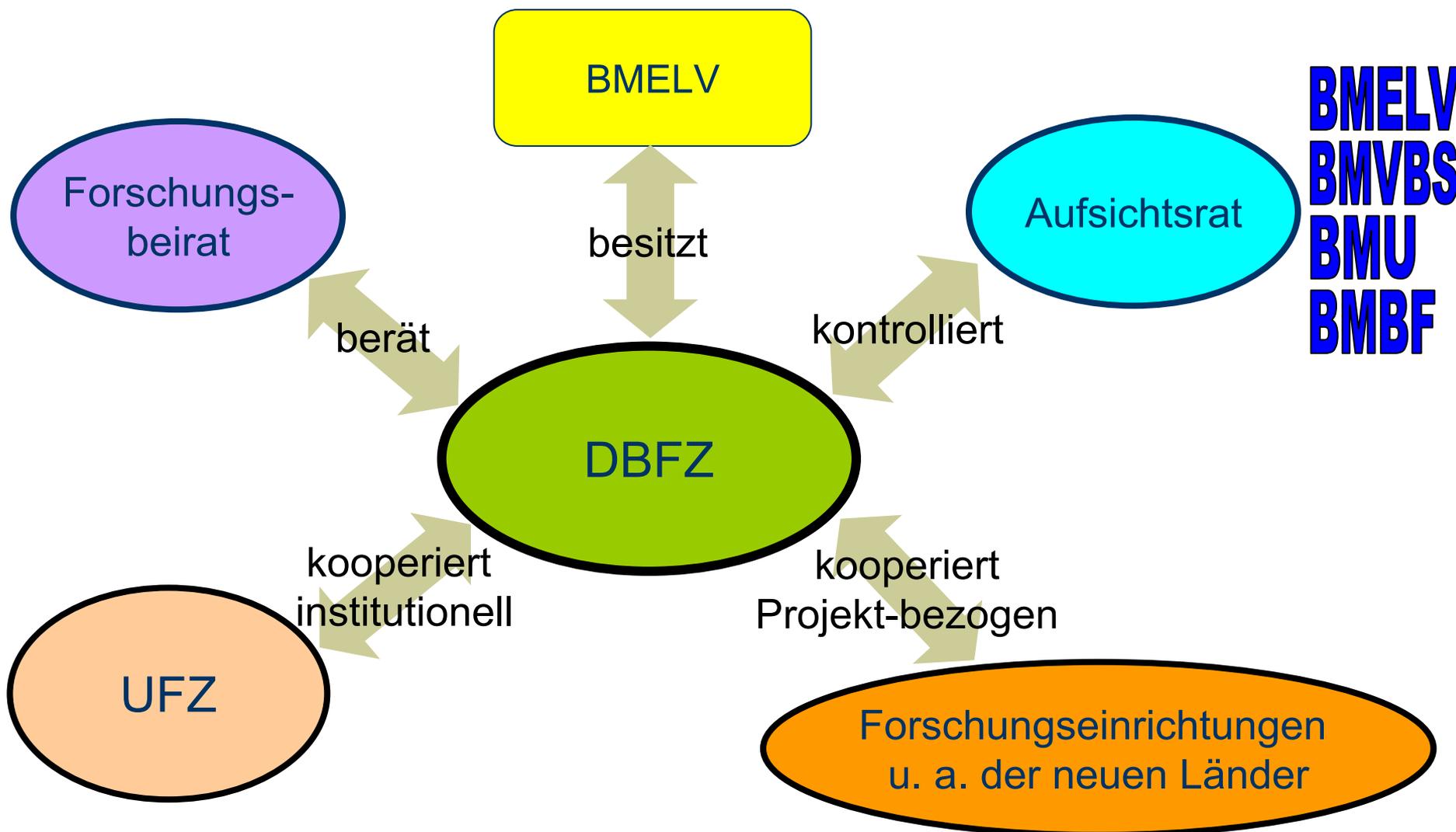


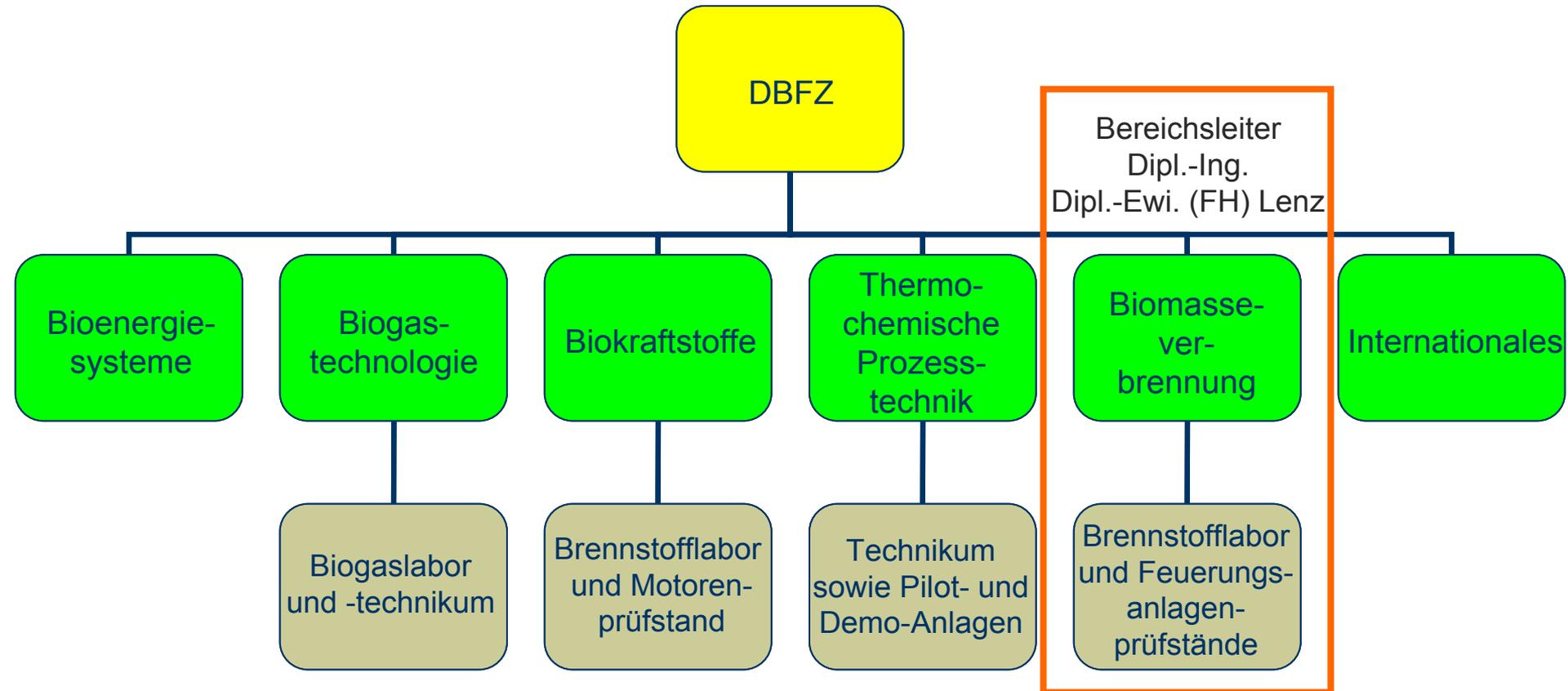
Halmgutartige Biomasse als Brennstoff

N. Weller

Heizen mit Schilf

**– Möglichkeiten dezentraler Wärmeenergieversorgung –
Mai 2009, Greifswald**







- Hintergrund – aktuelle Situation
- Potenzial halmgutartiger Biomasse
- Brennstoffeigenschaften und -normierung
- Aktuelle und zukünftige Emissionsgrenzwerte
- Zusammenfassung





Entsprechend der Regierungserklärung von Umweltminister Sigmar Gabriel (d. h. 4 x 20-Strategie) vom 26. April 2007

■ Energie:

- Allgemeine Aspekte:

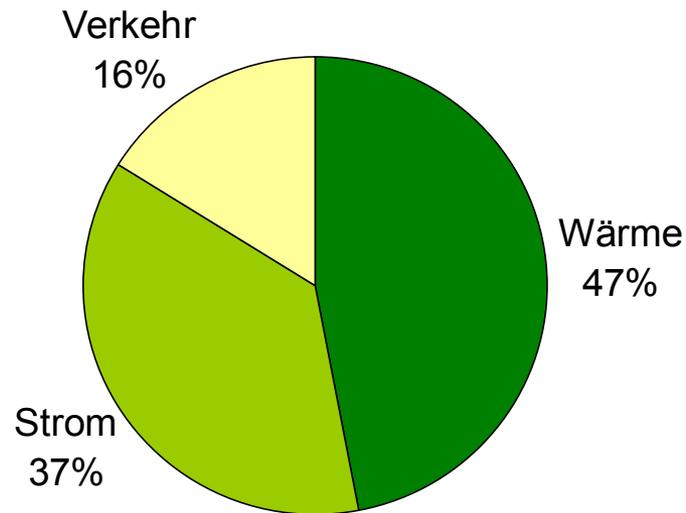
- 20 % regenerative Energien bis 2020 am PEV

	<u>2006</u>	<u>2020</u>
• Anteil regenerativer Energien am PEV	5,3 %	20 %
• Anteil regenerativer Energien :		
- Wärme:	5,9 %	14 %
- Strom :	11,8 %	27 %
- Kraftstoffe:	4,7 %	17 %

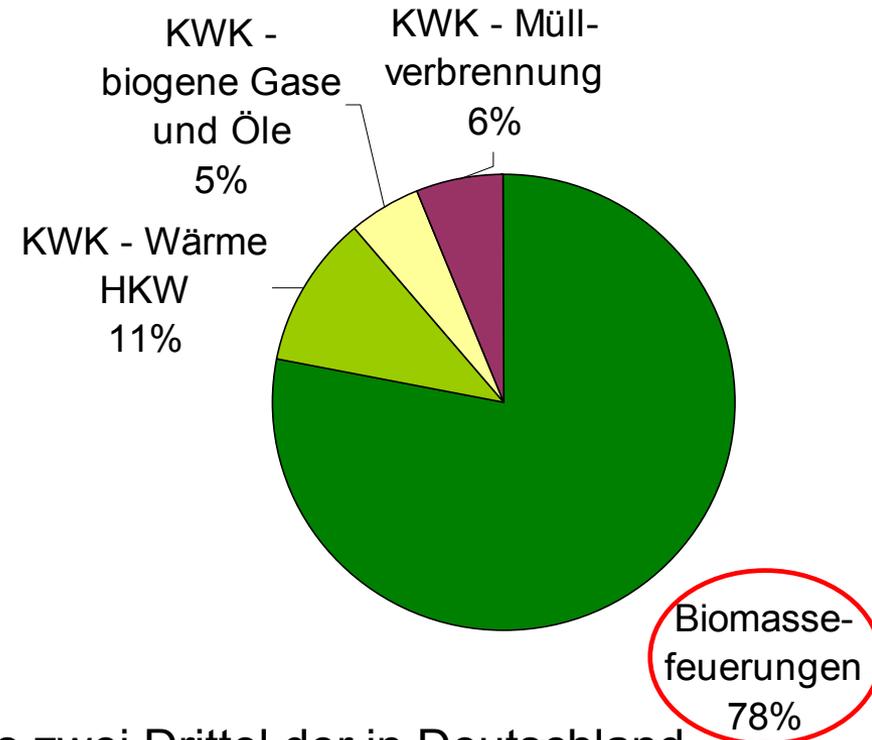




Bioenergie: 776 PJ



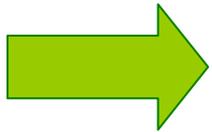
Wärmemarkt: 364 PJ



- Gegenwärtig werden nur rund die Hälfte bis zwei Drittel der in Deutschland vorhandenen Potenziale genutzt.
- Bei steigenden Potenzialen werden zukünftig die Möglichkeiten der Biomassenutzung noch zunehmen.



- **Vorteile** der Nutzung biogener Festbrennstoffe zur Wärmebereitstellung:
 - Stärkung der regionalen Wertschöpfung
 - CO₂-Neutralität der Brennstoffe



Vorstellen des Potenzials an halmgutartiger Biomasse

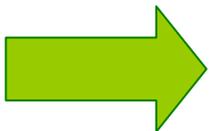
- **Hemmnisse:**

- Große Bandbreite möglicher Einsatzstoffe mit entsprechenden Unterschieden in den Eigenschaften
- Unterschiedliche Produkteigenschaften innerhalb der Stoffgruppen



Normierung und Brennstoffeigenschaften

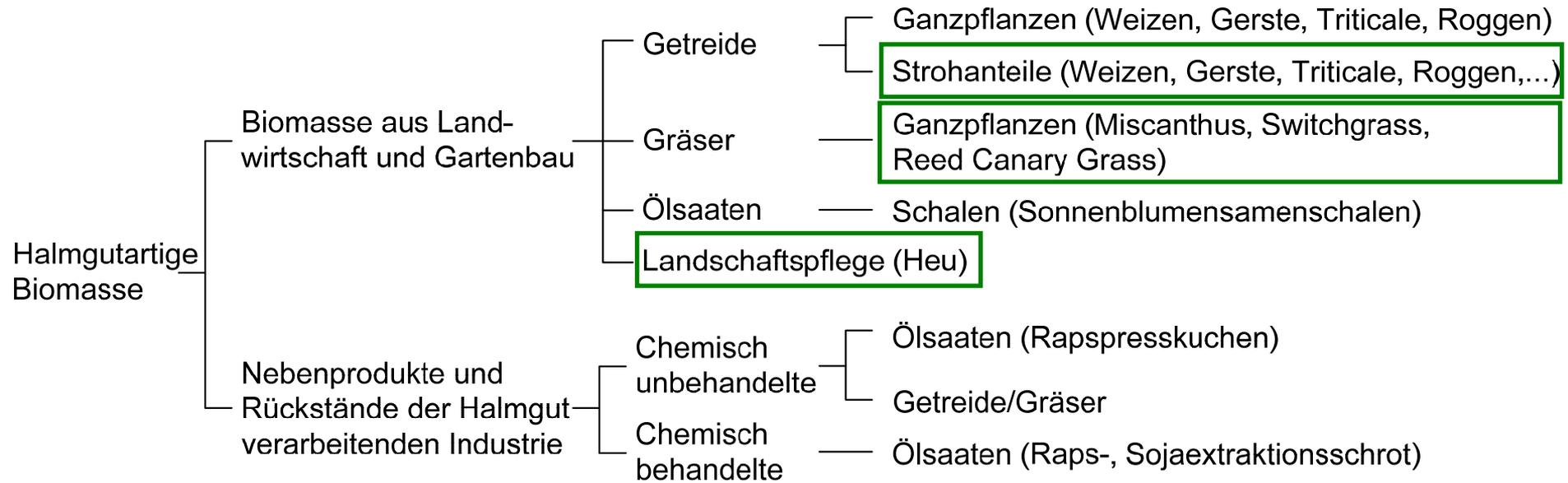
- Anstehende Verschärfung der Emissionsgrenzwerte durch die Novellierung der 1. BImSchV



Vorstellung der Emissionsgrenzwerte

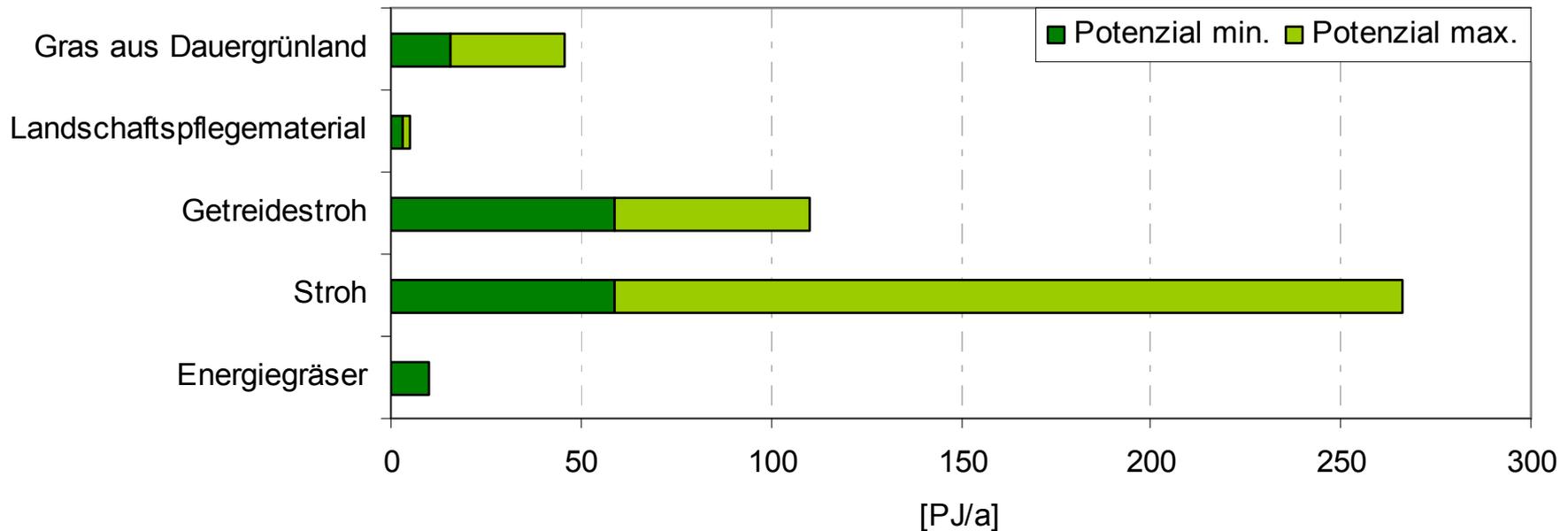
Potenzial halmgutartiger Biomasse

– Überblick –





Zusammenstellung der technischen Energiepotenziale für unterschiedliche halmgutartige Biomassen aus unterschiedlichen Veröffentlichungen

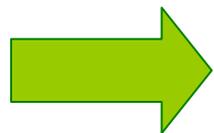


- Energiegräser (Prognose für 2010)
- Stroh (Getreide-, Mais- und Rapsstroh)
- Landschaftspflegematerial (Straßenbegleitgrün, Friedhöfe, öffentliche Grünanlagen)

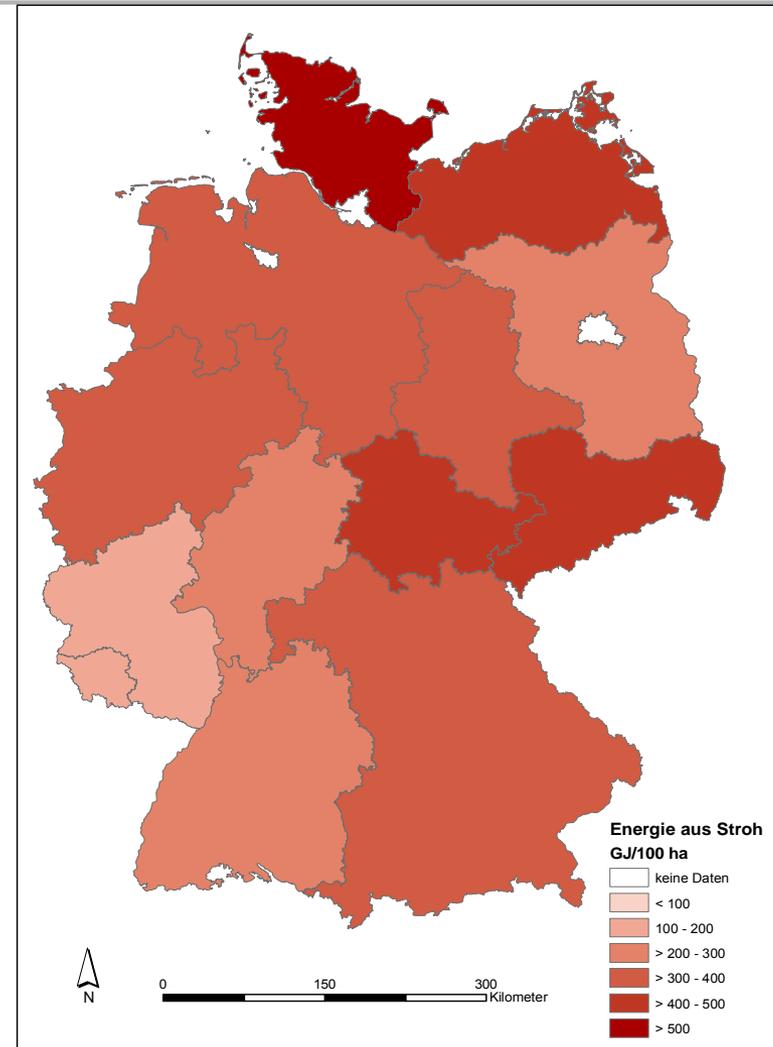


Einflussfaktoren für die Nutzung des technischen Potenzials in Deutschland:

- Konkurrierende Nutzung
- Wachstumsbedingungen
- Erntebedingungen
- Räumliche Anordnung der Anbaufläche



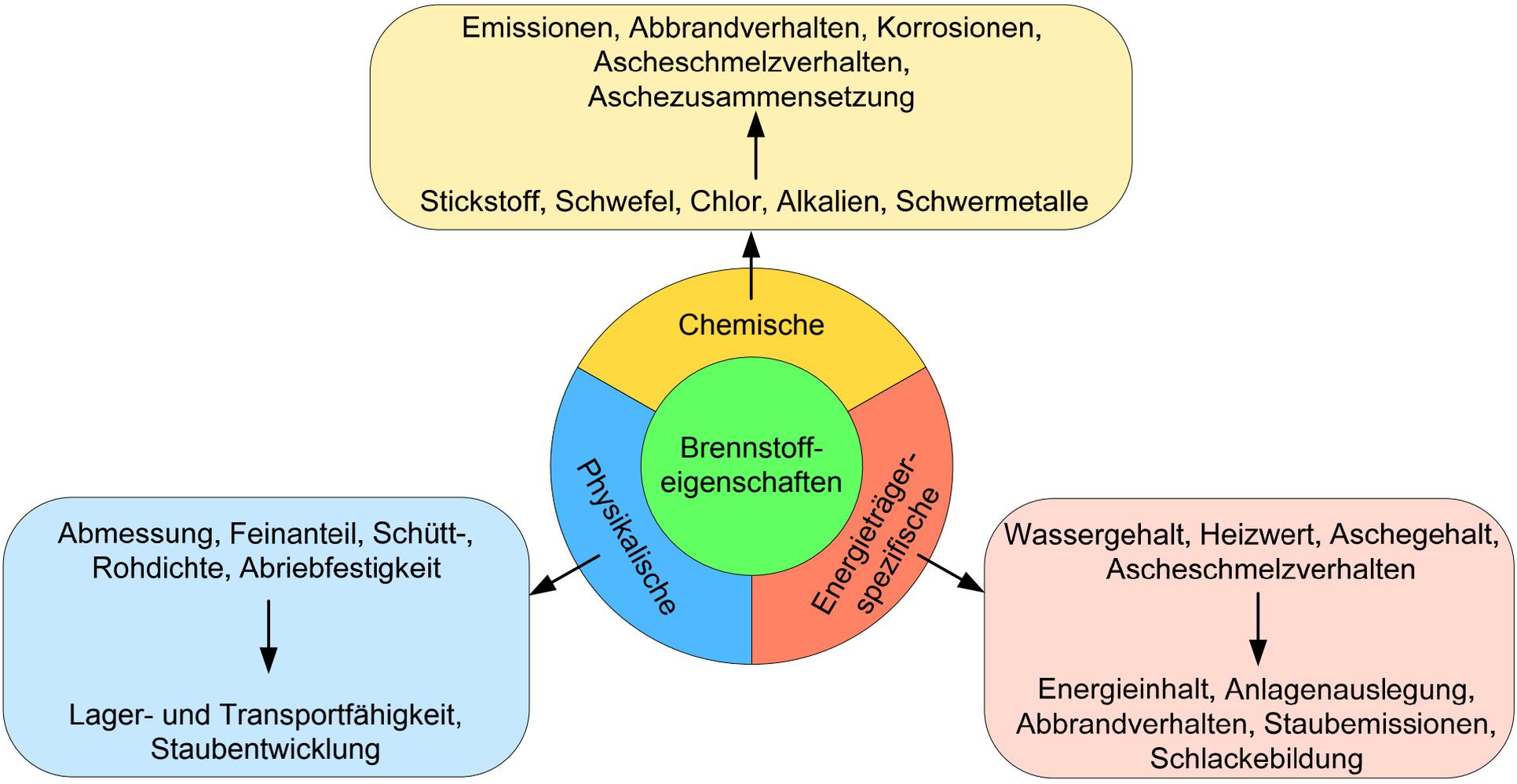
20 % bis 33 % des Technischen Potenzials halmgutartiger Biomasse können unter aktuellen Bedingungen für die Energieerzeugung genutzt werden

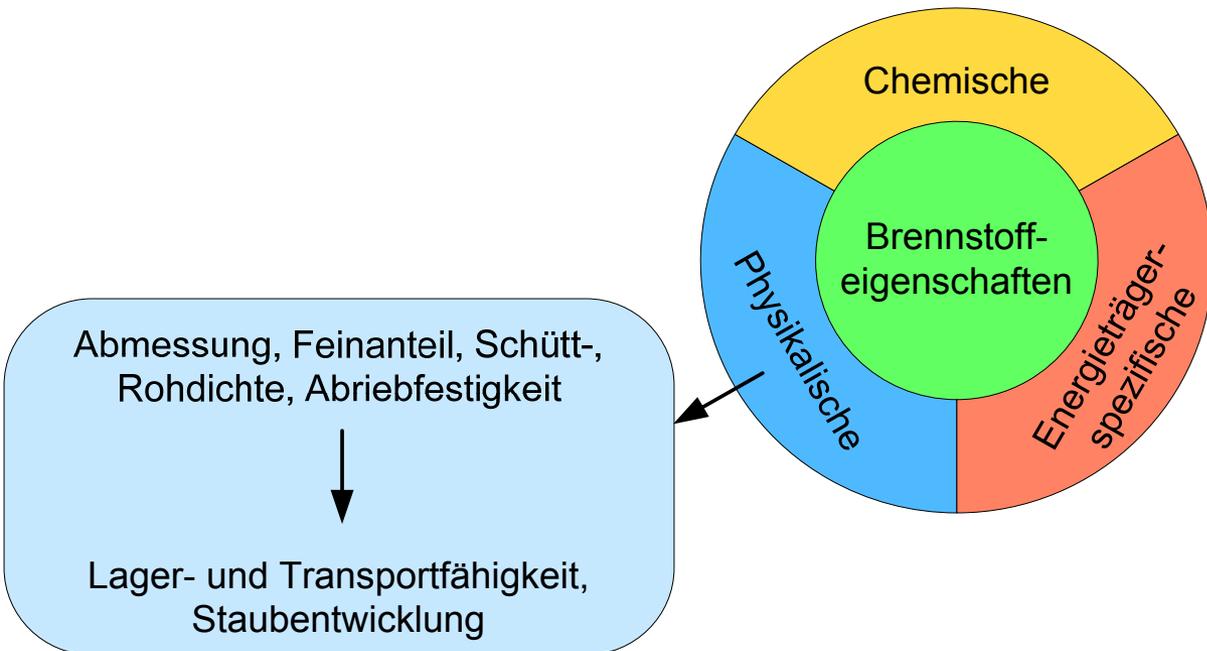


Räumliche Verteilung der Strohpotenziale 2007 in Deutschland auf Bundeslandebene*

Brennstoffeigenschaften

– Überblick und Einfluss –



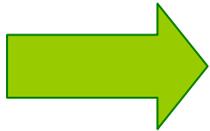






■ Häckselgut...

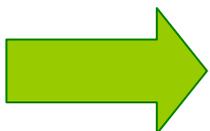
- Neben Häckseln kein zusätzlicher Schritt zur Brennstoffaufbereitung
- Einsatz ohne lange Transportwege, da geringere Energiedichte
- Bei entsprechender Lagerung geringer und konstanter Wassergehalt
- Einsatz nur bei angepasster Zufuhrtechnik, da Häckselgut nicht rieselfähig ist
- Kessel mit angepasster Verbrennungstechnik, da Häckselgut aufwirbelt



Mittlere Anlagen (> 100 kW) im kommunalen und landwirtschaftlichen Bereich

■ Pellets ...

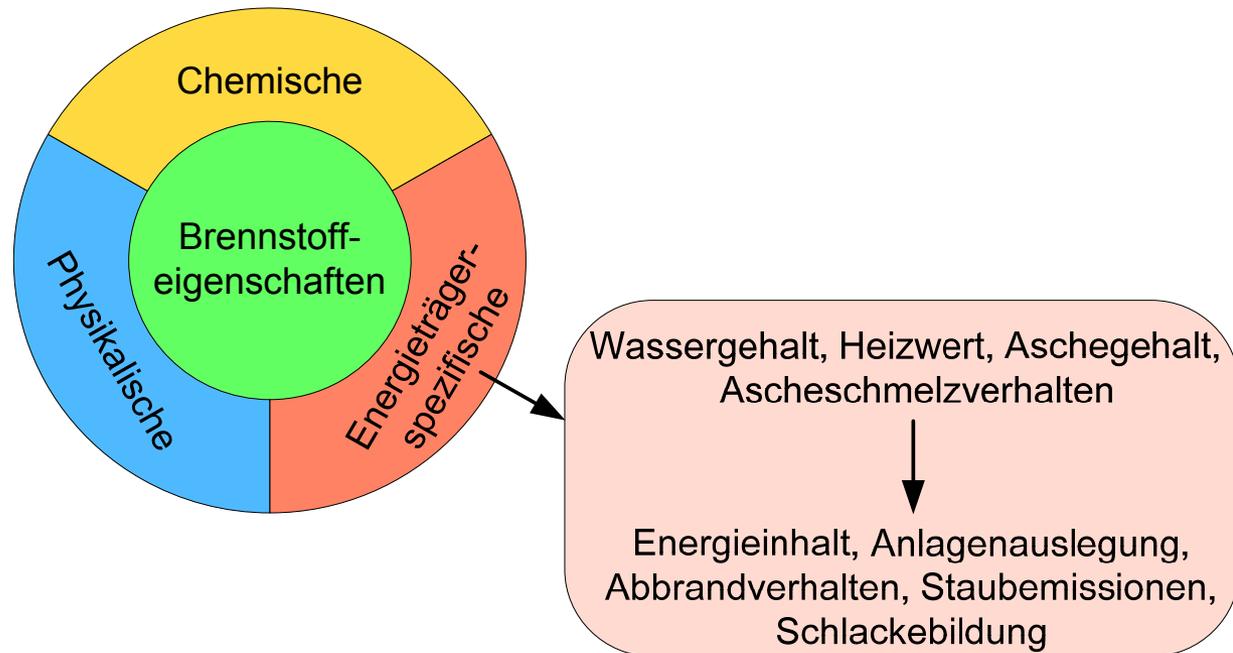
- Extraschritt zur Brennstoffaufbereitung durch Pelletierung
- Hohe Energiedichte im Vergleich zu losem Material → u. a. logistische Vorteile
- Geringer und konstanter Wassergehalt (unter 10 %) → u. a. hohe Lagerstabilität und saubere Verbrennung
- Einfaches Handling (riesel- und blasfähig für pneumatische Förderung, gute Dosierbarkeit) sowie günstige Fließ- und Dosiereigenschaften → u. a. gute Transporteigenschaften
- Hoher Bedienungskomfort für den Verbraucher



Kleine Anlagen (< 100 kW) im privaten Bereich

Brennstoffeigenschaften

– Energieträgerspezifische Eigenschaften –

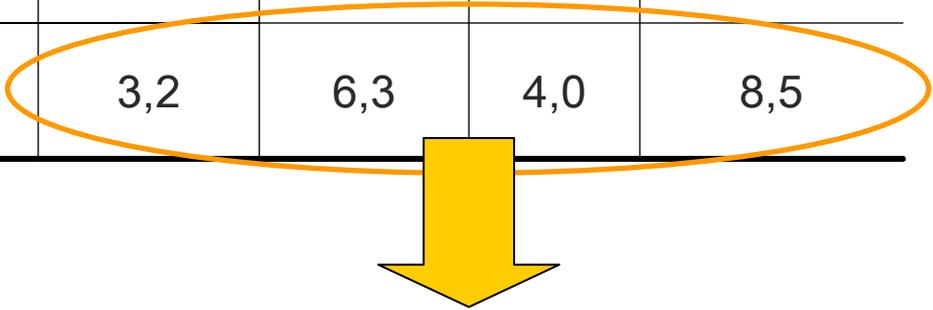


Brennstoffeigenschaften

– Energieträgerspezifische Eigenschaften –



Parameter	Einheit	Holzartige Biomasse		Halmgutartige Biomasse			
		Holzpellets ²	Fichtenholz mit Rinde ¹	Miscanthus ³	Weizenstroh ³	Schilf ⁴	Rohrglanzgras ⁴
Wassergehalt	[Ma.-% (roh)]	≤ 10	13	8,3	9,6	9,5	13
Heizwert, Hu	MJ/kg (wf)	≥ 18,0	18,8	17,7	17,2	17,2	16,2
Aschegehalt	[Ma.-% (wf)]	≤ 0,50	0,6	3,2	6,3	4,0	8,5

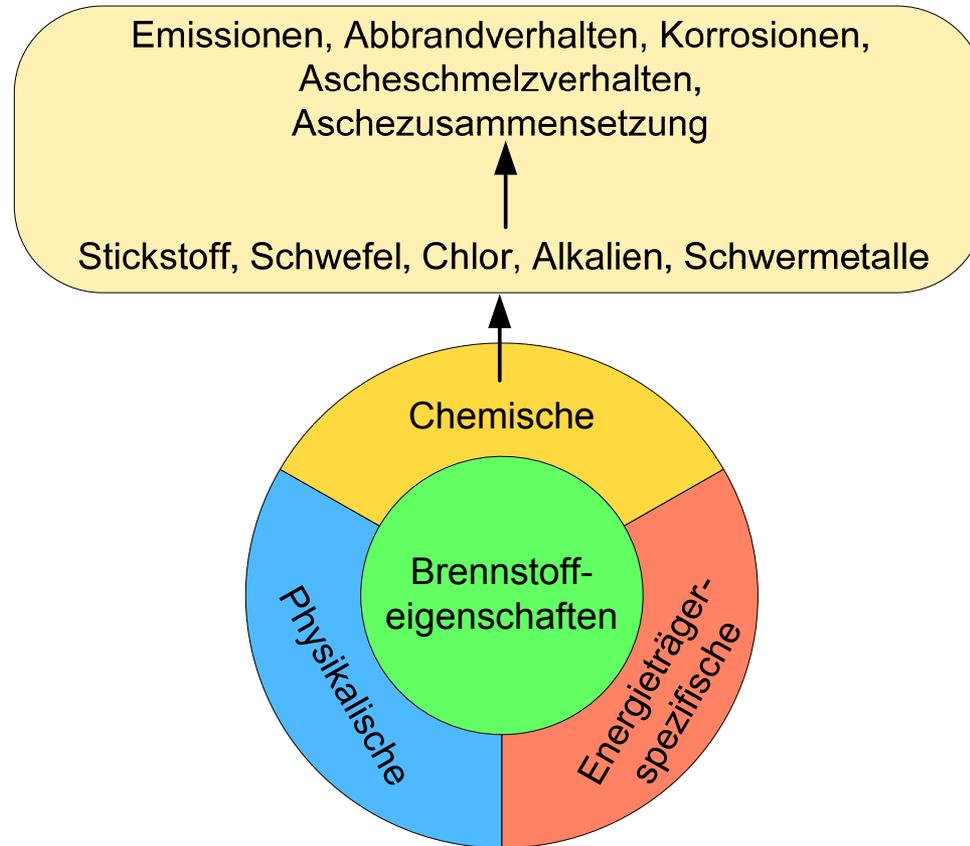


Angepasstes Ascheaustragssystem,
Gefahr erhöhter Staubemissionen

Quelle: Leitfaden Bioenergie¹; DINplus²; interne Analysen DBFZ³; Endbericht der FH Stralsund zum Teilprojekt „Charakterisierung und Analyse der Biobrennstoffe „Schilfrohr“ und „Rohrglanzgras“ und Verbrennungstests, Stand: 30.06.2008⁴

Brennstoffeigenschaften

– Chemische Eigenschaften –





Parameter	Einheit	Holz-pellets ²	Fichten-holz mit Rinde ¹	Miscan-thus ³	Weizen-stroh ³	Schilf ⁴	Rohrglanz-gras ⁴
C	[Ma.-% (wf)]	-	49,8	48,1	46,2	46,8	43,3
H		-	6,3	6,0	5,8	6,3	5,8
O		-	43,2	41,9	40,9	41,6	38,2
N		≤ 0,30	0,13	0,54	0,61	0,44	1,17
S		≤ 0,04	0,015	0,26	0,11	0,14	0,19
Cl		≤ 0,02	0,005	0,19	0,38	0,23	1,39

Aufgrund der relativ niedrigen Werte besteht bei halmgutartiger Biomasse kaum die Gefahr erhöhter NO_x – Emissionen aufgrund hoher Brennstoffstickstoffgehalte



Parameter	Einheit	Holz-pellets ²	Fichten-holz mit Rinde ¹	Miscan-thus ³	Weizen-stroh ³	Schilf ⁴	Rohrglanz-gras ⁴
C	[Ma.-% (wf)]	-	49,8	48,1	46,2	46,8	43,3
H		-	6,3	6,0	5,8	6,3	5,8
O		-	43,2	41,9	40,9	41,6	38,2
N		≤ 0,30	0,13	0,54	0,61	0,44	1,17
S		≤ 0,04	0,015	0,26	0,11	0,14	0,19
Cl		≤ 0,02	0,005	0,19	0,38	0,23	1,39



Aufgrund der hohen Chlorgehalte ist mit erhöhten HCl-Emissionen zu rechnen

- Korrosionsgefahr – Kesselinstandhaltungskosten
- Dioxinbildungsgefahr bei entsprechenden Rahmenbedingungen



Parameter	Einheit	Holzpellets ³	Fichtenholz mit Rinde ¹	Miscanthus ³	Weizenstroh ³	Schilf ⁴	Rohrglanzgras ⁴
Kalium, K	[Ma.-% (wf)]	0,04	0,13	1,78	1,18	-	-
Calcium, Ca		0,07	0,70	0,11	0,12	-	-
Magnesium, Mg		0,01	0,08	0,00	0,00	-	-



Erhöhte Verschlackungsneigung, Gefahr erhöhter Feinstaubemissionen

Brennstoffeigenschaften

– Alkalien, Ascheschmelzverhalten –



Parameter	Einheit	Holzpellets ³	Fichtenholz mit Rinde ¹	Miscanthus ³	Weizenstroh ³	Schilf ⁴	Rohrglanzgras ⁴
Kalium, K	[Ma.-% (wf)]	0,04	0,13	1,78	1,18	-	-
Calcium, Ca		0,0	0,70	0,0	0,0	-	-
Magnesium, Mg		0,0	0,08	0,0	0,0	-	-

Erhöhte Verschlackungseigung, Gefahr höherer Instaubemissionen

Veraschungstemperatur 550 °C		Holzpellets ³	Miscanthus ³	Weizenstroh ³
	Erweichungs – T.	1380	1030	820 °C
	Fließ – T.	1450	1180	1060 °C

Quelle: Leitfaden Bioenergie¹; DINplus²; interne Analysen DBFZ³; Endbericht der FH Stralsund zum Teilprojekt „Charakterisierung und Analyse der Biobrennstoffe „Schilfrohr“ und „Rohrglanzgras“ und Verbrennungstests, Stand: 30.06.2008⁴



	Spezifikation	
	Herkunft	2.1.1.2 Strohanteil
	Handelsform	<i>Pellets</i>
Normativ	Durchmesser <i>in mm</i>	<i>D08</i>
	Wassergehalt <i>in Ma.-%</i>	<i>M10</i>
	Aschegehalt <i>in Ma.-% wasserfrei</i>	<i>A6.3</i>
	Schwefelgehalt* <i>in Ma.-% wasserfrei</i>	<i>S0.20</i>
	Mechanische Festigkeit <i>in Ma.-%</i>	<i>DU97.5</i>
	Feinanteil <i>in Ma.-% <3,15mm</i>	<i>F3.2</i>
	Additive <i>in Ma.-%</i>	<i>-</i>
	Stickstoffgehalt* <i>in Ma.-% wasserfrei</i>	<i>N1.0</i>
Informativ	Heizwert <i>in MJ/kg Lieferzustand</i>	<i>15,31</i>
	Chlor <i>in Ma.-% of wasserfrei</i>	<i>Cl0.38</i>
	Schüttdichte <i>in kg/m³</i>	<i>620</i>



	1. BImSchV		Entwurf für Novellierung			1. BImSchV	Entwurf für Novellierung
Brennstoff	naturbelassenes Holz (Nr. 4,5)			Holz- pellets (Nr. 5a)		Stroh oder ähnliche pflanzliche Stoffe (Nr. 8*)	
Leistungsbereich [kW _{NWL}]	15 - 1.000		4 – 1.000			15 - 100	4 - 100
Staub [g/m ³]	0,15		0,1 (0,02 ^{**})		0,06 (0,02 ^{**})	0,15	0,1 (0,02 ^{**})
Kohlenmonoxid [g/m ³]	≤ 50 kW	4,0	≤ 4 – 500 kW	1,0 (0,4 ^{**})	0,8 (0,4 ^{**})	4	1,0 (0,4 ^{**})
	> 50 - 150 kW	2,0					
	> 150 – 500 kW	1,0					
	> 500 kW	0,5	> 500 kW	0,5 (0,4 ^{**})	0,5 (0,4 ^{**})		

* nach Novellierungsvorschlag auch Getreide-GP, Getreidekörner, -bruchkörner, Pellets aus Getreide-GP oder -körner, Getreideausputz, -spelzen, -halmreste

** gültig für Anlagen, die nach 31.12.2014 errichtet werden



Referentenentwurf Juli 2007:

- Leistungsgrenze von **15 kW auf 4 kW** gesenkt
- Senkung der Grenzwerte für Staub von 150 mg/Nm³:
 bei Inkrafttreten: **100 mg/Nm³**
 bzw. **60 mg/Nm³** bei Pellet
- voraussichtlich ab **1.1.2015** Neuanlagen nur noch **20 mg/Nm³**
- **regelmäßige Messungen** für alle Feuerungen
- **Bedienereinweisung**
- **Pufferspeicher**
- Typprüfung für Stroh, Getreide etc. – Grenzwerte für NO_x (600 mg/Nm³) und Dioxine/Furane (0,1 ng/Nm³)
- Getreidefeuerungen zugelassen bei land- und forstwirtschaftlichen Betrieben, sowie Gartenbau und Agrarsektor → nach ca. 4 Jahren allgemeine Zulassung, wenn Emissionen an Dioxinen, Furanen und PAK vergleichbar zu Holzverbrennung .





	1. BImSchV		Entwurf für Novellierung			1. BImSchV	Entwurf für Novellierung
Brennstoff	naturbelassenes Holz (Nr. 4,5)			Holz- pellets		Stroh oder ähnliche pflanzliche Stoffe (Nr. 8 ^a)	
Leistungsbereich [kW _{NWL}]	15 - 1.000		4 - 1.000			15 - 100	4 - 100
Staub [g/m ³]	0,15		0,1 (0,02 ^b)		0,06 (0,02 ^b)	0,15	0,1 (0,02 ^b)
Kohlenmonoxid [g/m ³]	≤ 50 kW	4,0	≤ 4 - 500 kW	1,0 (0,4 ^b)	0,8 (0,4 ^b)	4	1,0 (0,4 ^b)
	> 50 - 150 kW	2,0					
	> 150 - 500 kW	1,0	> 500 kW	0,5 (0,4 ^b)	0,5 (0,4 ^b)		
	> 500 kW	0,5					

* nach Novellierungsvorschlag auch Getreide-GP, Getreidekörner, -bruchkörner, Pellets aus Getreide-GP oder -körner, Getreideausputz, -spelzen, -halmreste

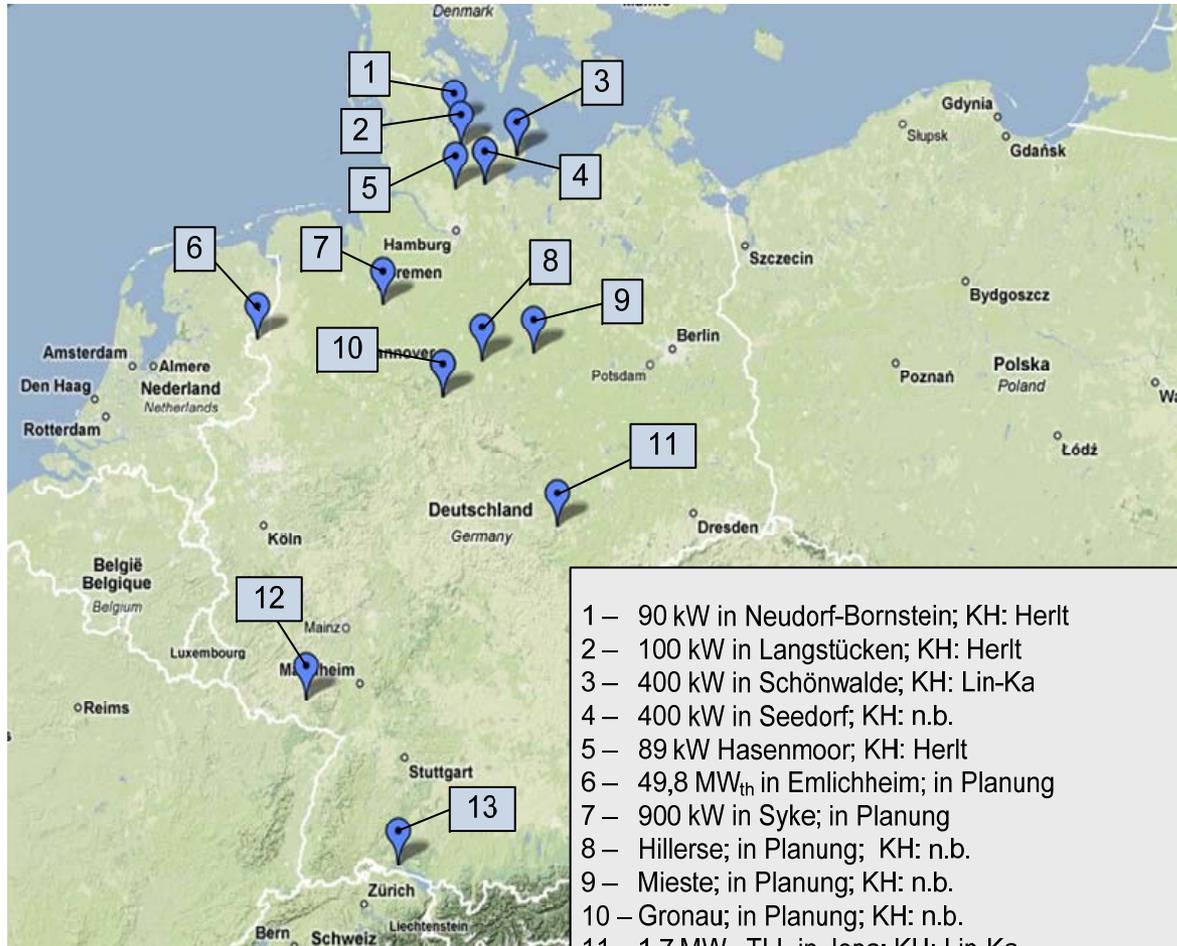
** gültig für Anlagen, die nach 31.12.2014 errichtet werden

Emissionsgrenzwerte

– 1.BImSchV / TA Luft –



Rechtsgrundlage	Einheit	1. BImSchV	TA Luft
Leistungsbereich	[kW _{FWL}]	15 – 100	100 – 50.000
Bezugssauerstoff	[Vol.-%]	13	11
Staub	[mg/m ³]	150	50 (< 1 MW _{FWL})
			20 (> 1 MW _{FWL})
Kohlenmonoxid	[mg/m ³]	4.000	250
Gesamt-C	[mg/m ³]	∅	50
Stickoxide	[mg/m ³]	∅	500 (< 1 MW _{FWL})
			400 (> 1 MW _{FWL})
Schwefeloxide	[mg/m ³]	∅	350
HCl	[mg/m ³]	∅	30
Dioxine/Furane	[ng/m ³]	∅	0,1



- 1 – 90 kW in Neudorf-Bornstein; KH: Herlt
- 2 – 100 kW in Langstücken; KH: Herlt
- 3 – 400 kW in Schönwalde; KH: Lin-Ka
- 4 – 400 kW in Seedorf; KH: n.b.
- 5 – 89 kW Hasenmoor; KH: Herlt
- 6 – 49,8 MW_{th} in Emlichheim; in Planung
- 7 – 900 kW in Syke; in Planung
- 8 – Hillerse; in Planung; KH: n.b.
- 9 – Mieste; in Planung; KH: n.b.
- 10 – Gronau; in Planung; KH: n.b.
- 11 – 1,7 MW_{th} TLL in Jena; KH: Lin-Ka
- 12 – 800 kW Strohheizwerk in Hermersberg*; KH: n.b.
- 13 – Kaltbrunn; KH: Reka; in Planung

KH: Kesselhersteller n.b.: nicht bekannt * Leistung nicht bestätigt
Stand 2009,



- Trotz genannter Vorteile ist das Potenzial halmgutartiger Biomasse zur Energiebereitstellung aktuell weitgehend ungenutzt.
- Bei einer energetischen Nutzung durch Verbrennung sind die Brennstoffeigenschaften der Biomassen zu berücksichtigen, da diese maßgeblich die Qualität der Verbrennung und die Einsatzmöglichkeiten bestimmen.
- Die wichtigsten Eigenschaften von Halmgütern sind:
 - Physikalische Eigenschaften, die die Aufbereitungsform beschreiben
→ Einsatzmöglichkeiten in Kesselanlagen / Leistungsbereich,
 - Energieträgerspezifische Eigenschaften, die das Abbrandverhalten bestimmen
→ Anpassung der Anlagentechnik an Energieinhalt (Heizwert) und Aschegehalt,



- Chemische Eigenschaften, die Einfluss auf mögliche Emissionen und das Abbrandverhalten haben
 - besonders die hohen Chlor- und Kaliumgehalt sind zu beachten, da sie Emissionen und eine hohe Ascheverschlackungsneigung bedingen.
- Aufgrund der stark schwankenden Brennstoffeigenschaften von Halmgütern ist eine Normierung und die Angabe der wichtigsten Brennstoffeigenschaften unerlässlich – CEN 14961.
- Die emissionsschutzrechtlichen Rahmenbedingungen sind einzuhalten, wobei zukünftige Neuregelungen zu berücksichtigen sind.



Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit.



Dipl.-Ing. Nadja Weller

Bereich Biomasseverbrennung (V)

DBFZ Deutsches BiomasseForschungszentrum gGmbH

Tel: +49-(0)341 / 2434 – **514**

eMail: nadja.weller@dbfz.de