

Qualitätskontrolle von Holzhackschnitzeln

Vereinfachte Verfahren

Bestimmung des Wassergehaltes und der Partikelgrößenverteilung

Die Verfahren wurden entwickelt von der
 HAWK Hochschule Hildesheim/Holzminde/Göttingen
 im Rahmen des Forschungsvorhabens „qualiS“, gefördert vom BMEL durch die FNR

Allgemeine Hinweise

Die beschriebenen Verfahren zur Qualitätskontrolle von Holzhackschnitzeln dienen der Selbstkontrolle und ersetzen die Analysen nach DIN EN ISO 17225-4 nicht. Die Verfahren können auch zur Verlaufskontrolle der Produktion von Holzhackschnitzeln in dem Zeitraum zwischen Analysen nach DIN EN ISO 17225-4 eingesetzt werden.

Auf der letzten Seite finden Sie ein Formblatt zum Eintragen aller Messdaten. Diese können in ein Excel-Auswertebrett übertragen werden, indem die Ergebnisse nach den hier angegebenen Formeln berechnet werden. Das Excel-Auswertebrett steht unter folgender Adresse zum Download zur Verfügung:

<https://mediathek.fnr.de/handbuch-zum-qualitaetsmanagement-von-holzhackschnitzeln.html>

Weitere Informationen und Hintergründe finden Sie im „Handbuch zum Qualitätsmanagement von Holzhackschnitzeln“, unter der oben genannten Adresse im Download verfügbar.

Vergleich mit Analysen nach Normen

Der Vergleich der Verfahren mit Analysen nach DIN EN ISO 18134-2 (Bestimmung des Wassergehaltes) und DIN EN ISO 17827-1 (Bestimmung der Partikelgrößenverteilung) zeigte, dass für Sortimente P16s, P31s und P45s bzw. Holzhackschnitzeln mit Wassergehalten zwischen 5 und 50 % unter Einhaltung der hier beschriebenen Arbeitsanweisungen folgende maximalen Abweichungen eingehalten werden können:

Parameter Klasse	Partikelgrößenverteilung, relative Abweichung in %		Parameter Klasse	Wassergehalt, Abweichung in Massen-%
	Feinanteil	Hauptfraktion		
P 16s manuell	15	3	M 10	1
P31s manuell	15	2	M15 – M30	3
P45s manuell	15	2	≥ M35	3,5

Stand: 02.09.2021

Probenahme, angelehnt an DIN EN ISO 21945

Durch die Probenahme soll eine Holzhackschnitzelprobe gewonnen werden, die repräsentativ für die gesamte Charge (Haufwerk, Lager, etc.) ist. Zu diesem Zweck wird eine bestimmte Anzahl von Einzelproben von verschiedenen Stellen einer Charge genommen und zu einer Gesamprobe vereinigt. Nach dem Mischen werden Teilproben für die Bestimmung von Wassergehalt und Partikelgrößenverteilung entnommen.

Da es sich bei Holzhackschnitzeln um einen sehr inhomogenen Brennstoff handelt, ist die Probenahme mit großer Sorgfalt durchzuführen. Wichtige Voraussetzung für eine repräsentative Probe ist eine optisch relativ einheitliche Charge, z. B. keine erkennbar unterschiedlichen Zonen mit Grünanteil oder durch Regen durchnässte Holzhackschnitzel an der Haufwerks-Oberfläche. Bei größeren Unterschieden sollten je Bereich getrennte Proben entnommen und untersucht werden oder die Charge wird durch Umlagerung homogenisiert.

Sofern die Möglichkeit besteht, Proben aus dem fallenden Strom, z. B. beim Abladen von einem LKW oder dem Abwurf von einem Förderband, zu entnehmen, ist diese Möglichkeit zu bevorzugen.

Material

- Schaufel und ggf. Handschaufel (Scoop); alternativ für fallenden Strom: Probensammler (siehe S. 3)
- Gefäß oder Eimer in passender Größe (siehe Tabelle für Einzelprobenvolumen)

Probenahme

Von einer augenscheinlich einheitlichen Charge werden Einzelproben genommen. Die Mindestanzahl der Einzelproben hängt von der Größe der Charge ab, ihr Mindestvolumen hängt von der Partikelgröße ab:

Anzahl der Einzelproben		Volumen der Einzelproben	
Chargengröße	Probenzahl	Partikelgrößenklasse	Probenvolumen
m ≤ 30 t	10 (5*)	P16s - P31	2 l
		P45s/P45	3 l
30 t < m ≤ 100 t	15 (10*)	Schredderholz	5 l

* Anzahlen in Klammern gelten für Probenahme aus bewegtem Material

Bei der Beprobung eines Haufwerkes sind aus allen seinen Teilen Einzelproben zu entnehmen, die anschließend zu einer Mischprobe vereint werden.

Die Stellen, an denen Proben idealerweise zu entnehmen sind, sind Abbildung 1 zu entnehmen. Wichtig ist auch, keine Verunreinigungen vom Boden in die Probe zu bekommen.

Um an die unteren Probenahmepunkte zu gelangen ist meist der Einsatz eines Radladers oder ähnlicher Hilfsmittel erforderlich.

Die max. Haufwerksgröße, die als eine Partie betrachtet werden darf, umfasst ca. 100 t. Größere Haufwerke sind in Teilpartien zu unterteilen und getrennt zu untersuchen.

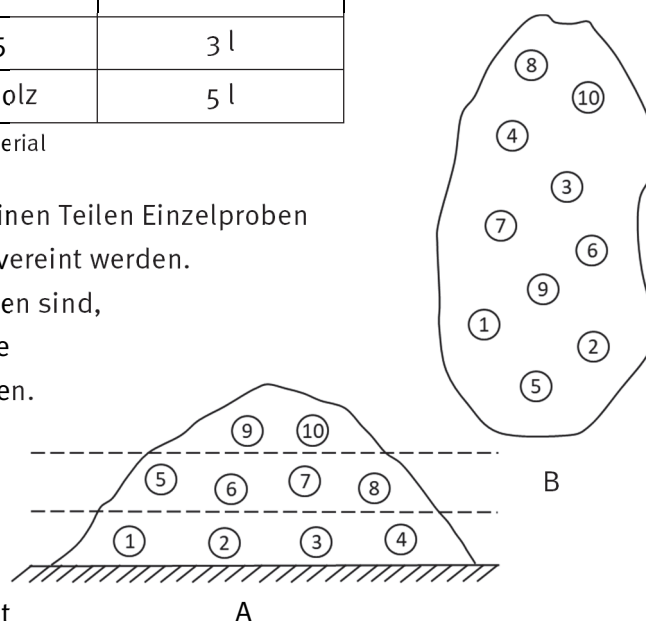


Abb. 1: Probenahmepunkte an einem Haufwerk; Seitenansicht (A), von oben (B)

Alternative: Probenahme aus dem fallenden Strom

Mit einem passenden Gefäß (siehe Abb.2b) werden z.B. an einem Förderband oder beim Abkippen eines LKW Einzelproben genommen. Dazu werden von dem fallenden Material in regelmäßigen Zeitabständen volumengleiche Einzelproben genommen (Anzahl/Volumen der Einzelproben: Siehe Seite 2). Die Einzelproben werden zur Gesamtprobe vereinigt (siehe unten). Bei periodisch auftretenden Schwankungen des Stoffstromes sind die Einzelproben in zufälligen Abständen zu nehmen.

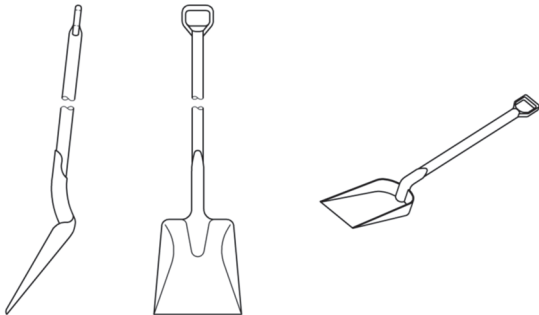


Abb. 2a: Muster für Schaufel zur Probenahme aus Haufwerk (Breite: Ausreichend groß für normale übergroße Partikel)

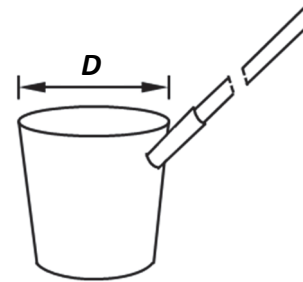


Abb. 2b: Muster für Probenahmeeimer zur Probenahme aus fallendem Strom (Durchmesser (D): Ausreichend groß für normale übergroße Partikel und um den Strom vollständig zu durchschneiden)

Herstellung Mischprobe/Verringerung der Probenmenge

Aus den Einzelproben wird wie folgt eine homogene Mischprobe mit dem erforderlichen Volumen für die Bestimmung von Wassergehalt und Partikelgrößenverteilung hergestellt:

Die Einzelproben werden auf einer glatten, sauberen und trockenen Fläche zu einem Kegel aufgeschüttet. Dazu wird jede neue Schaufelladung so auf die vorhergehende aufgebracht, dass die Holzhackschnitzel gleichmäßig nach allen Seiten herabrieseln. Dieser Vorgang ist durch Umschaufeln zu einem neuen Kegel zu wiederholen. Die Spitze des Kegels wird abgeflacht und der Kegel geviertelt, wobei 2 gegenüberliegende Viertel verworfen und die beiden anderen Viertel unter erneutem Vermischen zu einem neuen Kegel angehäuft werden (siehe Abb. 3). Bei Bedarf wird der Vorgang wiederholt, bis die restliche Probe die gewünschte Menge aufweist (4 l für die Partikelgrößenverteilung, 1 – 2 l für die Wassergehaltsbestimmung).

Hinweis: Um eine Veränderung des Wassergehaltes zu vermeiden sind folgende Regeln zu beachten:

- Zügiges Arbeiten
- Zwischenlagerung der Einzelproben bis zur Probenreduktion geschützt vor Regen oder Austrocknung, z.B. durch Lagerung in abgedeckten Eimern

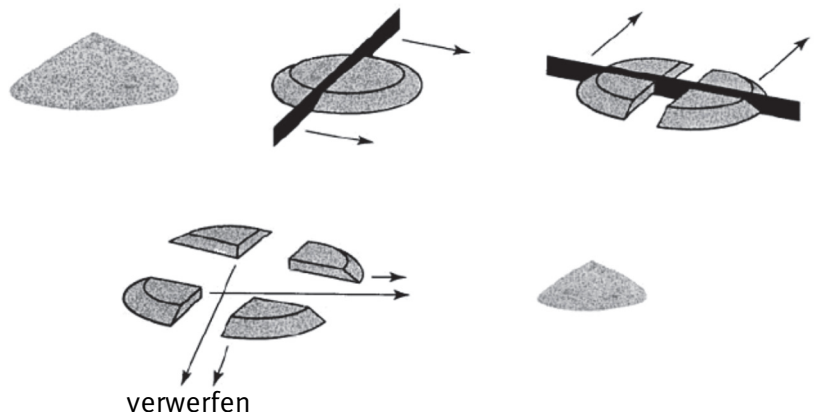


Abb. 3: Schritte der Verringerung des Probenvolumens

Manuelle Siebung angelehnt an DIN EN ISO 17827-1

Dieses manuelle Siebverfahren erfasst die wichtigsten Kriterien zur Klassifikation von Holzhackschnitzeln. Um den Aufwand dabei in vertretbaren Grenzen zu halten, wird neben Feinanteil und Übergrößen nur der Hauptanteil entsprechend der erwarteten Klasse ermittelt, nicht wie bei der Siebung nach DIN EN ISO 17827-1 alle Größenklassen. Bei Bedarf muss daher eine zweite Siebung mit dem entsprechenden anderen Sieb für die Hauptfraktion erfolgen. Die kürzere Siebdauer (4 min) und die geringere Rüttelbewegung im Vergleich zum Verfahren nach Norm können geringfügige Minderbefunde beim Feinanteil und der Hauptfraktion verursachen.

Probenmenge und -vorbereitung

4 l Probe werden in einem größeren Gefäß (z. B. Backblech) ausgebreitet und an einem gut gelüfteten Ort zum Trocknen stehen gelassen. In der Regel ist die Probe nach 1 – 3 Tagen (je nach Wassergehalt) ausreichend abgetrocknet, sobald sich die Holzhackschnitzel trocken anfühlen oder wenn sich die Masse der Probe bei zweimaligem Wiegen im Abstand von einer Stunde um höchstens 5 g unterscheidet.

Material

- 2l-Messbecher
- Waage (Ablesbarkeit: 0,1 g, Kapazität: mind. 2 kg)
- 2 Analysensiebe (Rundlochsiebe, \varnothing : 300 mm; Loch- \varnothing : 3,15 mm und Loch- \varnothing der Hauptfraktion, z. B. 16 mm für P16/P16s)
- Auffangschale für die Fraktion $< 3,15$ mm
- Lineal
- Stoppuhr

Durchführung

1. Auffangschale, 3,15 mm-Sieb und das Sieb für die Hauptfraktion übereinander stecken und auf eine glatte Arbeitsfläche stellen.
2. Für den ersten Durchgang 2 l Probe in einen Messbecher füllen, die Probe wiegen (Tara des Messbechers abziehen) und dann auf das obere Sieb schütten.
3. Die Siebe mit der Probe 4-mal je eine Minute lang durch Hin- und herschieben sieben. Nach jedem Intervall das Sieb um ein Viertel drehen, damit sich die Bewegungsrichtung der Partikel ändert.
4. Das obere Sieb vom Stapel herunternehmen und in beiden Sieben nach folgenden Teilen suchen und wie beschrieben verfahren:
 - a. **Alle Teile über einer Länge von 100 mm:** Alle Teile > 100 mm vom 3,15 mm-Sieb und dem Sieb für die Hauptfraktion sammeln, Zugehörigkeit mit dem Lineal prüfen (siehe Abb. 4); Teile gesammelt wiegen und als Fraktion „ > 100 mm“ im Formblatt eintragen.
 - b. **Längstes Teil:** Nur Teile vom Sieb für die Hauptfraktion und aus der Fraktion > 100 mm berücksichtigen; größte Länge messen und im Formblatt eintragen. Wenn es kürzer als 100 mm ist, vor dem Wiegen in das Sieb zurücklegen, aus dem es entnommen wurde.
5. Den Siebvorgang mit der zweiten 2l-Probe wiederholen.

6. **Nur für Proben mit dünnen, überlangen Teilen (ersetzt Schritt 4b):** Aus einer Probe von 10 l die drei längsten Teile aussortieren. Von diesen drei Teilen können maximal zwei Teile mit einem Querschnitt von höchstens 0,5 cm² (entspricht einem Durchmesser von ca. 8 mm) aussortiert und verworfen werden. Die Länge des längsten verbliebenen Teils ist als größte Länge zu notieren. Alle Teile in die Probe zurücklegen, mischen und das Probenvolumen auf 4 l für die Vortrocknung und anschließende Siebung (Schritt 1 – 6) reduzieren (siehe auch Ablaufschema in Abbildung 5).

Die Bezeichnung der Probe, die **Sollgröße der Hauptfraktion** (entspricht der vorgesehenen Partikelgrößenklasse bzw. dem Sieb mit der größeren Lochgröße!), Name des Prüfers und Datum der Prüfung vom Formblatt in das Excel-Auswertebblatt übertragen. Anschließend alle Massen sowie die größte Länge und bei Bedarf Bemerkungen übertragen.

Die Abweichung zwischen den Gesamtmassen und den Summen der Einzelfraktionen muss kleiner als 2 % sein (wird im Excel-Auswertebblatt berechnet), andernfalls die Ursache suchen (z. B. Materialverlust oder Abtrocknen einer zu feuchten Probe) und die Bestimmung wiederholen.



Abb. 4: Beispiel für die Bestimmung der Länge eines Holzhackschnittzels. Länge: 82 mm.

Die Anteile der Partikelgrößenfraktionen und die Klassifikation angelehnt an DIN EN ISO 17225-4 werden automatisch berechnet.

Die detaillierten Klassifikationskriterien für die manuelle Siebanalyse sowie die Unterschiede zur Klassifikation nach DIN EN ISO 17225-4 (identisch mit DIN EN ISO 17225-1) finden Sie in dem Excel-Auswertebblatt.

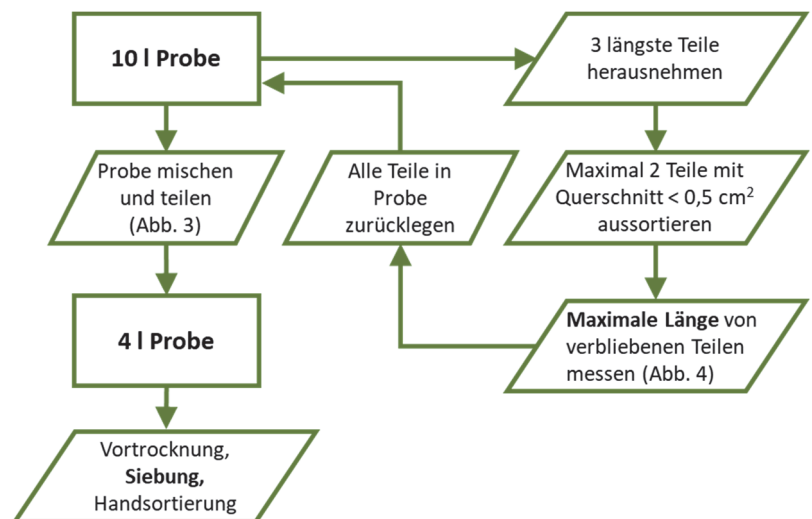


Abb 5: Ablaufschema für Siebung für Proben mit überlangen dünnen Teilen (Querschnitt < 0,5 cm²)

Anleitung zur vereinfachten Bestimmung der Partikelgrößenverteilung als Video (video.hawk-hhg.de):



Wassergehalt (Backofenmethode) angelehnt an DIN EN 18134-2

Sicherheitshinweise

- Holzhackschnitzel mit sichtbaren Anteilen von Laub oder Nadeln bei ca. 60 °C vortrocknen, sonst besteht Brandgefahr!
- Sicherstellen, dass die Temperatur nie über 120 °C steigt!
- Eignung für 24 h-Betrieb beim Hersteller erfragen. Für Schäden durch Fehlfunktionen wird keine Haftung übernommen.

Probenmenge

- Ca. 300 g Holzhackschnitzel, die unmittelbar nach der Probenahme verwendet oder bis zur Bestimmung des Wassergehaltes luftdicht verpackt werden, um ein Abtrocknen der Probe zu verhindern.

Material

- Backofen mit Umluft-Funktion, bevorzugt in Standardbreite 60 cm für guten Luftaustausch
- Backblech, geeignet für Umluftbetrieb
- Min-/Max.-Thermometer (Temperaturverträglichkeit und Skala bis mindestens 120 °C)
- Waage (Ablesbar auf 0,1 g, Kapazität: mindestens 2 kg)

Durchführung

1. Einstellen der Ofentemperatur

Die Ofentemperatur auf ca. 105 °C einstellen, anschließend auf die vorgesehene Temperatur aufheizen und nach Erreichen der Solltemperatur ein Min./Max.-Thermometer in den Ofen legen. Nach ca. 30 min auf dem Thermometer die tatsächlichen Temperaturen ablesen. Die Höchsttemperatur darf 120 °C nicht überschreiten (siehe Sicherheitshinweise). Die mittlere Temperatur sollte ca. 105 °C betragen. Bei Bedarf muss das Verfahren mit geänderter Temperatureinstellung des Ofens wiederholt werden bis die gemessenen Temperaturen den Solltemperaturen entsprechen.

2. Bestimmung des Wassergehaltes

Das leere und trockene, kalte Backblech auf die Waage legen und die Masse im Formblatt notieren.

Ca. 300 g Holzhackschnitzel auf das Backblech schütten, gleichmäßig ausbreiten und sofort wiegen. Die Masse vom Backblech mit der frischen Probe ablesen und im Formblatt notieren.

Das Backblech in den kalten Ofen stellen, Ofen auf Umluftbetrieb einschalten, Temperaturregler auf erprobte Temperatur einstellen (siehe 1.) und ca. 24 Stunden heizen. Bei sehr frischem/feuchtem Holz in Abständen mehrmals die Ofentür öffnen, dass der Wasserdampf entweichen kann (Vorsicht heißer Dampf!).

Nach 24 Stunden das Backblech herausnehmen, 15 Minuten abkühlen lassen und wieder wiegen. Die Masse vom Backblech mit der trockenen Probe ablesen und im Formblatt notieren.

Die Berechnung des Wassergehaltes erfolgt im Excel-Auswertebblatt nach folgender Formel:

$$\text{Wassergehalt (\%)} = \frac{\text{Backblech mit frischer Probe (g)} - \text{Backblech mit trockener Probe (g)}}{\text{Backblech mit frischer Probe (g)}} * 100$$

Hinweise zur Auswertung mittels Excel-Auswertebblatt

Das Formblatt (siehe Seite 8) kann für die Aufzeichnungen während der Analysen verwendet werden. Auszufüllen sind die grau unterlegten Felder. Alle Eintragungen sind anschließend im Excel-Auswertebblatt in das Blatt „Ergebnisberechnung_1“ einzutragen. Die Ergebnisse und Klassifikationen werden automatisch berechnet. Für die Partikelgrößenverteilung ist es nötig, dass die vorgesehene Klasse im entsprechenden Drop-Down-Feld ausgewählt wird, die entsprechende Sieblochgröße wird automatisch übertragen.

Für die Verlaufskontrolle im Rahmen einer Qualitätssicherung können weitere Bestimmungen in den Blättern „Ergebnisberechnung_2“ etc. eingetragen werden. Die Daten werden in das Blatt „Verlaufskontrolle“ übertragen und können von dort als Übersicht ausgedruckt werden.

Die für die manuelle Siebung verwendeten Klassifikationskriterien einschließlich der Abweichungen gegenüber der DIN EN ISO 17225-4 sind im Blatt „Klassifikationskriterien“ zu finden.

Hinweise zu den Geräten und Materialien

Die Geräte und Materialien, die zur Durchführung der Probenahme und der beschriebenen Analysen benötigt werden, können über verschiedene Quellen bezogen werden. Hier finden Sie einige Angaben zu Kosten und Herstellern. Bei nicht regelmäßiger Anwendung ist der Einsatz von gebrauchten Geräten soweit diese verfügbar sind, z. B. bei Backöfen, eine Möglichkeit die Anschaffungskosten zu senken.

Bezugsquellen der Geräte und Materialien

Geräte/Spezifikationen	Beispiele für Hersteller/Bezugsquellen	Preis
Analysensieb , Durchmesser 300 mm, Rundloch mit Durchmesser 3,15 mm (ISO 3310-2)	Fritsch GmbH, Retsch GmbH, Haver&Boecker OHG, Atechnik GmbH	Ab ca. 175 €
Analysensieb , Durchmesser 300 mm, Rundloch mit Durchmesser für Größe der Hauptfraktion (ISO 3310-2)		Ab ca. 175 €
Auffangschale , passend zu Analysensieben; Alternativ passende Kunststoffschüssel		Ab ca. 120€
Waage , Ablesbarkeit 0,1 g, Kapazität ca. 2 kg (Sieb/Auffangschale mit Probe)	Kern & Sohn GmbH, Sartorius AG, Mettler-Toledo GmbH	Ab ca. 100 €
Backofen , mit Umluft-Funktion, bevorzugt in Standardgröße (60 cm breit), passendes Backblech	Diverse	Ab ca. 150 €
Minimum-/Maximum-Thermometer , Anzeige und Temperaturresistenz bis mind. 120 °C	TFA Dostmann GmbH & Co. KG	Ab ca. 30 €
2 l-Messbecher oder vergleichbares Gefäß	Diverse	---

Die Preisangaben sind von 2021 und verstehen sich zzgl. MWSt.

Qualitätskontrolle von Holzhackschnitzeln

Vereinfachte Analysen angelehnt an DIN EN ISO 17225-4

Proben- bezeichnung	Bearbeiter
	Datum

Manuelle Siebung
angelehnt an DIN EN ISO 17827-1

Vorgesehene
Partikelgrößen-Klasse

Sieb (mm)	Massen der Einzelbestimmungen		
	Sieb, leer (g)	Teilprobe 1 (g)	Teilprobe 2 (g)
Gesamtprobe			
Auffangschale			
Sieb 3,15 mm			
Sieb _____mm ¹⁾			
> 100 mm (Handsortierung)			
Übergrößen (Handsortierung)			
Längstes Stück (mm)			

1) Lochgröße des Siebes gemäß vorgesehener Partikelgrößenklasse eintragen

Wassergehalt (Backofenmethode) angelehnt an DIN EN 18134-2

Wägung	Backblech		
	leer (g)	mit frischer Probe (g)	mit trockner Probe (g)

Bemerkungen