

## Qualitätsanforderungen für die Nutzung von Agrarholz

R. Wirkner, David Peetz, Thomas Zeng



© Anklam Bioethanol GmbH

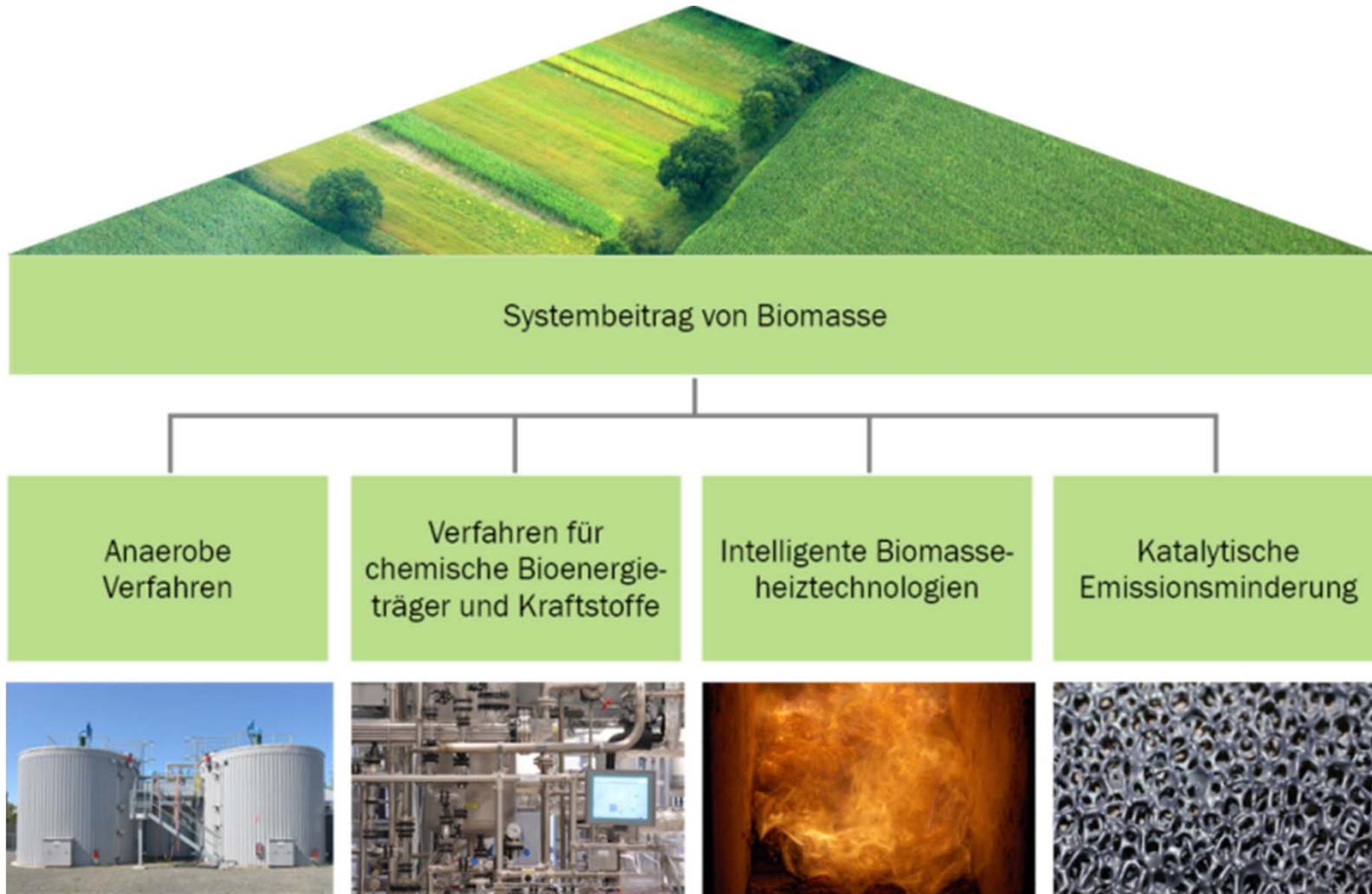
Anwenderseminar/Fachgespräche feste Biomasse: Ernte und Verwertung von Holz aus Kurzumtriebsplantagen, 28.01.2016, Lehr- und Versuchsgut Köllitsch

# AGENDA

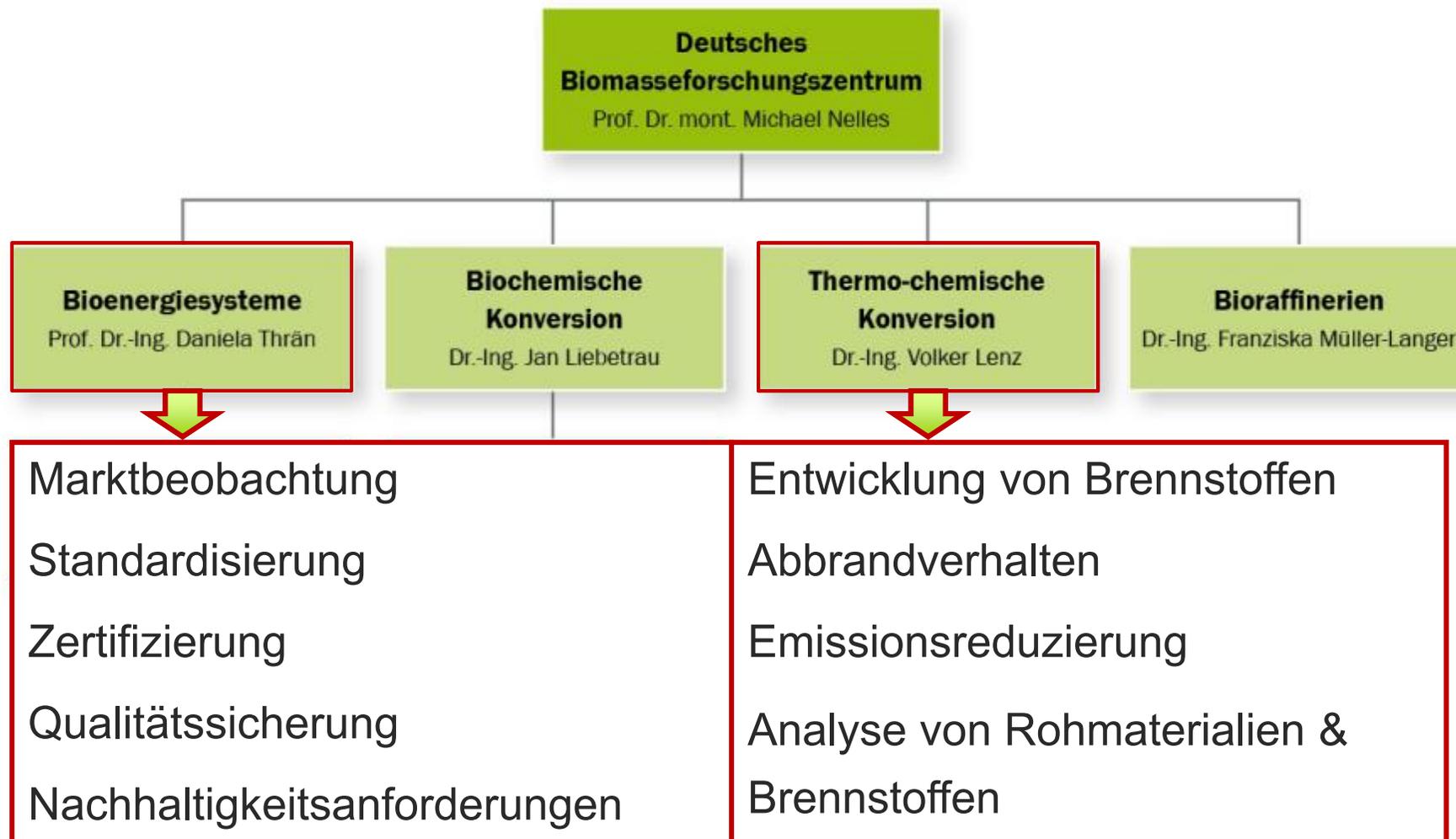


- **Einleitung**
- **Status Quo Agrarholz in Deutschland**
- **Brennstoffeigenschaften von Agrarholz im Vergleich**
- **Wesentliche Brennstoffparameter von HHS**
- **Aktueller Einsatz von KUP zur (Strom-) Wärmegewinnung**
- **Stoffliche Anwendungsmöglichkeiten**
- **Exkurs Qualitätssicherung**
- **Fazit und Ausblick**

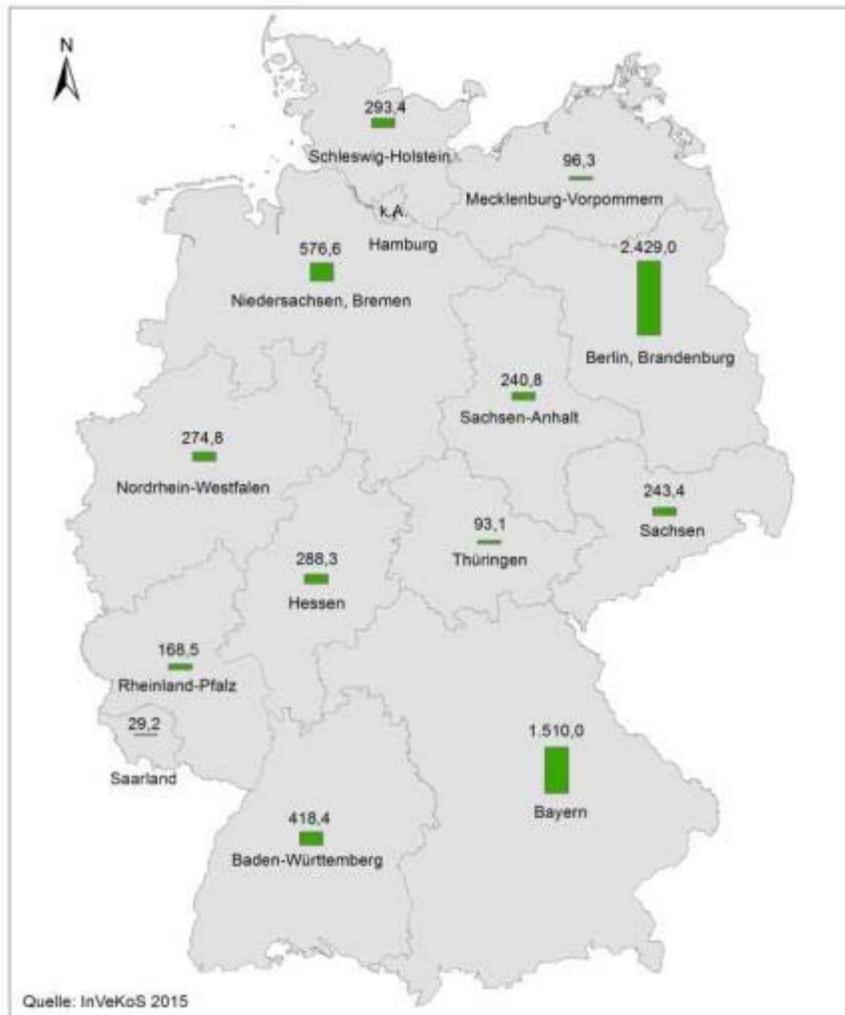
# Die Forschungsschwerpunkte des DBFZ



# Forschungsbereiche am DBFZ



# Agrarholzanbau in Deutschland 2015



## KUP-Flächen 2015\* (ha)

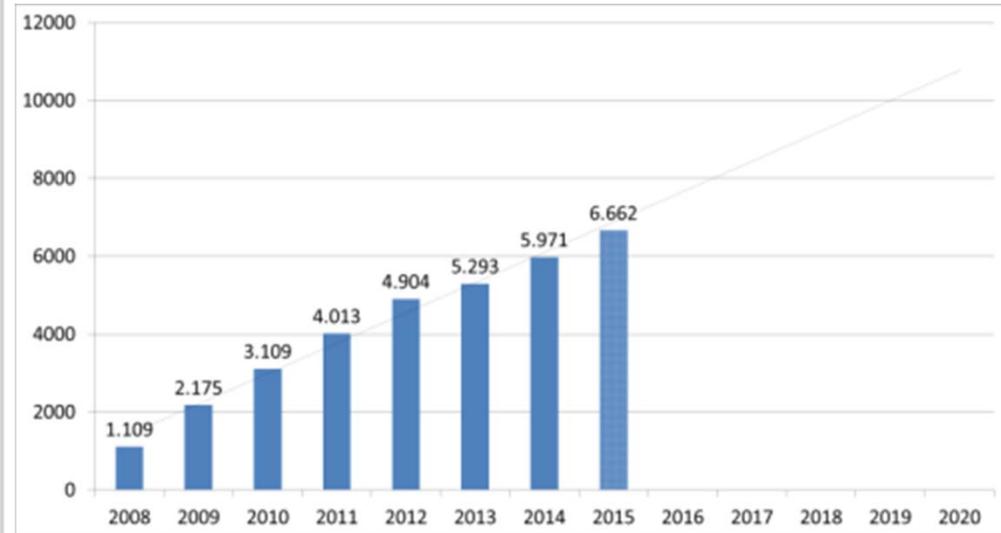
KUP Gesamt (6.661,8 ha)

\* Vorläufige Schätzung



01/2016

© Deutsches Biomasseforschungszentrum gGmbH

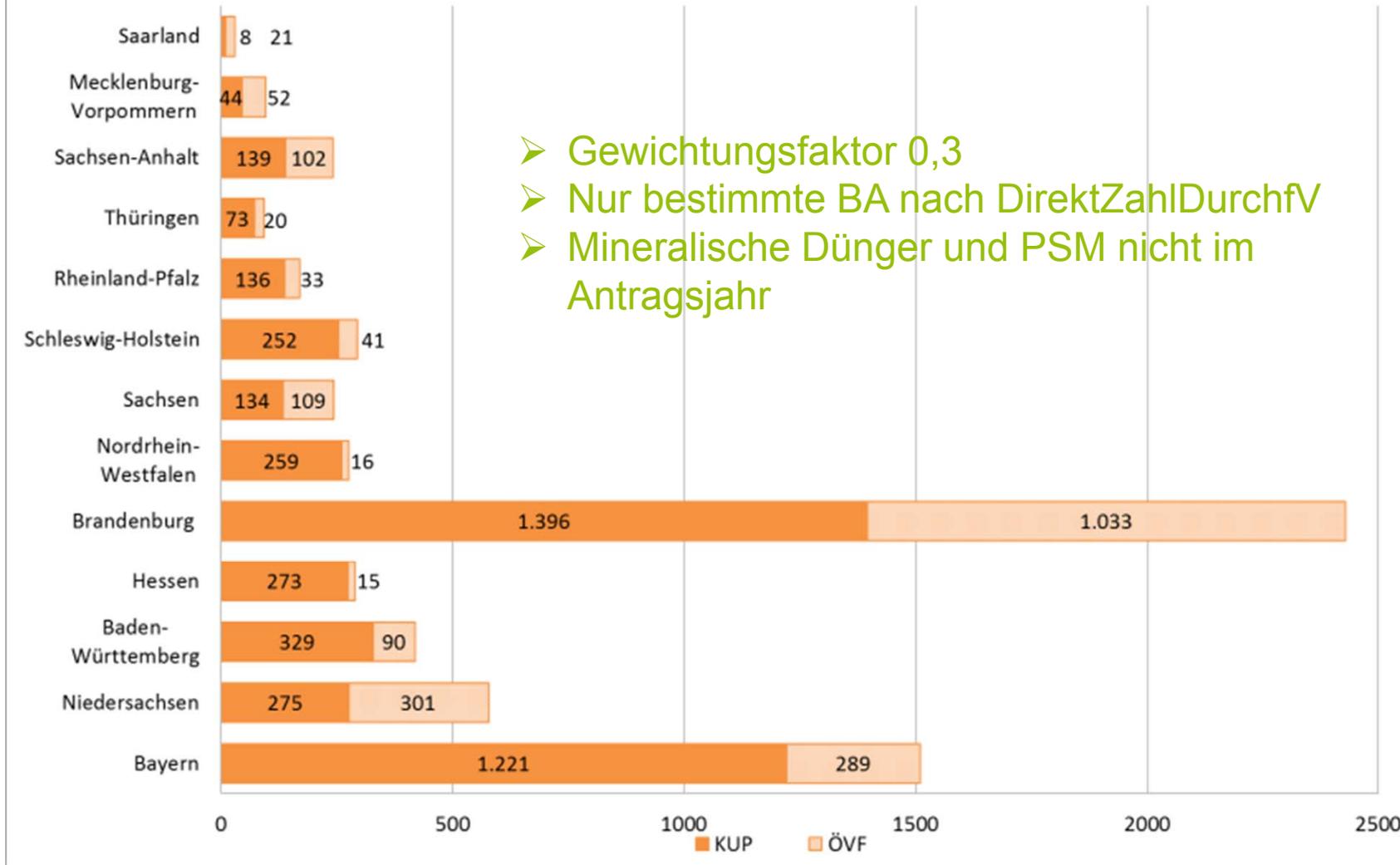


- Etablierung von Agrarholz verhältnismäßig langsam
- Größte Flächenanteile in Brandenburg und Bayern
- National überwiegen Flächengrößen unter 2ha

# Anteil von Agrarholz an ökologischen Vorrangflächen (Greening)



Anbauflächen von KUP in Hektar nach Bundesländern in 2015



- Gewichtungsfaktor 0,3
- Nur bestimmte BA nach DirektZahlDurchfV
- Mineralische Dünger und PSM nicht im Antragsjahr

# Klassische KUP-Systeme in der Landwirtschaft



# Alternative KUP-Systeme

## - Ackerbau und Energieholzstreifen -



Quelle: Bärwolff , TLL 2012.

# Alternative KUP-Systeme

## - Hühnerhaltung und Energieholz -



Quelle: Spangenberg et al. 2012

# Brennstoffqualität von Holzhackschnitzeln



## Welche Qualität benötigt meine Konversionsanlage/HHS-Heizung?

- **Insbesondere Kleinfeuerungsanlagen benötigen für entsprechende Automatisierung und wartungsarmen Betrieb eine gleichbleibende, definierte Brennstoffqualität**
  
- **Orientierung an internationalen Brennstoffnormen**
  - DIN EN 14961 oder ÖNorm M7133
  - Ersetzt ab 2014 durch die DIN EN ISO 17225-4 (HHS für kleine Hackschnitzelfeuerungen)
  - Definition von drei Partikelgrößenklassen<sup>1</sup> P16S, P31S, P45S (Hauptfraktion, Feinanteil, Grobanteil, max. Länge, max. Querschnittsfläche)

<sup>1</sup> Partikelgröße bezogen auf Sieböffnungsgröße von runden Öffnungen gemäß ISO 17827-1

# Herkunft & Quelle der Hackschnitzel

– DIN EN ISO 17225-4 –



Eingeschränkt zulässig!

Uneingeschränkt zulässig!

A1	A2	B1	B2
1.1.1 Vollbäume ohne Wurzeln <sup>a</sup>	1.1.1 Vollbäume ohne Wurzeln <sup>a</sup>	1.1 Wald- und Plantagenholz sowie anderes naturbelassenes Holz <sup>b</sup>	1.1 Wald- und Plantagenholz sowie anderes naturbelassenes Holz <sup>b</sup>
1.1.3 Stammholz	1.1.3 Stammholz		
1.1.4 Waldrestholz	1.1.4 Waldrestholz		
1.2.1 Chemisch unbehandelte Holzurückstände	1.2.1 Chemisch unbehandelte Holzurückstände	1.2.1 Chemisch unbehandelte Holzurückstände	1.2. Restholz aus der Industrie 1.3. Gebrauchtholz, chem. unbehandelt

<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.

# Brennstoffanforderungen KUP-HHS

– DIN EN ISO 17225-4 –



Eigenschaften	Einheit	Holzhackschnitzel DIN EN ISO 17225-4		KUP EN 14961-1
		A (A1 / A2)	B (B1 / B2)	(Weide / Pappel)
Herkunft		Ganze Bäume, Stammholz, chemisch unbehandelte Holzrückstände	Ganze Bäume, Stammholz, KUP, chemisch unbehandeltes Gebrauchtholz, sortiertes Holz aus Gärten, Parks, der Straßenrandpflege,...	Weide/Pappel
Heizwert	MJ/kg	Mindestwert ist	Mindestwert ist	18,4
Wassergehalt	Ma.-%	$\leq 10 / 25$ (A1) $\leq 35$ (A2)	Maximalwert ist anzugeben	40 – 60 20-30 (lutro)
Aschegehalt	Ma.-% (wf)	$\leq 1,0$ (A1) $\leq 1,5$ (A2)	$\leq 3,0$	2,0
Stickstoff, N	Ma.-% (wf)	-	$\leq 1,0$	0,4-0,5
Schwefel, S	Ma.-% (wf)	-	$\leq 0,1$	0,03-0,05
Chlor, Cl	Ma.-% (wf)	-	$\leq 0,05$	0,01-0,03 <sup>12</sup>

gezielte Trocknung notwendig!?

40 – 60  
20-30 (lutro)

2,0

# Brennstoffanforderungen KUP-HHS

– DIN EN ISO 17225-4 –



Eigenschaften	Einheit	Holzhackschnitzel DIN EN ISO 17225-4		KUP EN 14961-1 (Weide / Pappel)
		A (A1 / A2)	B (B1 / B2)	
Arsen, As	mg/kg (wf)	-	$\leq 1,0$	< 0,1
Cadmium, Cd	mg/kg (wf)	-	$\leq 2,0$	0,5 - 2
Chrom, Cr	mg/kg (wf)	-	$\leq 10$	1,0
Kupfer, Cu	mg/kg (wf)	-	$\leq 10$	3,0
Blei, Pb	mg/kg (wf)	-	$\leq 10$	0,1
Quecksilber, Hg	mg/kg (wf)	-	$\leq 0,1$	< 0,03
Nickel, Ni	mg/kg (wf)	-	$\leq 10$	0,5
Zink, Zn	mg/kg (wf)	-	$\leq 100$	50-70

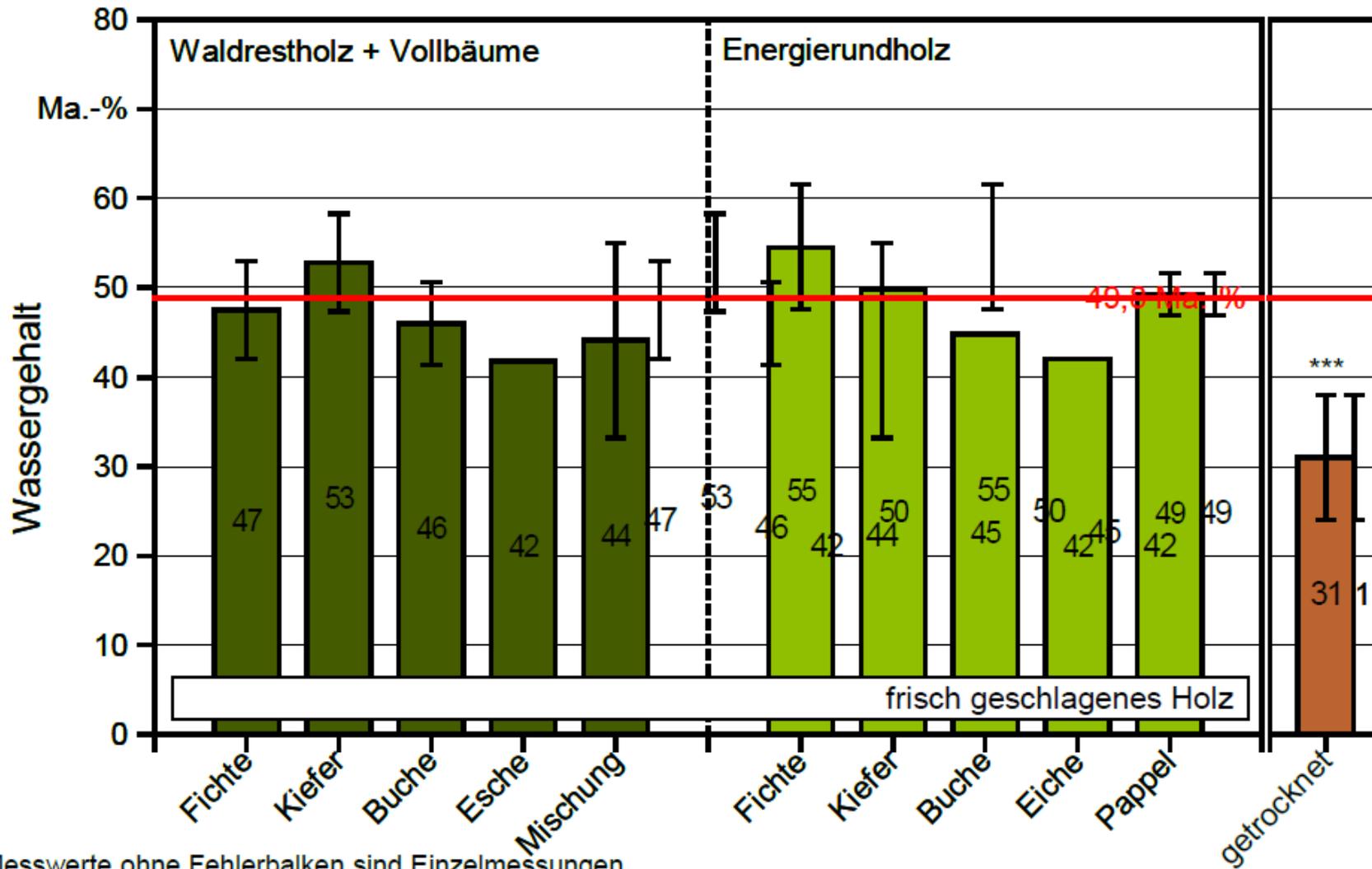
# Vergleich Hackschnitzelqualitäten

– DIN EN ISO 17225-4 /1



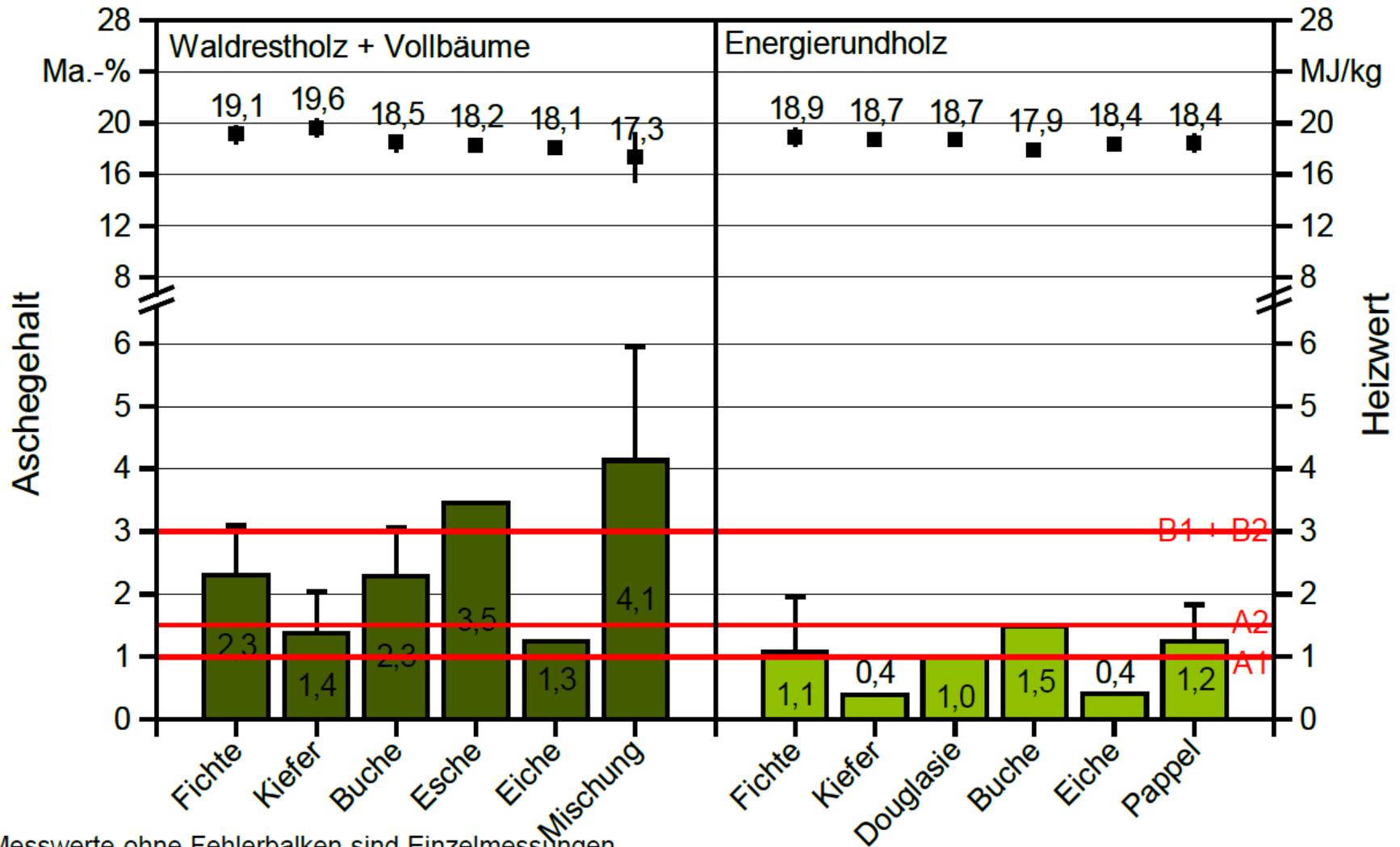
Parameter	Einheit	DIN EN ISO 17225-4	Waldrestholz EN 14961-1		Landschaftspflegeholz	KUP EN 14961-1
		(B1/B2)	Nadelholz	Laubholz		(Weide/Pappel)
Aschegehalt	Ma.-% (wf)	≤ 3,0	3,0	5,0	1-5	2,0
Stickstoff	Ma.-% (wf)	≤ 1,0	0,5	0,5	0,2 - 1,32	0,4-0,5
Schwefel	Ma.-% (wf)	≤ 0,1	< 0,02	0,04	0,03 - 0,25	0,03-0,05
Chlor	Ma.-% (wf)	≤ 0,05	0,01	0,01	0,016 - 0,15	0,01-0,03
Cadmium	Ma.-% (wf)	≤ 2,0	0,2	0,5	0,1 - 1,5	0,5-2,0
Blei	Ma.-% (wf)	≤ 10	1,3	1,5	7 - 130	0,1
Zink	Ma.-% (wf)	≤ 100	20	50	21-124	50-70

# Brennstoffparameter Wassergehalt



Messwerte ohne Fehlerbalken sind Einzelmessungen

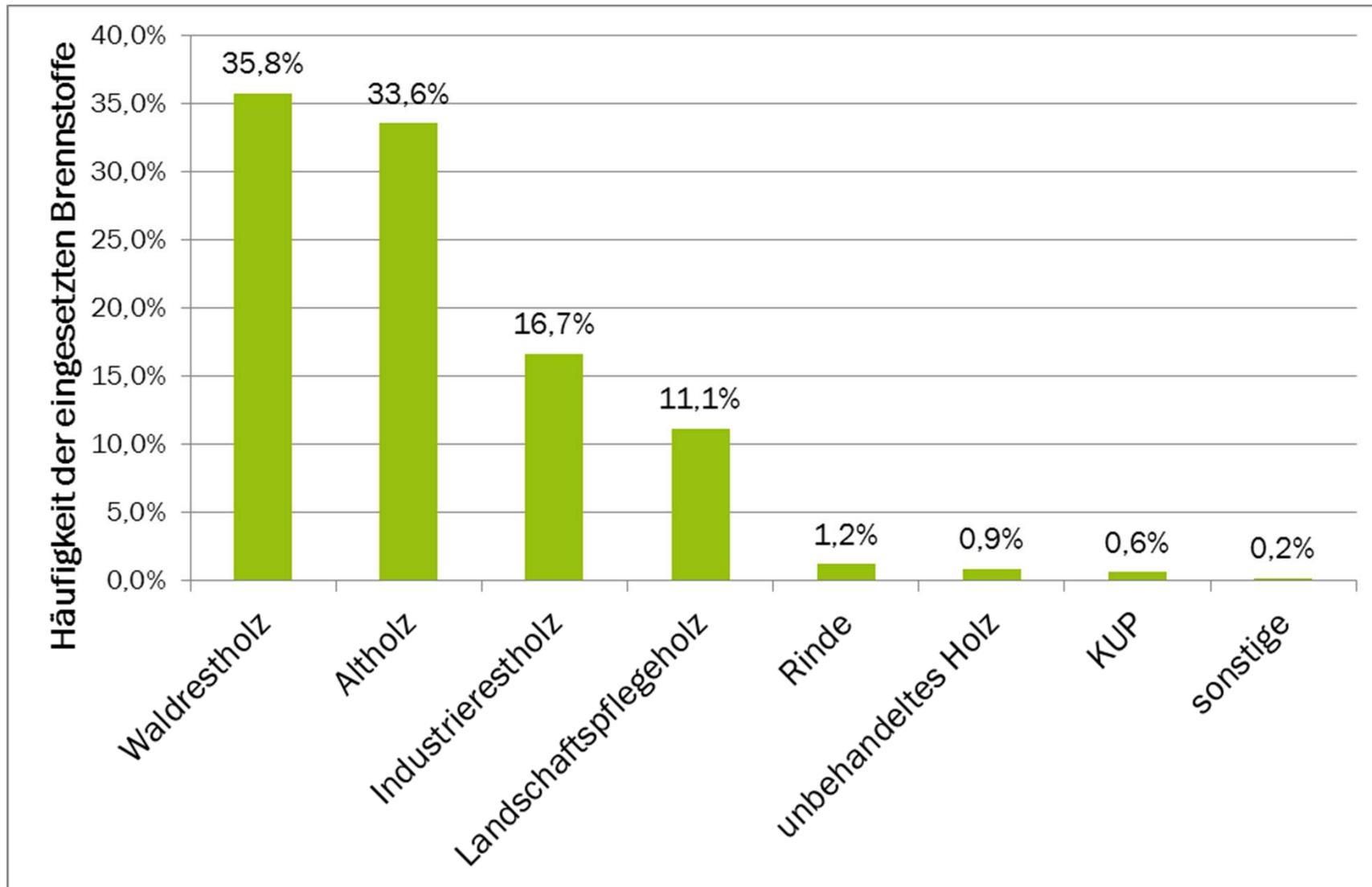
# Brennstoffparameter Aschegehalt



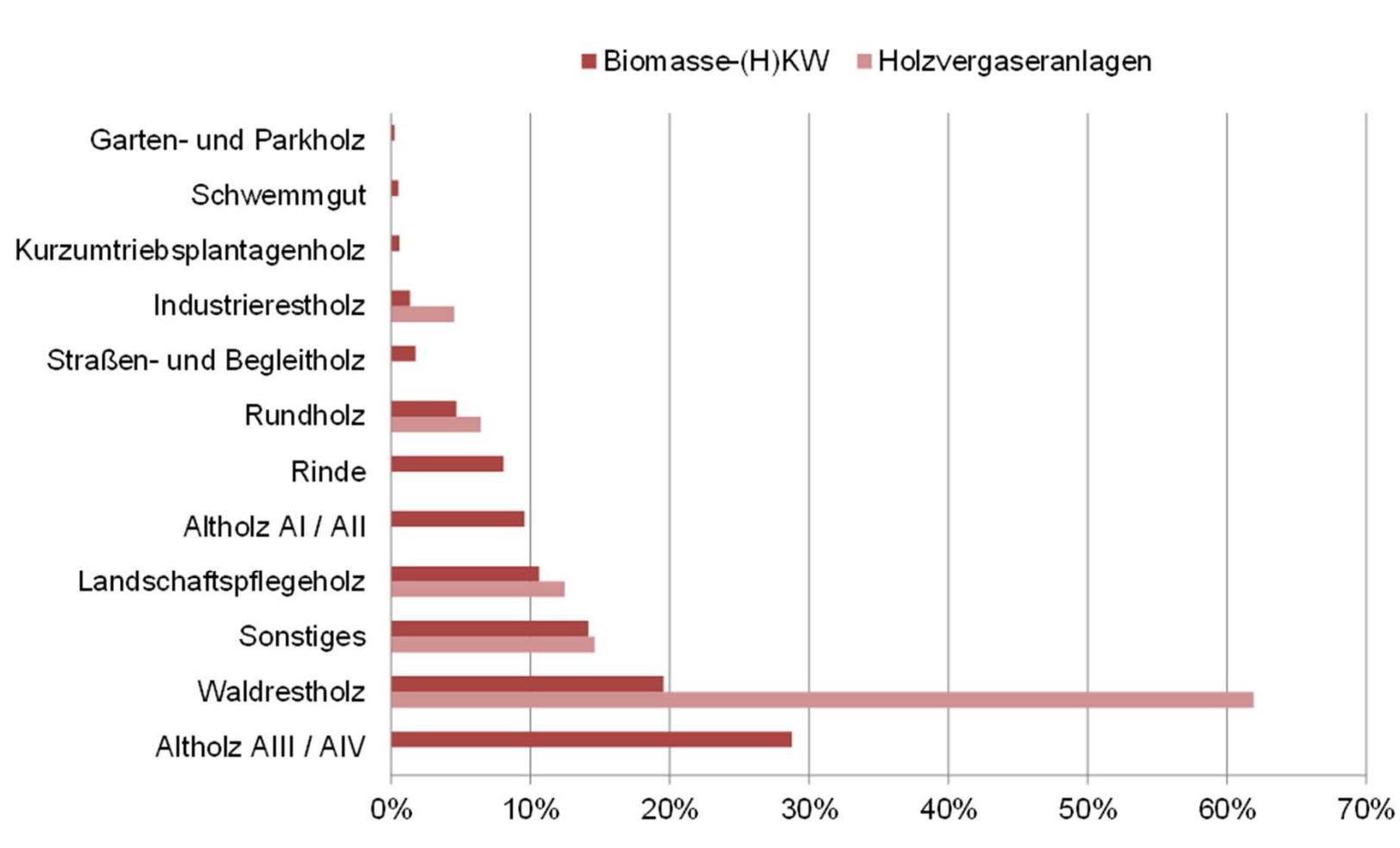
Messwerte ohne Fehlerbalken sind Einzelmessungen

# Einsatz holzartiger Brennstoffe in Heizwerken

(Mehrfachnennungen je Anlage möglich)



# Einsatz holzartiger Brennstoffe in Biomasse-(H)KW / Holzvergaseranlagen



Quelle: Verteilung des Brennstoffeinsatzes, bezogen auf die gesamte Trockenmasse (DBFZ-Betreiberbefragung 2015, gesamte Trockenmasse = 1,698 Mio. tatro)

# Betreiberbefragung KUP-Anlagen

– DIN EN ISO 17225-4 /1–



Abfrageparameter	Betreiberüberblick (gewichtet)
Leistung:	10 - 1.200kW NWL (Grundlastkessel)
Feuerungsprinzip:	Sowohl Unterschub- als auch Vorschubfeuerung
Lagerung der HHS:	Lose Schüttungen, teilweise Überdacht (Dombelüftung)
Wärmeabnehmer:	Wohngebäude, Hotel, Schwimmbad, kommunale Einrichtung
Brennstoffeinsatz:	Waldrestholz, Landschaftspflegeholz, KUP als Erst- oder Zweitbrennstoff
Störungen:	Lagerung (Biomasseabbau, Geruchsbelästigung) Brennstoffqualität (Wassergehalt, ungenügende Trocknung)

# Emissionsgrenzwerte

– Novellierung 1.BImSchV (I) –



**Novellierte Fassung (aktueller Stand):**

**Leistungsgrenze von 15 kW auf 4 kW gesenkt**

**Bsp. KUP-HHS Gültigkeitsgrenze (4kW-1000kW)**

**Senkung der Grenzwerte für Staub von 150 mg/Nm<sup>3</sup>:**

**→ ab 1.1.2015 Neuanlagen nur noch 20 mg/Nm<sup>3</sup>**



**regelmäßige Messungen für alle Feuerungen**

**Installation eines Pufferspeicher – Ausnahme:**

Automatische Anlagen, die bei kleinster einstellbarer Leistung die Grenzwerte einhalten

Anlagen für Grund- und Mittellast

Anlagen, die ausschließlich bei Volllast betrieben werden

**Feuchtegehalt von biogenen Festbrennstoffen < 25 % (bezogen auf Trockengewicht); Ausnahme sind nach Angaben des Herstellers geeignete, automatisch beschickte Anlagen**

# Emissionsgrenzwerte

## - Novellierung 1. BImSchV (II) -



1. BImSchV		Stufe 1		Stufe 2		
		Anlagen die nach dem 22. März 2010 errichtet wurden		Anlagen die nach dem 31. Dezember 2014 errichtet werden		
Brennstoff nach § 3 Absatz 1		Nennwärmeleistung	Staub	CO	Staub	CO
Nr.	Bezeichnung	(kW)	(g/m <sup>3</sup> )	(g/m <sup>3</sup> )	(g/m <sup>3</sup> )	(g/m <sup>3</sup> )
4	naturbelassenes stückiges Holz einschl. anhaftender Rinde (Scheitholz*, <b>Hackschnitzel</b> , Reisig, Zapfen)	≥ 4 ≤ 500	0,10	1,00	0,02	0,40
5	naturbelassenes nicht stückiges Holz (Sägemehl, Spänen, Schleifstaub, Rinde)	≥ 500	0,10	0,50		
	Presslinge aus naturbelassenen Holz	≥ 4 ≤ 500	0.06	0.80		

So entsteht die Nachfrage nach einem Brennstoff, der aufgrund seiner optimierten Brennstoffeigenschaften positiv auf das Emissionsverhalten wirken kann.

→ **Verbundprojekt „qualiS“** (Brennstoffqualifizierung und Qualitätsmanagement in der Hackschnitzelproduktion als Beitrag zur Emissionsminderung und Nachhaltigkeit)

gefördert durch: FNR, BMEL

Projektteam: BBE, TFZ, LWF, DBFZ, HAWK

Projektlaufzeit: 01.06.2015 bis 31.11.2016

Infos unter: [www.qualis-holzenergie.de](http://www.qualis-holzenergie.de)

→ **Fachgespräch „Feste Biomasse“** in Planung (Thema: Qualitätssicherung von HHS)

Wo? DBFZ

Wann? September/Oktober

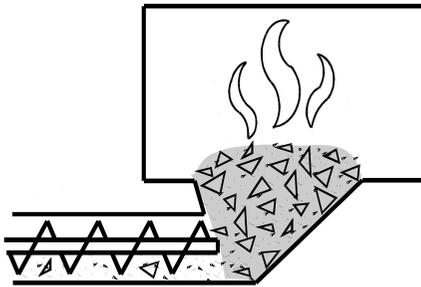
Infos unter: (zu gegebener Zeit) [www.dbfz.de](http://www.dbfz.de)

# Verbrennungstechnologien

## – Verbrennungsprinzipien HHS-Feuerung –

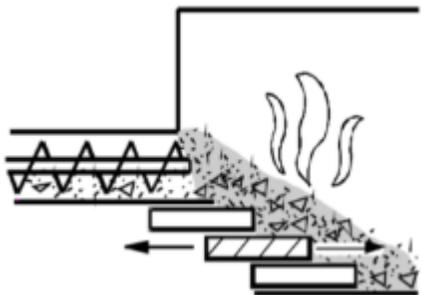


### Unterschubfeuerung



- einfache und robuste Anlagen (20 kW – 2,5 MW)
- Brennstoff- bzw. Aschetransport durch Brennstoffzufuhr
- Für folgende Brennstoffe geeignet:
  - Wassergehalt 5 - 35 Ma.-% entsprechend Anlagenauslegung
  - Aschegehalt < 1 Ma.-%
  - feinkörnige und gleichmäßige Beschaffenheit

### Vorschubfeuerung



- Kompliziertere Anlagen (20 kW – 60 MW)
- Brennstoff- bzw. Aschetransport durch Rostbewegung
- Trennung der Verbrennungszonen auf dem Rost
- Für folgende Brennstoffe geeignet:
  - Wassergehalt 5 - 60 Ma.-%, entsprechend Anlagenauslegung
  - Aschegehalt < 5 Ma.-%,
  - feinkörnige Beschaffenheit → Schneckenzufuhr, grobkörnige Beschaffenheit → Kolbenzufuhr

# Exkurs stoffliche Nutzung von Agrarholz



## Lignocellulose für Bioraffinerie

- **Untersuchte Rohstoffe: HHS-Buche (+12,5% Rinde vgl. Waldrestholz), HHS-Buche WRH, HHS-Pappel (KUP)**

Rohstoff	Trockengehalt [%]	Rindenanteil [%]	Asche [%]	Kohlenhydrate* [%]	Lignin [%]
Buche	60	12,5	1,0	58,9	23,7
Buche WRH	60	12,5	1,3	60,3	25,6
<b>Pappel KUP</b>	<b>47</b>	<b>17</b>	<b>1,6</b>	<b>56,6</b>	<b>20,3</b>

Quelle: Uni-HH/TI \* Glucose, Mannose, Cellobiose, Rhamnose, Arabinose etc.

- **Pappel geringerer Gehalt an Hemicellulosen → begünstigt BR-Verwendung**
- **Höherer Anteil an Hydrolyse-Lignin im Vergleich zur Buche**
  - Nutzungsmöglichkeiten (Phenolharze, Synthese von Polyurethanschäumen, Baustein für Kunststoffe, Bindemittel, Lacke, etc.)

# Verwertungsmöglichkeiten in der Holzwerkstoffindustrie



**Unoriented Strand Board (USB) → Eigenschaften zw. OSB und Spanplatte**

**Nutzung Weichlaubhölzer geringer Umtriebszeit (derzeit 35%)**

- **Klassische Verwendung von Kiefer (OSB)**

## **Ergebnisse USB:**

- Mittlere Plattenrohddichte Kiefer/Birke > Erle > Pappel/Weide (mech.-techn. Eig.)
- Querkzugfestigkeit Weide > Erle > Kiefer > Birke > Pappel
- Biegefestigkeit Weide > Kiefer > Erle > Pappel > Birke
- Verleimbarkeit Birke und Pappel  $\approx$  Kiefer, Weide und Erle deutlich besser
- Emission VOC (flüchtige org. Verbindungen) Weichlaubhölzer deutlich geringer aufgrund geringerer hydrophober Inhaltsstoffe

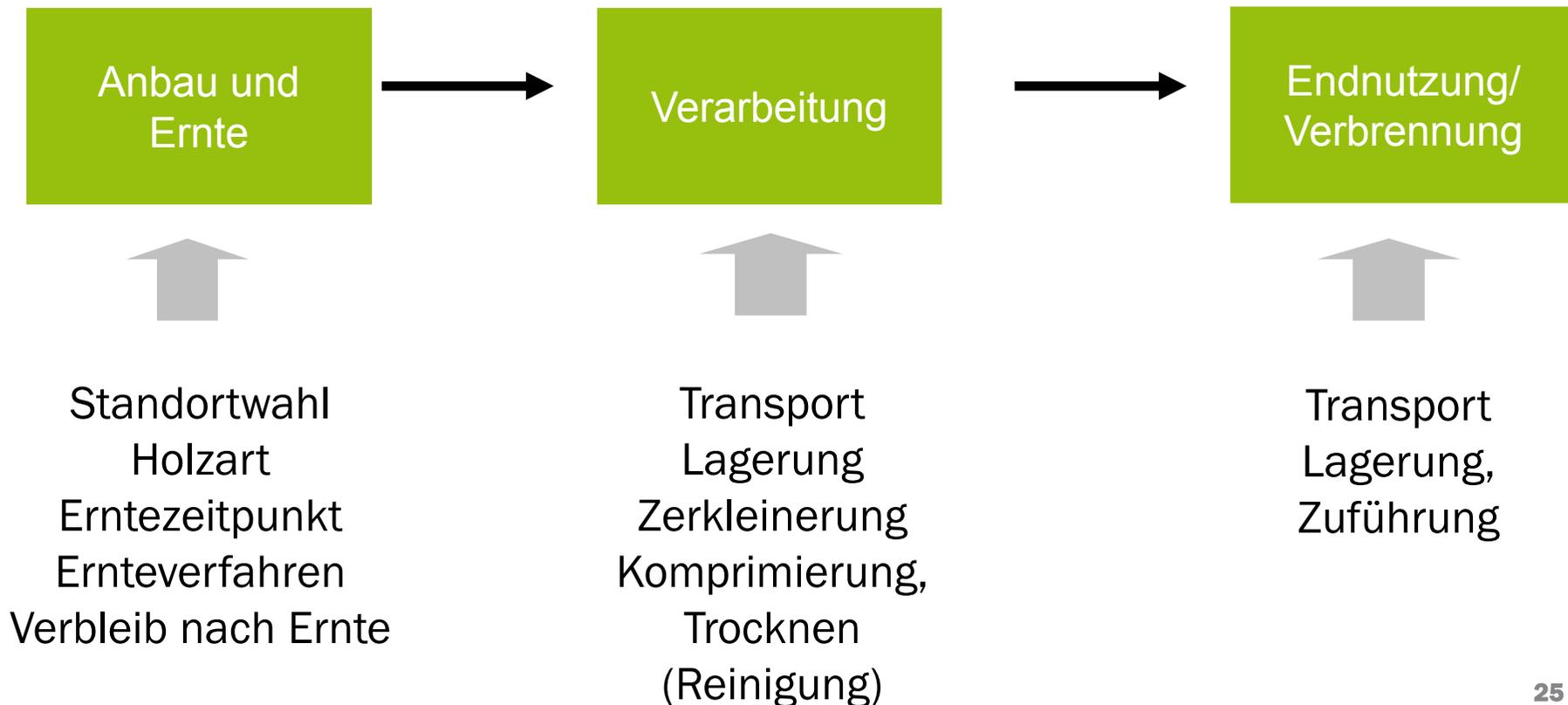
**Fazit: Deutliche Verbesserung der physikalisch-technologischen Eigenschaften, besonders Erle und Weide .**

# Exkurs Qualitätssicherung



Qualitätssicherung zielt darauf ab, das Vertrauen der Kunden in die gleichbleibende Qualität des Rohstoffs (gemäß den Vereinbarungen) zu sichern. Wichtige Kriterien hierfür sind Rückverfolgbarkeit, Dokumentation und Produktkennzeichnung.

## Prozessphase und die Qualität beeinflussende Faktoren



# Qualitätssicherung



## Dokumentation aller Prozesse und Maßnahmen:



## Auswahl geeigneter Maßnahmen:

### **Personal:**

Klärung der Verantwortlichkeiten, Arbeitsanweisungen, Schulung

### **Betriebsgelände & technische Ausstattung:**

Eignung, Zustand & Einstellungen, regelmäßige Wartung

### **Produktqualität:**

Qualitätskontrollen, Umgang mit nicht normkonformem Material

### **Übergabepunkte zu vor- & nachgeordneten Akteuren:**

Vereinbarungen, Produktdeklaration, Beschwerdemanagement

# Fazit



## **Agrarholz hat breites Einsatzpotenzial (energetisch/stofflich)**

### **Brennstoffeigenschaften von KUP vergleichsweise gut :**

Höhere Asche- und ggf. Schwermetallgehalte sind möglich

Wassergehalt bei Bereitstellungskette berücksichtigen (gezielte Trocknung)

Einsatz in privaten Hackschnitzelfeuerungen möglich (vornehmlich A1/A2)

In der Praxis meist mittlere bis höhere Leistungsbereiche (ca. 100 kW-1MW)

→ kleine gewerbliche/kommunale Anlagen

Stoffliche Verwendung trotz Eignung/Vorteile noch weitgehend ungenutzt

Qualitätsmanagement langfristig in Prozessabläufe integrieren

## Smart Bioenergy – Innovationen für eine nachhaltige Zukunft

### **Ansprechpartner**

Dr. Ronny Wirkner  
Tel. +49 (0)341 2434 – 458  
E-Mail: [ronny.wirkner@dbfz.de](mailto:ronny.wirkner@dbfz.de)

### **DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH**

Torgauer Straße 116  
D-04347 Leipzig  
Tel.: +49 (0)341 2434 – 112  
E-Mail: [info@dbfz.de](mailto:info@dbfz.de)  
[www.dbfz.de](http://www.dbfz.de)