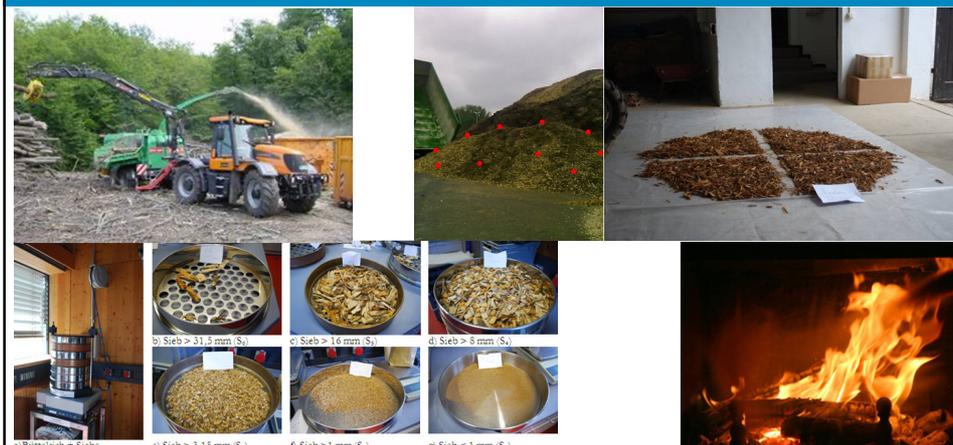


## Brennstoffart und Qualität –

### Ansprüche an die Kesseltechnik

Energielehrschausondertag, 29.01.2014

Dipl.-Ing. Th. Hering, TLL, Jena



## Inhaltsverzeichnis

### Einleitung

Rechtliche Rahmenbedingungen

Klassifizierung von Brennstoffen

Relevante physikalisch-mechanische bzw. chemisch-stoffliche Parameter

Einschätzung von Brennstoff-Qualitäten und Feuerungstechnologien in der Praxis

**Holz hackschnitzel (naturbelassen)**  
Waldrest-, Kronenholz bzw. Park- und Landschaftspflegematerial (holzartig)



Dipl. Ing. Thomas Hering

[www.thueringen.de/de/lll](http://www.thueringen.de/de/lll)

**Halmgutbrennstoffe (naturbelassen)**  
Stroh, Getreide, etc.



Winterweizenstroh      Triticalestroh      Rapsstroh      Leinstroh

Getreide      Kirschkern      Gärrestpellets

Dipl. Ing. Thomas Hering

[www.thueringen.de/de/lll](http://www.thueringen.de/de/lll)

Freistaat Thüringen  
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft

## Feuerungsanlagen

### Leistungsklassen, Feuerungstechnologien, Brennstoffanforderungen

**A Energetische Nutzung von Biomasse**
Freistaat Thüringen  
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft

1. Wärmeerzeugungsanlagen (Holz – Hackschnitzel)

automatische Kleinfeuerung



**REKA**

**A Energetische Nutzung von Biomasse**

1. Wärmeerzeugungsanlagen (Holz – Hackschnitzel)

Öffentliche Gebäude  
Biomasseheizwerk Oberhof  
Sportgymnasium  
Wärmeerzeugung  
Brennstoff: Waldholz - Hackgut  
Leistung: 410 kW

**A Energetische Nutzung von Biomasse**

2. Stromerzeugungsanlagen (zirkulierende Wirbelschicht - Holz)

Stromerzeugung mit der Technologie der zirkulierenden Wirbelschicht

**Biomasseheizkraftwerk Bischofferode**  
(Betreiber: Stadtwerke Leipzig)  
Stromeinspeisung  
Brennstoff: Waldholz - Hackgut  
Leistung: 60 bis 70 MW thermisch,  
20 MW elektrisch  
ca. 120.000 t Holzbedarf





Dipl. Ing. Thomas Hering
www.thueringen.de/de/lll 

Freistaat Thüringen  
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft

## Inhaltsverzeichnis

**Einleitung**

Rechtliche Rahmenbedingungen

Klassifizierung von Brennstoffen

Relevante physikalisch-mechanische bzw. chemisch-stoffliche Parameter

Einschätzung von Brennstoff-Qualitäten und Feuerungstechnologien in der Praxis

Dipl. Ing. Thomas Hering
www.thueringen.de/de/lll 

## Rechtliche Rahmenbedingungen (Holz)

für Anlagen im Rahmen der 1. BImSchV



§ 3

**Brennstoffe**

(1) In Feuerungsanlagen nach § 1 dürfen nur die folgenden Brennstoffe eingesetzt werden:

1. Steinkohlen, nicht pechgebundene Steinkohlenbriketts, Steinkohlenkoks,
2. Braunkohlen, Braunkohlenbriketts, Braunkohlenkoks,
3. Brenntorf, Presslinge aus Brenntorf,
- 3a. Grill-Holzkohle, Grill-Holzkohlebriketts nach DIN EN 1860, Ausgabe September 2005,
4. naturbelassenes stückiges Holz einschließlich anhafter Rinde, insbesondere in Form von Scheitholz und Hackschnitzeln, sowie Reisig und Zapfen,
5. naturbelassenes nicht stückiges Holz, insbesondere in Form von Sägemehl, Spänen und Schleifstaub, sowie Rinde,
- 5a. Presslinge aus naturbelassenem Holz in Form von Holzbriketts nach DIN 51731, Ausgabe Oktober 1996, oder in Form von Holzpellets nach den brennstofftechni-

Brennstoff nach § 3 Absatz 1	Nennwärmeleistung [Kilowatt]	Staub [g/m³]	CO [g/m³]
Nummer 1 bis 3a	≥ 4 ≤ 500	0,09	1,0
	> 500	0,09	0,5
Nummer 4 bis 5	≥ 4 ≤ 500	0,10	1,0
	> 500	0,10	0,5
Nummer 5a	≥ 4 ≤ 500	0,06	0,8
	> 500	0,06	0,5
Nummer 6 bis 7	≥ 30 ≤ 100	0,10	0,8
	> 100 ≤ 500	0,10	0,5
	> 500	0,10	0,3
Nummer 8 und 13	≥ 4 < 100	0,10	1,0
Nummer 1 bis 5a	≥ 4	0,02	0,4
Nummer 6 bis 7	≥ 30 ≤ 500	0,02	0,4
	> 500	0,02	0,3
Nummer 8 und 13	≥ 4 < 100	0,02	0,4

www.thueringen.de/de/ll 

Dipl. Ing. Thomas Hering

## Rechtliche Rahmenbedingungen (Halmgut)

für Anlagen im Rahmen der 1. BImSchV



Halmgut	1. BImSchV		
Leistungsbereich (FWL)	4 ≤ x < 100 kW		
	Neuanlagen	seit 22.03.2010	nach 31.12.2014
O <sub>2</sub> -Bezug		13 %	13 %
	nach		
CO	§ 5 Absatz 1	1,0 g/m <sup>3</sup>	0,4 g/m <sup>3</sup>
Staub	§ 5 Absatz 1	0,10 g/m <sup>3</sup>	0,02 g/m <sup>3</sup>
Besonderheiten	Anforderungen an die Kessel-Typenprüfung [nach 1. BImSchV Anlage 4 Punkt 2]		
	PCDD/F	0,1 ng/m <sup>3</sup>	0,1 ng/m <sup>3</sup>
	NO <sub>x</sub>	0,6 g/m <sup>3</sup>	0,5 g/m <sup>3</sup>
	CO	0,25 g/m <sup>3</sup>	0,25 g/m <sup>3</sup>

www.thueringen.de/de/ll 

Dipl. Ing. Thomas Hering

Rechtliche Rahmenbedingungen für Anlagen im Rahmen der 4. BImSchV										Freistaat Thüringen		Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft	
Grenzwerte in mg/Nm <sup>3</sup> bezogen auf 11 % O <sub>2</sub> (Entwurf EUDirective von 6 Vol-% auf 11 Vol-% umgerechnet)	Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft), Deutschland							Entwurf EU- Directive gem. Annex II		Entwurf EU- Directive gem. Annex III			
	naturbelassenes Holz			Halmgut	Altholz Kategorie 2			Anbau- und Reststoff-Biomasse inkl. Altholz Kategorie 2		Anbau- und Reststoff-Biomasse inkl. Altholz Kategorie 2			
	1 - 2,5 MW		2,5 - < 5 MW	5 - < 50 MW	1 - < 50 MW	1 - 2,5 MW		2,5 - < 5 MW	5 - < 50 MW	1 - 50 MW		1 - 5 MW	> 5 - 50 MW
	Bestand und Neu		Bestand und Neu	Bestand und Neu	Bestand und Neu	Bestand und Neu		Bestand und Neu	Bestand und Neu	Bestandsanlagen	neue Anlagen	Bestand und Neu	Bestand und Neu
SO <sub>2</sub>	-	-	-	350	-	-	-	133,4	133,4	133,4	133,4		
NO <sub>x</sub> (NO <sub>2</sub> )	250	250	250	400	400	400	400	433,6	200,1	133,4	96,7		
Partikel	100	50	20	20	50	50	20	20	13,3	6,7	3,3		

Dipl. Ing. Thomas Hering

[www.thueringen.de/de/lll](http://www.thueringen.de/de/lll) 

Inhaltsverzeichnis		Freistaat Thüringen		Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft	
<b>Einleitung</b>					
Rechtliche Rahmenbedingungen					
Klassifizierung von Brennstoffen					
Relevante physikalisch-mechanische bzw. chemisch-stoffliche Parameter					
Einschätzung von Brennstoff-Qualitäten und Feuerungstechnologien in der Praxis					

Dipl. Ing. Thomas Hering

[www.thueringen.de/de/lll](http://www.thueringen.de/de/lll) 

## Klassifizierung von Holzhackschnitzeln



**Tabelle 1 — Klassifizierung der Herkunft und Quellen von festen Biobrennstoffen**

1	Holzartige Biomasse	1.1 Wald- und Plantagenholz sowie anderes erntefrisches Holz	1.1.1 Vollbäume ohne Wurzeln	1.1.1.1 Laubbaumholz	April 2010 <b>N</b> 5-05;
				1.1.1.2 Nadelbaumholz	
				1.1.1.3 Kurzumtriebs-Plantagenholz	
				1.1.1.4 Büsche	
				1.1.1.5 Definierte und undefinierte Mischungen	
				1.1.2 Vollbäume mit Wurzeln	
			1.1.2.1 Laubbaumholz		
			1.1.2.2 Nadelbaumholz		
			1.1.2.3 Kurzumtriebs-Plantagenholz		
			1.1.2.4 Büsche		
			1.1.2.5 Definierte und undefinierte Mischungen		
			1.1.3 Stammholz		
			1.1.3.1 Laubbaumholz		
			1.1.3.2 Nadelbaumholz		
			1.1.3.3 Definierte und undefinierte Mischungen		
			1.1.4 Waldrestholz		
			1.1.4.1 Frischgrün, Laubbaumholz (mit Blättern)		
			1.1.4.2 Frischgrün Nadelbaumholz (mit Nadeln)		
1.1.4.3 Trocken, Laubbaumholz					
1.1.4.4 Trocken, Nadelbaumholz					
1.1.4.5 Definierte und undefinierte Mischungen					
1.1.5 Stümpfe/Wurzeln					
1.1.5.1 Laubbaumholz					
1.1.5.2 Nadelbaumholz					
1.1.5.3 Kurzumtriebs-Plantagenholz					
1.1.5.4 Büsche					
1.1.5.5 Definierte und undefinierte Mischungen					
1.1.6 Rinde (aus forstwirtschaftlichen Tätigkeiten)*					
1.1.7 Sortiertes Holz aus Gärten, Parks, der Straßenrandpflege, Wein- und Obstgärten					
1.1.8 Definierte und undefinierte Mischungen					

Dipl. Ing. Thomas Hering

www.thueringen.de/de/ll 

## Klassifizierung von Holzhackschnitzeln



**Tabelle 5 — Spezifikation der Eigenschaften von Holzhackschnitzeln**

<b>Haupttabelle</b>		Holzartige Biomasse (1)		
Herkunft: Nach 6.1 und Tabelle 1.		Holzhackschnitzel		
Handelsform		Holzhackschnitzel		
<b>Maße (mm), CEN/TS 15149-1, CEN/TS 15149-2</b>				
Normativ		Hauptanteil (mindestens 75 m-%) mm <sup>a</sup>	Feingutanteil m-% (< 3,15 mm)	Grobanteil (m-%), Maximallänge der Partikel, mm
	P16A <sup>c</sup>	3,15 ≤ P ≤ 16 mm	≤ 12 %	≤ 3 % > 16 mm und alle < 31,5 mm
	P16B <sup>c</sup>	3,15 ≤ P ≤ 16 mm	≤ 12 %	≤ 3 % > 45 mm und alle < 120 mm
	P45A <sup>c</sup>	8 ≤ P ≤ 45 mm	≤ 8 % <sup>b</sup>	≤ 6 % > 63 mm und höchstens 3,5 % > 100 mm, alle < 120 mm
	P45B <sup>c</sup>	8 ≤ P ≤ 45 mm <sup>b</sup>	≤ 8 % <sup>b</sup>	≤ 6 % > 63 mm and höchstens 3,5 % > 100 mm, alle < 350 mm
	P63 <sup>c</sup>	8 ≤ P ≤ 63 mm <sup>b</sup>	≤ 6 % <sup>b</sup>	≤ 6 % > 100 mm, alle < 350 mm
	P100 <sup>c</sup>	16 ≤ P ≤ 100 mm <sup>b</sup>	≤ 4 % <sup>b</sup>	≤ 6 % > 200 mm, alle < 350 mm
<b>Wassergehalt, Mf (m-% im Anlieferungszustand), EN 14774-1, EN 14774-2</b>				
M10	≤ 10 %			
M15	≤ 15 %			
M20	≤ 20 %			
M25	≤ 25 %			
M30	≤ 30 %			
M35	≤ 35 %			
M40	≤ 40 %			
M45	≤ 45 %			
M50	≤ 50 %			
M55	≤ 55 %			
M55+	> 55 % (Höchstwert ist anzugeben)			
<b>Aschegehalt, A (m-% auf wasserfreier Bezugsbasis), EN 14775</b>				
A0,5	≤ 0,5 %			
A0,7	≤ 0,7 %			
A1,0	≤ 1,0 %			
A1,5	≤ 1,5 %			
A2,0	≤ 2,0 %			
A3,0	≤ 3,0 %			
A5,0	≤ 5,0 %			
A7,0	≤ 7,0 %			
A10,0	≤ 10,0 %			
A10,0+	> 10,0 % (Höchstwert ist anzugeben)			

Dipl. Ing. Thomas Hering

www.thueringen.de/de/ll 

## Klassifizierung von Holzhackschnitzeln



**Tabelle 5 (fortgesetzt)**

<b>Heizwert, <math>Q</math> (MJ/kg oder kWh/kg im Anlieferungszustand) oder Energiedichte, <math>E</math> (MJ/m<sup>3</sup> Schüttvolumen oder kWh/m<sup>3</sup> Schüttvolumen), EN 14918</b>	
Kleinsten Wert ist anzugeben	
<b>Schüttdichte (BD) im Anlieferungszustand (kg/m<sup>3</sup>), EN 15103</b>	
BD150	≥ 150
BD200	≥ 200
BD250	≥ 250
BD300	≥ 300
BD350	≥ 350
BD400	≥ 400
BD450	≥ 450
BD450+	> 450 (kleinsten Wert ist anzugeben)
Die Angabe wird empfohlen, wenn der Handel auf Volumebasis erfolgt.	
<b>Ascheschmelzverhalten (°C), CEN/TS 15370-1</b>	
Erweichungstemperatur DT sollte angegeben werden.	
a	Die numerischen Werte (P-Klasse) der Maße sind auf die Partikelgrößen (Massenanteil mindestens 75 %) bezogen, die durch die angegebene Sieböffnungsgröße von runden Öffnungen (EN 15149-1) passen. Der Querschnitt der übergroßen Partikel muss für P16 < 1 cm <sup>2</sup> , für P45 < 5 cm <sup>2</sup> , für P63 < 10 cm <sup>2</sup> und P100 < 18 cm <sup>2</sup> sein.
b	Für Waldrestholz-Hackschnitzel, die feine Partikel wie Nadeln, Blätter und Zweige enthalten, ist der Hauptanteil für P45B 3,15 ≤ P ≤ 45 mm, für P63 3,15 ≤ P ≤ 63 mm, und für P100 3,15 ≤ P ≤ 100 mm und der Massenanteil an Feingut (< 3,15 mm) darf höchstens 25 % betragen.
c	Die Eigenschaftsklassen P16A, P16B und P45A sind für die Verwendung im nichtindustriellen Bereich bestimmt, die Eigenschaftsklassen P45B, P63 und P100 für die Verwendung im industriellen Bereich. Für die industriellen Klassen P45B, P63 und P100 darf der Massenanteil an Feingut von F04, F06, F08 genannt werden.

ANMERKUNG 6 Bei einigen Brennstoffen aus Biomasse, z. B. Eukalyptus, Pappel, Kurzumtriebs-Plantagenholz, sollte besonders auf das Ascheschmelzverhalten geachtet werden.

Dipl. Ing. Thomas Hering
www.thueringen.de/de/ll 

## Klassifizierung von Holzhackschnitzeln



DEUTSCHE NORM September 2011

	DIN EN 14961-4	DIN
<p>ICS 75.160.10</p> <p><b>Feste Biobrennstoffe – Brennstoffspezifikationen und -klassen – Teil 4: Holzhackschnitzel für nichtindustrielle Verwendung; Deutsche Fassung EN 14961-4:2011</b></p> <p>Solid biofuels – Fuel specifications and classes – Part 4: Wood chips for non-industrial use; German version EN 14961-4:2011</p> <p>Biocombustibles solides – Classes et spécifications des combustibles – Partie 4: Plaquettes de bois à usage non industriel; Version allemande EN 14961-4:2011</p>		

Dipl. Ing. Thomas Hering
www.thueringen.de/de/ll 

## Klassifizierung von Holzhackschnitzeln



DIN EN 14961-4:2011-09  
EN 14961-4:2011 (D)

**Tabelle 1 — Partikelgröße von Holzhackschnitzeln**

Maße, EN 15149-1			
P-Klasse	Hauptanteil (Massenanteil mindestens 75 %) mm <sup>a</sup>	Feingutanteil (< 3,15 mm) m-%	Grobanteil (m-%), Maximallänge der Partikel (mm), größter Querschnitt (cm <sup>2</sup> )
P16A	$3,15 \leq P \leq 16$	$\leq 12$	$\leq 3\% > 16\text{ mm}$ und alle $< 31,5\text{ mm}$ Querschnitt der übergroßen Partikel $< 1\text{ cm}^2$
P16B	$3,15 \leq P \leq 16$	$\leq 12$	$\leq 3\% > 45\text{ mm}$ und alle $< 120\text{ mm}$ Querschnitt der übergroßen Partikel $< 1\text{ cm}^2$
P31,5	$8 \leq P \leq 31,5$	$\leq 8$	$\leq 6\% > 45\text{ mm}$ und alle $< 120\text{ mm}$ Querschnitt der übergroßen Partikel $< 2\text{ cm}^2$
P45	$8 \leq P \leq 45$	$\leq 8$	$\leq 6\% > 63\text{ mm}$ und höchstens $3,5\% > 100\text{ mm}$ , alle $< 120\text{ mm}$ Querschnitt der übergroßen Partikel $< 5\text{ cm}^2$

<sup>a</sup> Die numerischen Werte (P-Klasse) der Maße sind auf die Partikelgrößen (Massenanteil mindestens 75 %) bezogen, die durch die angegebene Sieböffnungsgröße von runden Öffnungen (EN 15149-1) passen.

Dipl. Ing. Thomas Hering

www.thueringen.de/de/ll 

## Klassifizierung von Holzhackschnitzeln



DIN EN 14961-4:2011-09  
EN 14961-4:2011 (D)

**Tabelle 2 — Spezifikation von Holzhackschnitzeln für nichtindustrielle Verwendung**

Eigenschaftsklasse Bestimmungsverfahren	Einheit	A		B	
		1	2	1	2
Stickstoff, N, EN 15104	m-% wasserfrei	-	-	$N1.0 \leq 1,0$	
Schwefel, S, EN 15289	m-% wasserfrei	-	-	$S0.1 \leq 0,1$	
Chlor, Cl, EN 15289	m-% wasserfrei	-	-	$Cl0.05 \leq 0,05$	
Arsen, As, EN 15297	mg/kg wasserfrei	-	-	$\leq 1$	
Cadmium, Cd, EN 15297	mg/kg wasserfrei	-	-	$\leq 2,0$	
Chrom, Cr, EN 15297	mg/kg wasserfrei	-	-	$\leq 10$	
Kupfer, Cu, EN 15297	mg/kg wasserfrei	-	-	$\leq 10$	
Blei, Pb, EN 15297	mg/kg wasserfrei	-	-	$\leq 10$	
Quecksilber, Hg, EN 15297	mg/kg wasserfrei	-	-	$\leq 0,1$	
Nickel, Ni, EN 15297	mg/kg wasserfrei	-	-	$\leq 10$	
Zink, Zn, EN 15297	mg/kg wasserfrei	-	-	$\leq 100$	

<sup>a</sup> Mit Ausnahme von Klasse 1.1.1.3 Kurzumtriebs-Plantagenholz, wenn Grund zu der Vermutung besteht, dass eine Verunreinigung des Bodens vorliegt, die Anpflanzung der Speicherung von Chemikalien gedient hat oder wenn die holzartige Biomasse mit Klärschlamm (aus der Abwasseraufbereitung oder chemischen Prozessen) gedüngt wurde.

<sup>b</sup> Mit Ausnahme der Klassen 1.1.5 Stümpfe/Wurzeln und 1.1.6 Rinde.

<sup>c</sup> Es ist die tatsächliche Eigenschaftsklasse für den Wassergehalt anzugeben. Klasse M10 für den Wassergehalt gilt für künstlich getrocknete Holzhackschnitzel.

<sup>d</sup> Es ist die tatsächliche Eigenschaftsklasse für die Schüttdichte anzugeben. Die Schüttdichte ist bei Nadelholz (BD150) geringer als bei Laubholz (BD200), siehe informativen Anhang A.

Dipl. Ing. Thomas Hering

www.thueringen.de/de/ll 

Freistaat Thüringen  
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft

## Inhaltsverzeichnis

**Einleitung**

Rechtliche Rahmenbedingungen

Klassifizierung von Brennstoffen

**Relevante physikalisch-mechanische bzw. chemisch-stoffliche Parameter**

Einschätzung von Brennstoff-Qualitäten und Feuerungstechnologien in der Praxis

Dipl. Ing. Thomas Hering
www.thueringen.de/de/lll

Freistaat Thüringen  
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft

## Relevante physikalisch-mechanische bzw. chemisch-stoffliche Parameter

**Physikalisch-mechanische Brennstoffeigenschaften z.B.**

- Wassergehalt ⇒ Lagerungsfähigkeit, ~verluste  
⇒ Heizwert, Effizienz, Emissionen
- Korngröße / Partikelgrößenverteilung ⇒ Auslegung Zuführungstechnologie,  
⇒ Störanfälligkeit
- Schütt-, Lagerdichte ⇒ Baumart, Wassergehalt, Hackgutgröße  
⇒ Lagerkapazitäten, Transportkosten

**Chemisch-stoffliche Brennstoffeigenschaften z.B.**

- Aschegehalt ⇒ Auslegung Austragsystem
- Stickstoff ⇒ NO<sub>x</sub>-Emissionen
- Schwefel ⇒ SO<sub>x</sub>-Emissionen, Korrosion
- Chlor ⇒ HCl-, PCDD/F-Emissionen, Korrosion
- Kalium ⇒ Ascheschmelzverhalten, Korrosion
- Natrium ⇒ Ascheschmelzverhalten, Korrosion
- Calcium ⇒ Ascheschmelzverhalten
- aerosolbildene Stoffe, z.B. S, Cl, K ⇒ Staubemission
- div. Schwermetalle, z.B. Cd ⇒ Ascheverwertung nach DVO

Dipl. Ing. Thomas Hering
www.thueringen.de/de/lll

**Methoden**

Freistaat Thüringen Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft

Probenahme angelehnt an DIN EN 14778



Nach Absprache mit Auftraggeber modifiziert nach Probenahme für Kompost TLL (2004)

Anlieferung der Hackschnitzelproben Fläche Sandschlag am Heizkraftwerk Alperstedt 11.05.2010

www.thueringen.de/de/tll

Dipl. Ing. Thomas Hering

**Methoden**

Freistaat Thüringen Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft

Probenteilung angelehnt an CEN/TS 14780



Dipl. Ing. Thomas Hering

www.thueringen.de/de/tll

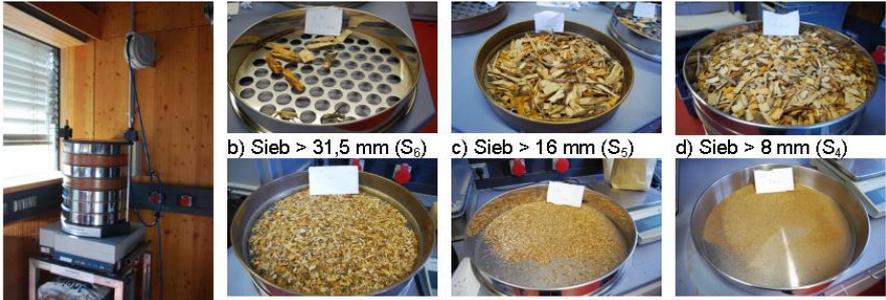
**Methoden**

Freistaat Thüringen  
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft

Analyse Wassergehalt bzw. Korngröße

Bestimmung des gravimetrischen Wassergehaltes nach DIN EN 14774-3

Bestimmung der Partikelgrößen mit Rüttelsiebverfahren nach DIN EN 15149-1



a) Rüttelsieb + Siebe    b) Sieb > 31,5 mm (S<sub>6</sub>)    c) Sieb > 16 mm (S<sub>5</sub>)    d) Sieb > 8 mm (S<sub>4</sub>)  
e) Sieb > 3,15 mm (S<sub>3</sub>)    f) Sieb > 1 mm (S<sub>2</sub>)    g) Sieb < 1 mm (S<sub>1</sub>)

Dipl. Ing. Thomas Hering

www.thueringen.de/de/lll 

**Inhaltsverzeichnis**

Freistaat Thüringen  
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft

**Einleitung**

Rechtliche Rahmenbedingungen

Klassifizierung von Brennstoffen

Relevante physikalisch-mechanische bzw. chemisch-stoffliche Parameter

Einschätzung von Brennstoff-Qualitäten und Feuerungstechnologien in der Praxis

Dipl. Ing. Thomas Hering

www.thueringen.de/de/lll 

Projekt „Biodiversität und Energieholz - Die Nutzung von Energieholz als Ansatz zur Erhaltung und Entwicklung national bedeutsamer Lebensräume“

Freistaat Thüringen Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft

Teilprojekt „Analyse der Hackschnitzelqualität“

biodiversität UND ENERGIEHOLZ

Dipl. Ing. Thomas Hering

www.thueringen.de/de/llf

Relevante physikalisch-mechanische bzw. chemisch-stoffliche Parameter (Wassergehalte - Landschaftspflegeholz)

Freistaat Thüringen Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft

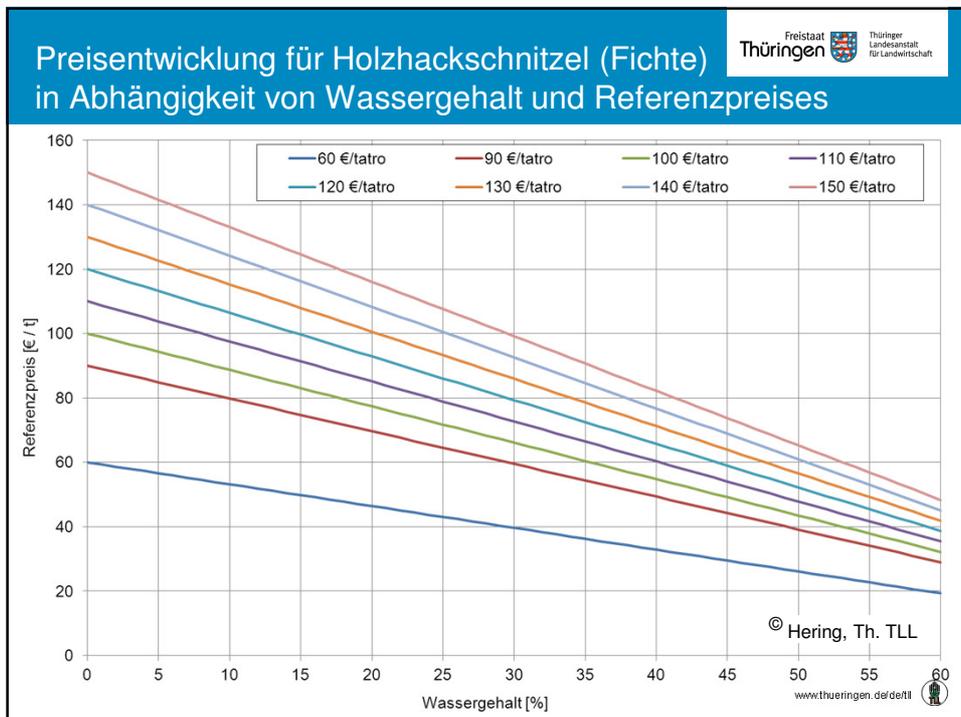
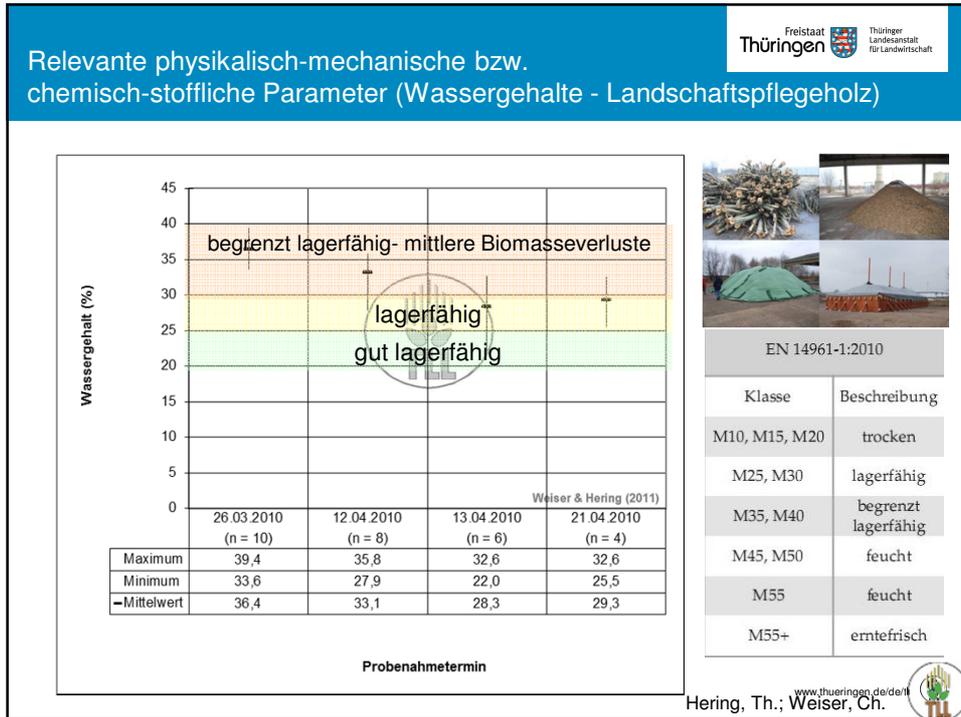
		Weiser & Hering (2012)										
		1/1	3/1	4/1	4/3	1/5	3/2	7/1	1/4	2/4	11/1	5/1
		(n = 28)	(n = 6)	(n = 4)	(n = 4)	(n = 3)	(n = 3)	(n = 6)	(n = 3)	(n = 4)	(n = 4)	(n = 2)
Maximum	38,0	49,9	46,0	52,1	50,7	52,8	41,0	45,4	42,7	31,7	31,4	
Minimum	22,3	46,6	37,6	43,5	47,5	51,8	32,5	37,7	39,4	21,1	26,1	
- Mittel	32,7	48,4	41,6	47,5	49,3	52,2	38,4	42,1	41,6	26,4	28,7	

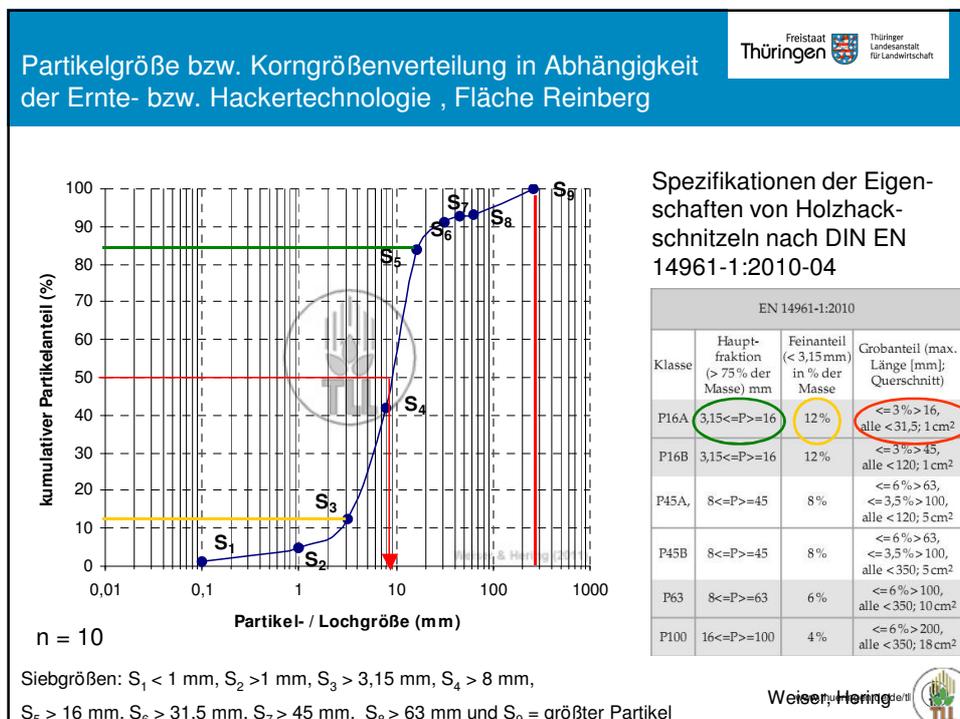
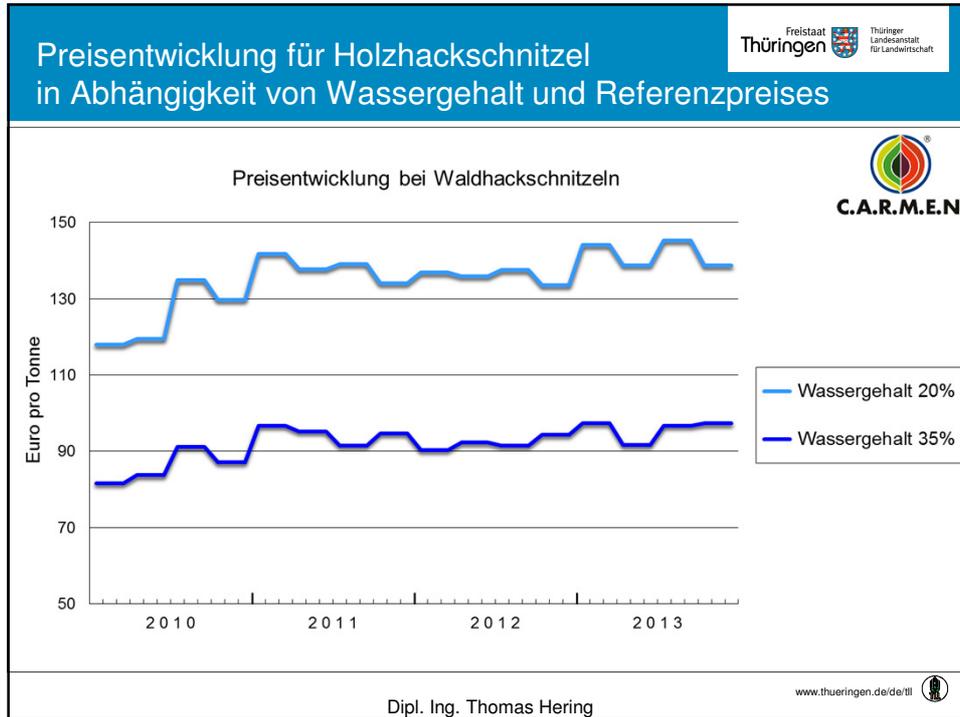
Probenherkunft

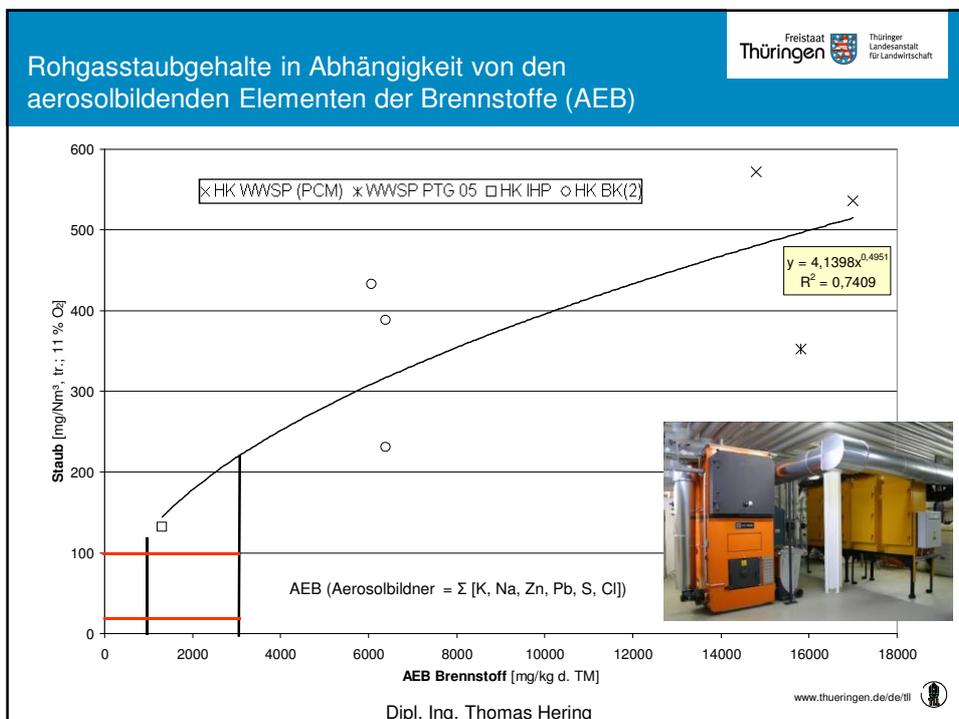
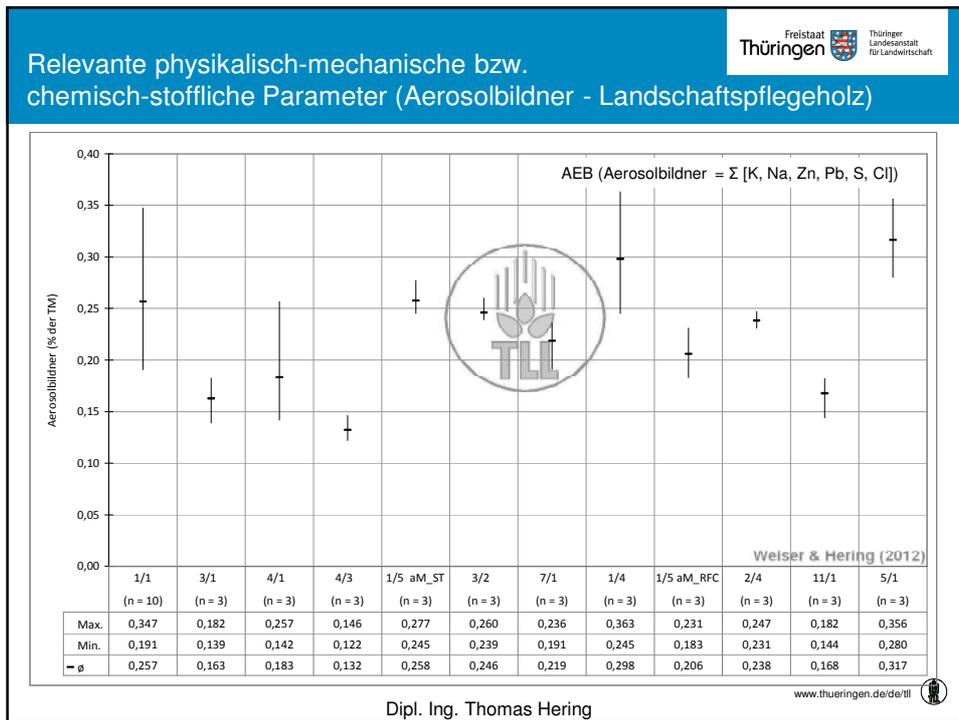
EN 14961-1:2010	
Klasse	Beschreibung
M10, M15, M20	trocken
M25, M30	lagerfähig
M35, M40	begrenzt lagerfähig
M45, M50	feucht
M55	feucht
M55+	erntefrisch

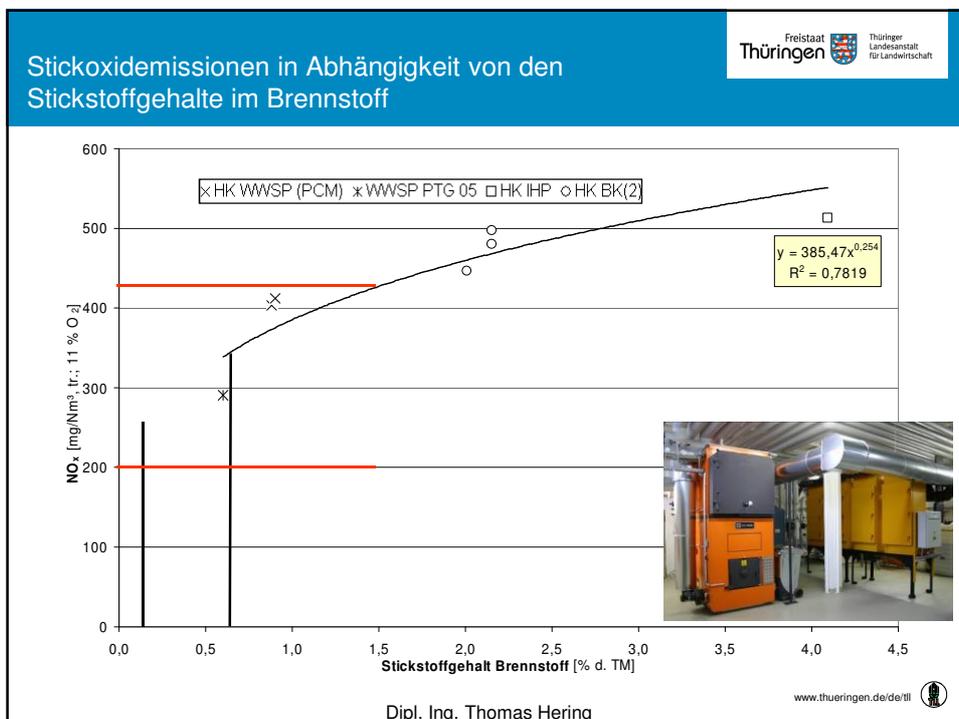
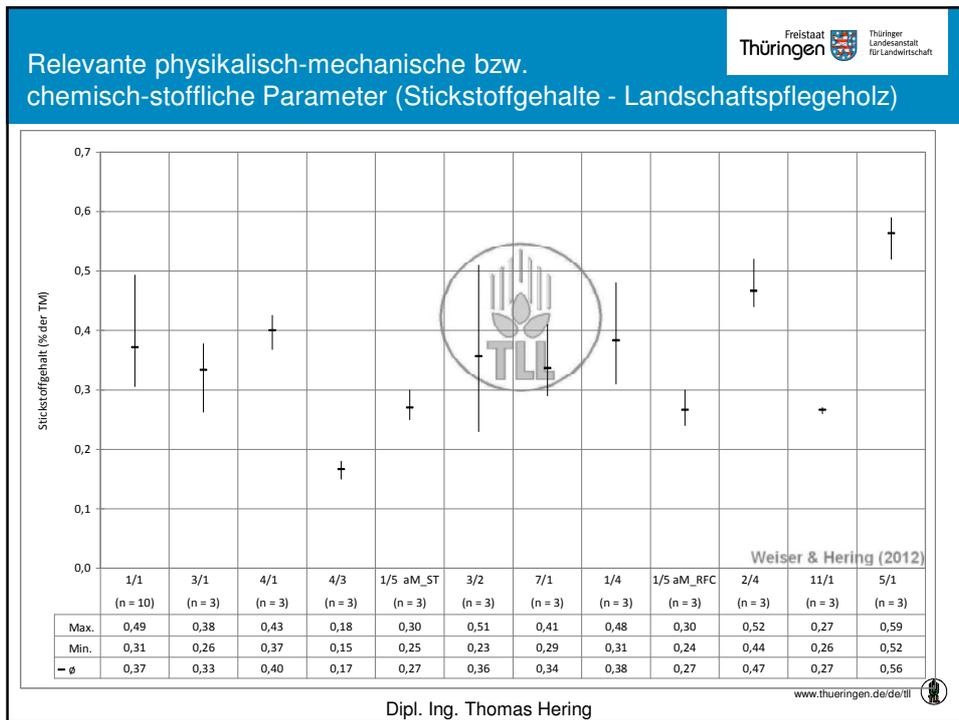
Hering, Th.; Weiser, Ch.

www.thueringen.de/de/llf









Messungen im Rahmen des FNR DM-Projektes „Eignung und Optimierung von Halmgutpresslingen für kleine und mittlere Feuerungsanlagen“ (Messungen mit Stroh bzw. Strohpellets)

Freistaat Thüringen Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft

Dipl. Ing. Thomas Hering

www.thueringen.de/de/tll

