Der ökologische Aspekt wird immer wichtiger – auch bei der Wärmeerzeugung. Schmid AG energy solutions hat für die Hackgut- und Pelletfeuerungen UTSD neu einen elektrostatischen Partikelabscheider entwickelt, der optional direkt im Kessel integriert werden kann. Stilisch, platzsparend und wirkungsvoll = e-clean.



Abscheidesystem bei Holzheizungen

Die Emissionsgrenzwerte bei Heizungen sind in der Luftreinhalteverordnung geregelt. Der CO₂-neutrale Brennstoff Holz bietet eine ausgezeichnete Basis für das umweltfreundliche Heizen. Mit der optimalen Verbrennung durch die Hackgut- und Pelletfeuerung UTSD von Schmid AG werden beste Emissionswerte erreicht. Um den Feinstaub weiter zu reduzieren, werden die Abgase zusätzlich über ein Abscheidesystem gereinigt. Bisher wurden diese Partikelabscheider/Filtersysteme separat vom Heizkessel montiert. Neu hat Schmid AG zusammen mit einem Hersteller einen elektrostatischen Partikelabscheider entwickelt, der direkt im Heizkessel eingebaut werden kann; den e-clean.

Partikelabscheider e-clean

e-clean ist direkt über dem Kesselwärmetauscher integriert. So werden die Abgase im Heissbereich gereinigt. Gegenüber den üblich verbauten Abscheidern hat dies den Vorteil, dass eine Kondensatentwicklung ausgeschlossen werden kann und somit keine Hochspannungsverluste oder Korrosionsschäden entstehen. Die Partikel werden über die Hochspannungselektroden statisch aufgeladen und lagern sich im zweiten Wärmetauscherzug ab. Dort gelangen sie mittels automatischer Kesselreinigung in das Aschefördersystem. e-clean kann bei Auftragerteilung mitbestellt, aber auch später nachgerüstet werden.

Pneumatische Reinigung

Einzigartig ist die periodische, automatische Abreinigung des Isolators und der Elektrode durch Druckluft. Der Abscheider bleibt sauber und der Reinigungsaufwand vom Kaminfeger reduziert sich auf ein Minimum. Für die obligatorische Kesselreinigung kann der e-clean auf dem integrierten Fahrgestell einfach weggeschoben werden. Das spart dem Kaminfeger Zeit und dem Anlagebetreiber Geld.

Platzsparend

Der elektrostatische Abscheideaufsatz e-clean wurde speziell für die Hackgut- und Pelletkessel UTSD 25-260 kW entwickelt. Der Aufsatz wird direkt bei der Revisionsöffnung des Kessels aufge-

baut. So kann ein kompaktes Gesamtsystem geliefert werden. Die Anlage erhöht sich lediglich um rund 25 cm und ist im Kesseldesign perfekt integriert. Der Platz für einen externen Filter entfällt und die Anschaffungskosten fallen wesentlich tiefer aus.

Vorteile auf einen Blick

- Platz- und Kostenersparnis gegenüber einem externen Filter
- Aufbau direkt über der Kesselrevisionsöffnung
- Perfekt im Kesseldesign integriert
- Keine Hochspannungsverluste oder Korrosionsschäden
- Pneumatische Abreinigung des Isolators und der Elektroden
- Keramischer Isolator mit einer Einsatztemperatur bis 400° C
- Praktischer Zugang und einfache Reinigung für Kaminfeger
- Reduziert den Feinstaub auf ein Minimum
- Optional, jederzeit vor Ort nachrüstbar
- Automatische Reinigung und Transport in die Ascheboxen

Hackgut- und Pelletfeuerung UTSD

Die Holzfeuerungen des Typs UTSD (25 – 260 kW) sind für den Einsatz im Ein- und Mehrfamilienhaus, landwirtschaftlichen oder gewerblichen Betrieb sowie für öffentliche Gebäude geeignet. Die Feuerungssysteme sind nach den neusten Vorschriften geprüft und haben die höchste Kesselklasse 5 erreicht.

Schmid AG, energy solutions

Hörnlistrasse 12 | 8360 Eschlikon | 071 973 73 73

info@schmid-energy.ch | www.schmid-energy.ch

Niederlassungen: Oey, Roggwil, Moudon, Matzendorf

Jetzt vom lukrativen Förderprogramm für Holzheizungen profitieren!

Energie Zukunft Schweiz unterstützt den Ersatz eines fossilen Heizsystems durch eine Holzheizung mittels attraktiver Klimaprämie. So können die Anschaffungskosten bis zu 75 % gesenkt werden! Die Schmid AG unterstützt ihre Kunden beim Förderprozess.

Lagerrisiken von Holzschnitzeln

Risiko	Problem	Massnahmen
Verlustrisiko	2 bis 4% pro Monat Substanzerlust bei waldfrisch gelagerten Holzschnitzeln	Vorgetrocknetes Hackholz verwenden Schnelle Trocknung auf <W30 Geringer Feingut- und Grünanteil
Gesundheitsrisiko	Gesundheitsgefährdung durch Schimmelpilze	Auf geringen Feingutanteil achten Holzschnitzel luftig und trocken lagern Unter Dach lagern Aussenlager mit Vlies abdecken
Qualitätsrisiko	Wiederbefeuchtung der Schnitzel durch Niederschläge oder Kondenswasser	Auf geringen Feingutanteil achten Holzschnitzel luftig und trocken lagern Unter Dach lagern Aussenlager mit Vlies abdecken
Technisches Risiko	Holzschnitzel gefrieren bei Frost. Ursachen: gefrierendes Kondenswasser, verunreinigtes Hackholz	Auf geringe Verunreinigungen des Hackholzes achten
Brandrisiko	Selbstentzündung durch Erwärmung. Grund: Aktivität von Mikroorganismen und durch chemisch-physikalische Prozesse	Auf geringe Feingutanteile achten Möglichst trockene Holzschnitzel lagern Holzschnitzellager nicht befahren (Verdichtung!) Maximale Schütt Höhe 4 m
Umweltrisiko	Geruchsbelästigungen und austretendes Sickerwasser	Trockene und luftige Lagerung Bei Standortwahl Windrichtung beachten Holzschnitzel nicht unmittelbar an Gewässern lagern

(Quelle: Holzenergie Schweiz)

Querschnittsfläche, an der sich holzzersetzende Pilze und Mikroorganismen ansetzen können. Werden Schnitzel unter Dach gelagert, sind die Substanzerluste deutlich kleiner. Statt 20 bis 30% wie bei ungedeckter Lagerung verlieren abgedeckte Holzschnitzel lediglich 3 bis 5%. Vor dem Einlagern sollten allerdings die Feinanteile entfernt werden.

Sieben von Feinanteilen

Im Hinblick auf einen emissionsarmen und gleichzeitig wartungsarmen Betrieb einer Heizanlage ist die Reduktion des Feingutanteils eine wichtige Massnahme. Die Trennung der Feingutanteile (und Überlängen) erfolgt durch Aussieben der Holzschnitzel. Dazu eignen sich folgende Technologien:

- Sternsieb

Eine Möglichkeit ist das Sternsieb. Gummier Kunststoffsterne, die auf einer sich schnell drehenden Welle montiert sind, erzielen eine gute Siebwirkung.

- Trommelsieb

Eine weitere Technik ist das Trommelsieb. In diesem bewegt sich das zu siebende Material durch einen sich drehenden Siebzylinder. Material, das feiner als die Maschenweite des Siebes ist, fällt durch, während gröberes Material am Ende des Siebes wieder herausfällt.

- Rüttelsieb

Ebenso ist der Einsatz eines Rüttelsieb-Systems geeignet. Die im Siebkasten montierten Siebgitter können unterschiedliche Weiten aufweisen. Entsprechend wird gröberes oder feineres Material ausgesiebt. Mit dem Rüttelsieb-System können auch mehrere Siebe eingebaut werden. Damit können in einem Durchgang verschiedene Fraktionen ausgesiebt werden, weil das Material immer vom gröberen zum feineren Sieb fällt.

Fazit

Voraussetzung für einen emissionsarmen Betrieb einer Holzfeuerung ist eine gute Schnitzelqualität. Unter guter Qualität werden Schnitzel verstanden, die wenig oder keine Blätter, Nadeln und Rinden enthalten. Der beste Hacker oder Schredder kann die Holzschnitzel nicht besser machen, als es das Ausgangsmaterial ist. Damit ist klar, dass das Ausgangsmaterial die Qualität bestimmt.



Schnitzel aus Schlagabbaum enthalten Blätter, Nadeln und Rinden. Entsprechend hoch ist der Stickstoffgehalt. Bild: Osterwalder

ALONG WAY TOGETHER



AGRIMAX FORCE

Wie komplex Ihre Anforderungen auch sein mögen, AGRIMAX FORCE ist Ihr bester Alliierter für Bodenbearbeitung und Transportarbeiten mit Hochleistungstraktoren. Dank der IF-Technologie ermöglicht dieser Gürtelreifen die Beförderung selbst der größten Lasten bei geringerem Fülldruck als Standardreifen. Dadurch wird die Bodenverdichtung verringert und ausgezeichnete Traktion erzielt. AGRIMAX FORCE besticht auch durch die speziell verstärkte Reifenwulst, die für eine noch längere Nutzungsdauer sorgt und selbst bei hoher Geschwindigkeit optimale Leistung gewährleistet, gleichzeitig aber den Kraftstoffverbrauch reduziert.

AGRIMAX FORCE ist die Antwort von BKT sowohl im Sinne von Produktivität als auch Verschleißfestigkeit für Hochleistungstraktoren.



IMPORTEUR FÜR DIE SCHWEIZ
Bohnenkamp
Moving Professionals

Bohnenkamp Suisse AG
Ribistrasse 26 - 4466 Ormalingen
Tel: +41 (0)61 981 68 90
Tel: +41 (0)61 981 68 91
www.bohnenkamp-suisse.ch

BKT
GROWING TOGETHER