



# Kurzumtriebsplantagen auf kontaminierten Böden in Sachsen

1. grenzübergreifendes Bioenergie-Forum „Anbau von Energiepflanzen  
auf schwermetallbelasteten Flächen und in Bergbaufolgelandschaften“,  
Colmnitz 26.10.2011, Dr. Michael Grunert, Anke Dietzsch



# Rechtliche Rahmenbedingungen

1. Beihilfefähigkeit von KUP und Agroforstsystemen ist unter der Voraussetzung gegeben, dass Pappeln, Weiden, Birken, Erlen, Eschen, Stiel-/Trauben-/Roteiche und/oder Robinien mit einer Umtriebszeit von max. 20 Jahren angebaut werden.
2. Aufgrund des Grünlanderhaltungsgebotes wird nach derzeitiger Rechtslage keine Möglichkeit gesehen, KUP oder Agroforstsysteme auf beihilfefähigen Grünland anzulegen, ohne dass dies als Grünlandumbruch gewertet wird!
3. Novelle des BWaldG ist erfolgt, Rechtssicherheit geschaffen! Status „landwirtschaftliche Nutzfläche“ ist nicht mehr an die Beihilfefähigkeit der Fläche gebunden!
4. Anlegen von KUP und Agroforstsystemen ist laut Naturschutzgesetzgebung kein Eingriff in die Natur, es gilt das Verschlechterungsverbot gemäß Natura 2000
5. Forstvermehrungsgesetz gilt u.a. für Pappel; nicht für Weide
6. Anforderungen der Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung sind einzuhalten, wenn aus KUP Biokraftstoffe erzeugt werden sollen



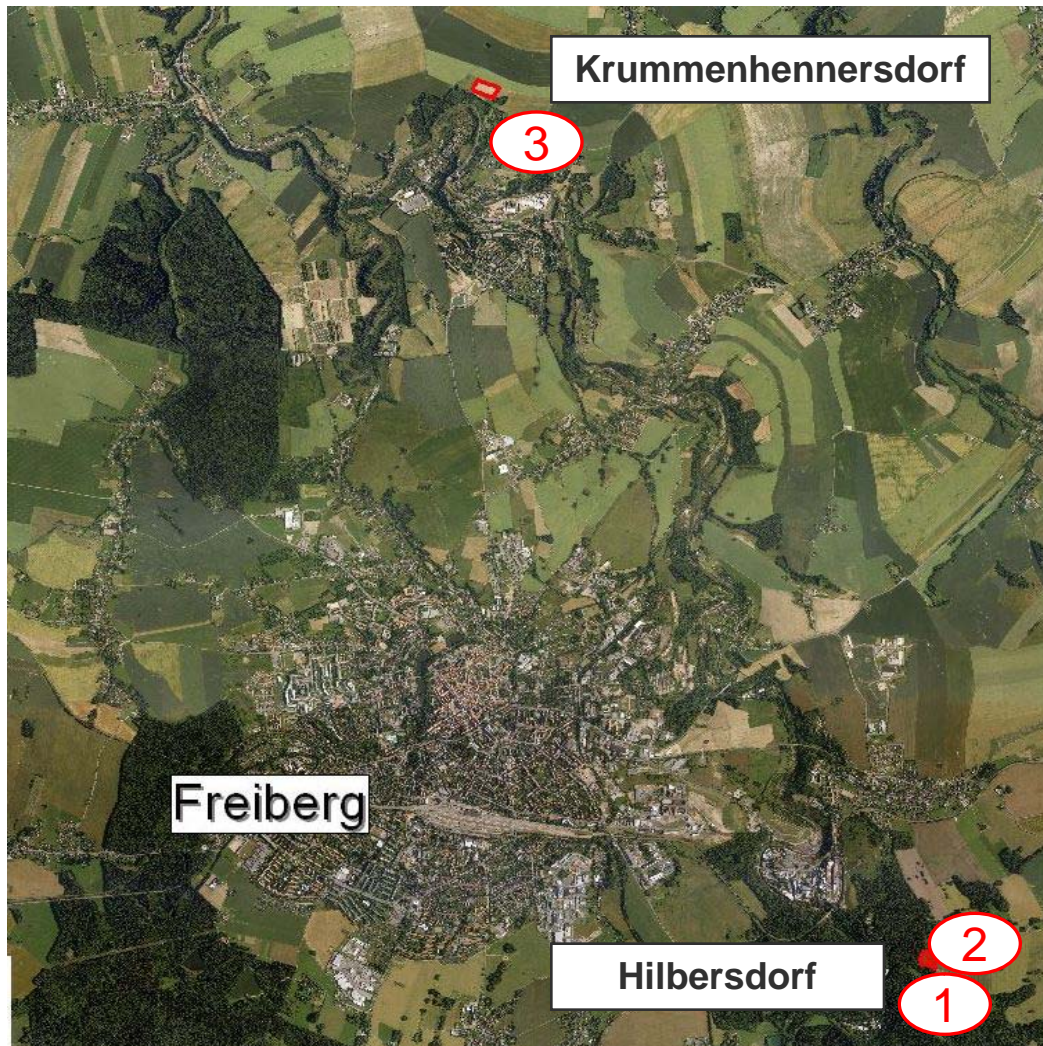


# Hintergrund, Ziel, Inhalte

- geogene und anthropogene Belastung landwirtschaftlicher Böden im Raum Freiberg und den Muldenauen mit Arsen, Cadmium und Blei
  - Einhaltung der Höchstgehalte für Futter-/ Lebensmittelrecht teilweise schwierig
  - Suche nach sinnvollen Nutzungsalternativen für diese Flächen
- =>Prüfung des Anbau von schnellwachsenden Baumarten (Pappeln, Weiden) und deren energetischer Verwertung im Rahmen eines Projektes (Abschluss 2010)
- Sorteneignung (Anwuchsraten, Wuchsdynamik, Erträge)
  - Erprobung von Erntetechnik im Kurzumtrieb
  - Untersuchung des Schwermetalltransfers Boden – Pflanze
  - floristische und faunistische Begleituntersuchungen
  - Versuche zur energetischen Nutzung der Holzhackschnitzel
  - ökonomische Betrachtung



# Versuchsstandorte



## Legende

- ① Kalkdüngungsversuch  
Grünland ca. 2 ha
- ② Kalkdüngungsversuch  
Ackerland ca. 7 ha
- ③ Kurzumtriebsplantage  
ca. 2 ha

Quelle: google maps

# Kurzumtriebsplantage Krummenhennersdorf

Anlagejahr: 2005

Größe: 2 ha (ca. 200 x 100 m)

Bestandesdichte: ca. 11.850 Stecklinge/ha

Sorten: Pappeln: Weser 6, Max 3, Hybride 275

Weiden: Jorr, Sven, Tora, Tordis, Gudrun

## Standort:

mittlere Niederschlagssumme: 820 mm

Jahresdurchschnittstemperatur: 7,2 °C

Höhe über NN: 320 m

Ackerwertzahl: 45

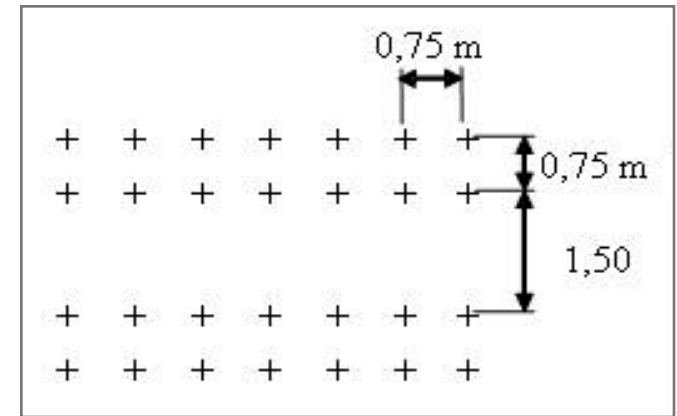
Bodenart / Entstehung: sandiger Lehm / Lö 6

Bodenbelastung: 97 mg As/kg

3 mg Cd/kg

352 mg Pb/kg

pH zur Pflanzung (0-30 cm): 5,7



# Anwuchsverhalten

## Weide:

Jorr	98 %
Sven	94 %
Tora	92 %
Tordis	88 %
Gudrun	76 %

**Durchschnitt: 90 %**



## Pappel:

Weser 6	57 %
Max 3	92 %
Hybrid 275	92 %

**Durchschnitt: 81 %**



# Krummenhennersdorf, Wuchsdynamik im zweiten Umtrieb

LANDESAMT FÜR UMWELT,  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE

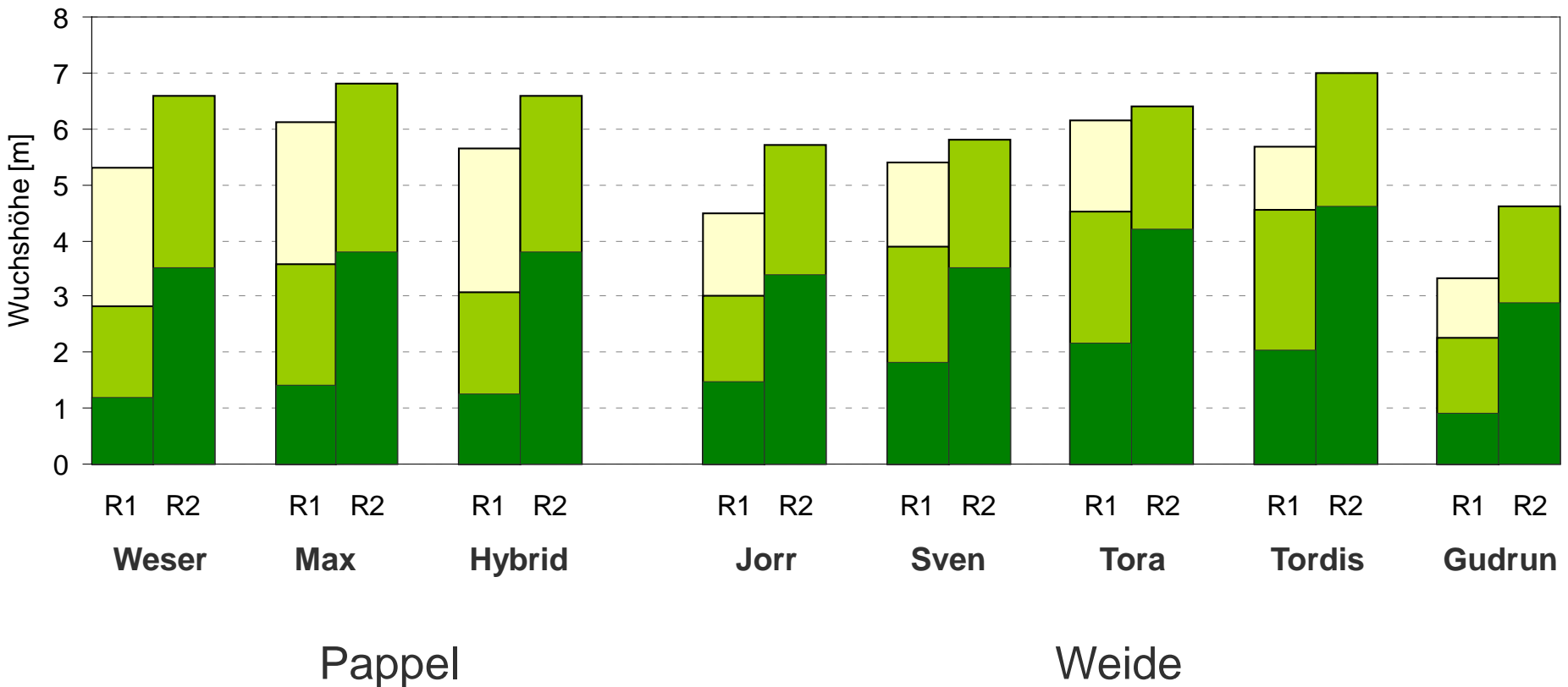


Freistaat  
**SACHSEN**



# Krummenhennersdorf, Wuchshöhe im ersten und zweiten Umtrieb

■ 1.Standjahr ■ 2.Standjahr ■ 3.Standjahr





# Ernte der 2. Rotation nach 2-jährigem Umtrieb im Februar 2010

LANDESAMT FÜR UMWELT,  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE



# Erntebedingungen

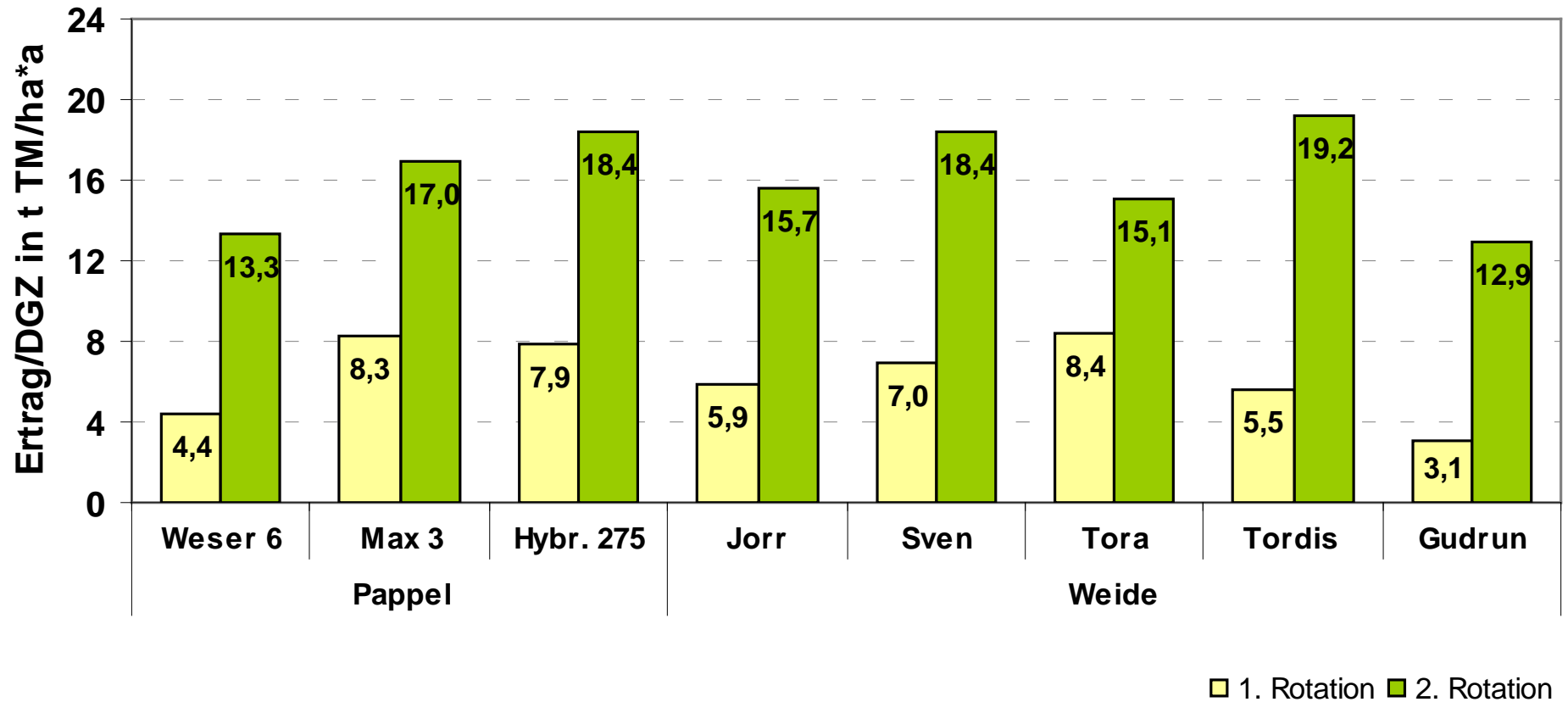


- ca. 30 cm Schnee, daher:
- hoher Schnitt, aber ohne negative Folgen
  - hoher Schneeanteil im Hackgut (nur 34% TS)

problematisch:

- starke Hangneigung
- ungünstige Anbindung an landwirtschaftliches Wegenetz

# Krummenhennersdorf, jährlicher Biomassezuwachs (t TM/ha\*a)



# Arsen- und Schwermetall- gehalte in Blättern und Holz in Kruppenhennersdorf

		As	Cd	Pb	Cu	Zn
<b>Gehalte in den Blättern (Sep. 2006 - Sep. 2009) [mg/kg TS]</b>						
Pappeln	Min	0,19	3,99	1,82	7,67	200,42
	<b>Mittel</b>	<b>0,45</b>	<b>10,64</b>	<b>3,90</b>	<b>9,57</b>	<b>517,11</b>
	Max	0,80	19,63	6,54	13,23	933,96
Weiden	Min	0,23	10,06	2,40	6,84	368,03
	<b>Mittel</b>	<b>0,55</b>	<b>27,24</b>	<b>6,58</b>	<b>9,03</b>	<b>810,64</b>
	Max	1,52	55,29	11,70	11,33	1369,29
<b>Gehalte im Stamm (Feb.2007 - Feb.2009) [mg/kg TS]</b>						
Pappeln	Min	0,08	1,90	1,21	3,54	66,81
	<b>Mittel</b>	<b>0,13</b>	<b>4,02</b>	<b>1,95</b>	<b>4,44</b>	<b>92,35</b>
	Max	0,22	9,33	2,81	6,14	122,75
Weiden	Min	0,08	5,39	0,69	3,24	91,41
	<b>Mittel</b>	<b>0,15</b>	<b>10,11</b>	<b>1,98</b>	<b>5,19</b>	<b>152,62</b>
	Max	0,33	15,91	3,71	7,25	210,03
unbelastete Fläche*		<0,03	0,64	0,90	3,30	



\*nach Röhrich et al, 2002

# Arsen- und Schwermetallentzüge mit den geernteten Hackschnitzeln

Gehalt im Boden <sup>1</sup> zur Anpflanzung im Mai 2005 (0 – 30 cm) kg/ha		Pappel <sup>2</sup>		Weide <sup>3</sup>		Jahre bis zum vollständigen Entzug	
		Gehalt im Stamm mg/kg TS	Entzug <sup>4</sup> kg/ha*a	Gehalt im Stamm mg/kg TS	Entzug <sup>4</sup> kg/ha*a	Pappel	Weide
As	435	0,1	0,001	1,4	0,001	362.000	310.500
Cd	12	3,9	0,039	10,1	0,101	300	120
Pb	1582	2,1	0,021	2,2	0,022	75.000	72.900
Cu	90	4,0	0,040	4,7	0,047	2.200	1.900
Zn	807	83,5	0,835	141,8	1,418	970	570

1: Annahme: 1 ha (0-30 cm) = 4.500 t

2: Durchschnitt aus 3 Sorten

3: Durchschnitt aus 5 Sorten

4: angenommener Ertrag von 10 t



# mittlere Emissionskonzentrationen des Biomassekessels im LVG Köllitsch

mg/m<sub>N</sub><sup>3</sup> i.N.tr. 13.-Vol.-% O<sub>2</sub>

(ohne An- und Abfahrbetrieb)

<b>Versuchsbrennstoff</b>	<b>Gesamtstaub</b>	<b>CO</b> (Kesselleistg. >150 - 500 kW)
Weide	167	976
Pappel	189	923
Waldrestholz	179	712
Grenzwert 1. BImSchV 1997	150	1000
Grenzwert 1. BImSchV 2010, 1. Stufe	100	1000
Grenzwert 1. BImSchV 2010, 2. Stufe	20	400



# Verbrennung im Biomassekessel des LVG Köllitsch – Bewertung

## der Staubinhaltsstoffe nach TA-Luft (Versuchsmittelwerte)

Rechtlich kommt das Regelwerk der TA-Luft für den Kessel nicht zur Geltung!

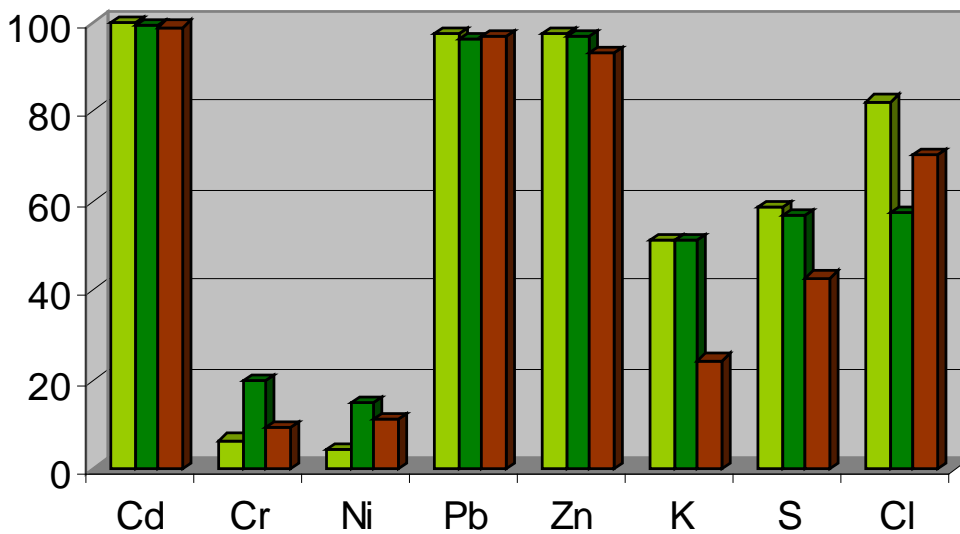
Emissionskonzentrationen [mg/m <sub>N</sub> <sup>3</sup> 11 Vol.-O <sub>2</sub> ]	Weide	Pappel	Wald- restholz
As	≤ 0,001*	≤ 0,001*	≤ 0,001*
Cd	0,234	0,082	0,111
Summe As und Cd	0,228	0,082	0,109
allg. Grenzwert As, Cd nach TA-Luft Nr. 5.2.7.1.1 (Klasse I krebserzeugend); Grenzwert gilt auch für die Summe	0,05 mg/m <sub>N</sub> <sup>3</sup>		
Pb	0,150	0,098	0,105
Ni	0,004	0,007	0,011
Summe Pb und Ni	0,154	0,103	0,116
allg. Grenzwert Pb, Ni nach TA-Luft Nr. 5.2.2 (Klasse II anorganische, staubförmige Stoffe); Stoffe dürfen auch als Summe den Grenzwert nicht überschreiten	0,5 mg/m <sub>N</sub> <sup>3</sup>		
Cr	0,006	0,082	0,006
allg. Grenzwert Cr nach TA-Luft Nr. 5.2.2 (Klasse III anorganische, staubförmige Stoffe) der Stoff darf in Summe mit anderen Elementen den Grenzwert nicht überschreiten	1 mg/m <sub>N</sub> <sup>3</sup>		

\* Massenkonzentrationen ≤ 0,001 – nicht nachweisbar

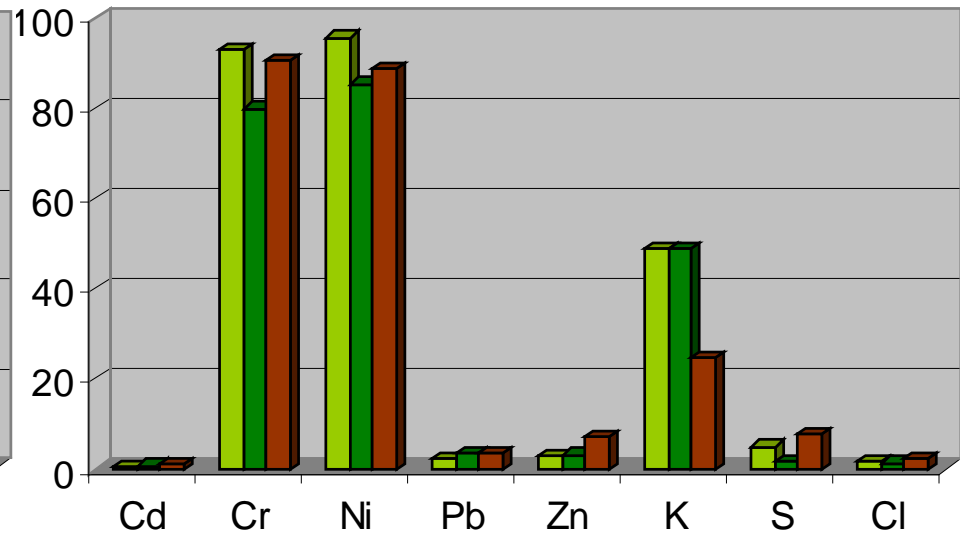
# Elementbilanzen

## Anteil in staubförmigen Emissionen bzw. in der Kesselasche bei Verbrennung im Biomassekessel des LVG Köllitsch

**Anteil staubförmiger Emissionen in %**



**Anteil Kesselasche in %**

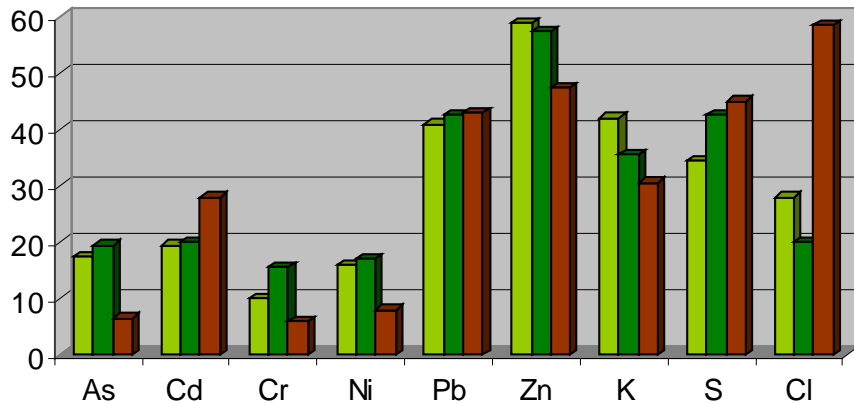


■ Weidenhackschnitzel ■ Pappelhackschnitzel ■ Waldrestholz

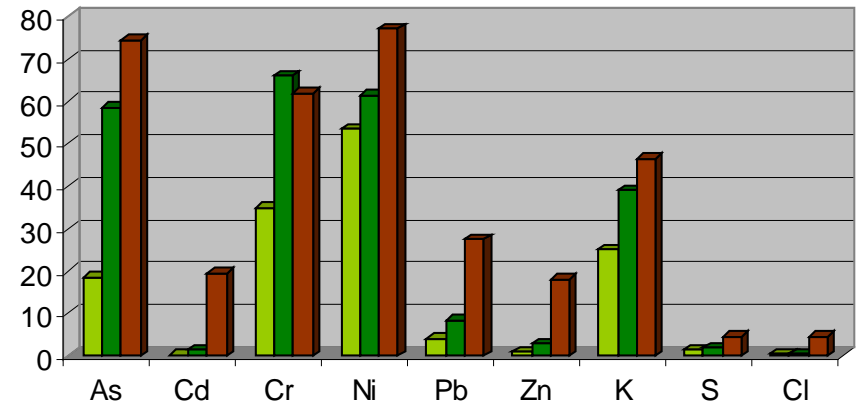


# Elementbilanzen bei Verbrennung im Kesselprüfstand des ILK Dresden (116 kW-Rostfeuerung)

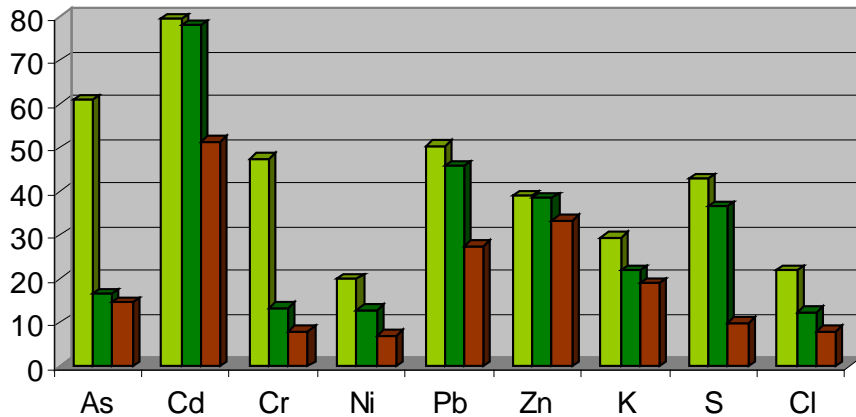
**Anteil staubförmiger Emissionen in %**



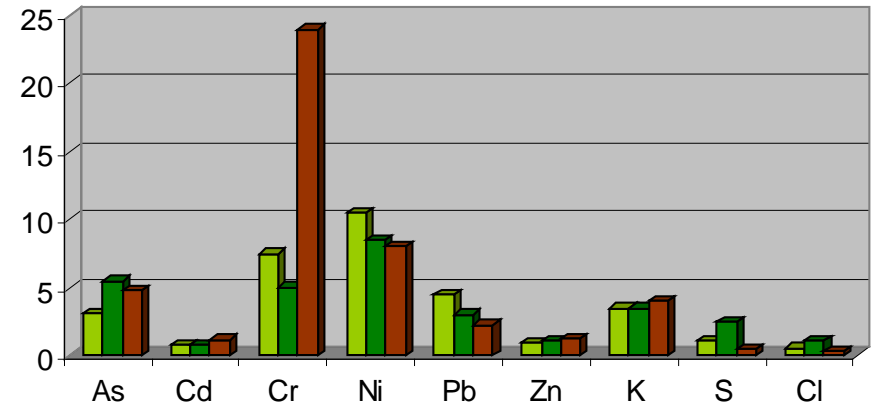
**Anteil Kesselasche in %**



**Anhaftungen im Nachbrennraum in %**



**Anteil abgeschiedener Staub in %**



■ Weidenhackschnitzel ■ Pappelhackschnitzel ■ Waldrestholz hackschnitzel



# Verwertung der Holzhackschnitzel

- Waldrestholz 30-40% geringere NO<sub>x</sub> Emissionswerte
- insgesamt Überschreitung der Grenzwerte für Cd, CO, Staub nach TA-Luft in HHS-Anlage Köllitsch
- Einsatz von Staubabscheidetechnik zur Minderung der Gesamtstaubfracht und Staubinhaltsstoffe notwendig

## Stoffbilanzen:

Kesselasche

→ As, Cr, Ni, K

Anhaftungen im Kesselinneren

→ Cd

Anhaftungen Nachbrennraum, Wärmeübertrager → Pb, Zn, K

staubförmige Emissionen

→ Pb, Zn, K

gasförmige Emissionen

→ Cl, S

=> Kesselasche Deponieklasse II (Deponien für vorbehandelte Siedlungsabfälle)



# Wirtschaftlichkeit

(LfULG, Ref. 24, Dr. Eckhard)

	Nutzgs- dauer u. Umtrieb Jahre		Pflanz- dichte Stck/ha	Ertrag TM t/ha*a	Frisch- masse t/ha* Umtrieb	Kosten Steckling einmalig €/ha	Pflanzg einmalig €/ha	Düngung je Umtrieb €/ha	Ernte je Umtrieb €/ha	Trockng je Umtrieb €/ha	Ergebnis je Jahr €/ha
<b>W e i d e</b>	21	3	12.000	10	66,7	960	480	193	877	555	478
	21	3	12.000	12	80,0	960	480	232	982	666	633
	<b>25</b>	<b>5</b>	<b>8.000</b>	<b>12</b>	133,3	640	320	386	1.250	1.109	<b>749</b>
	25	5	12.000	12	133,3	960	480	386	1.250	1.109	713
<b>P a p p e l</b>	21	3	12.000	10	66,7	2.760	480	193	877	555	329
	21	3	12.000	12	80,0	2.760	480	232	982	666	484
	<b>25</b>	<b>5</b>	<b>8.000</b>	<b>12</b>	133,3	1.840	320	386	1.250	1.109	<b>622</b>
	25	5	12.000	12	133,3	2.760	480	386	1.250	1.109	542

- Pappelsteckholz: 0,24 €/Stck, Weidensteckholz: 0,08 €/Stck, maschinelle Pflanzung zweireihig
- Unkrautbekämpfung Flexidor 1 l/ha (VA), Fusilade Max 1 l/ha (NA), Mulchen (Spätverunkrautung)
- 30 mm Zusatzwassergabe im Pflanzjahr - Ernte mit Feldhäcksler: Aufwand für das Gesamtverfahren
- Trocknung mit apparatloser Trocknung (Dombelüftung), Wassergehalt Ernte 55 %; nach Trocknung 25 %
- Düngung: nach jeder Ernte in Höhe der Entzugswerte der abgefahrenen Hackschnitzel
- Rückumwandlung nach Ende der Nutzungsdauer: Pauschalansatz 1.400 €/ha (Fräsen)
- Preis für Holzhackschnitzel mit 25 % Wassergehalt: 95 €/t - Betriebsprämie als Durchschnittssatz = 344 €/ha

# Zusammenfassung

- Kurzumtriebsplantagen sind eine Nutzungsalternative für kontaminierte Böden
- mit geerntetem Holz entzogene Schwermetalle führen nicht zu einer relevanten Abnahme der Gehalte im Boden
- Verwertung des Holzes in Verbrennungsanlagen ist möglich
- im Bereich der Abscheidetechnik besteht Forschungsbedarf
- Kurzumtriebsplantage in Krummenhennersdorf wird weiterhin für Untersuchungen durch das LfULG genutzt



# Veröffentlichungen aus der Arbeit mit KUP im LfULG

- KUP-Anbau auf schwermetallbelasteten Böden und energetische Verwertung der Biomasse  
Heft 19 der Schriftenreihe des LfULG
- Feldstreifenanbau schnellwachsender Baumarten im mitteldeutschen Trockengebiet  
Heft 29 der Schriftenreihe des LfULG
- Kurzumtriebsplantage Köllitsch  
Heft 33 der Schriftenreihe des LfULG
- Streifenanbau schnell wachsender Baumarten als wirtschaftlich nutzbares Element der Landschaftsgestaltung und des Erosionsschutzes  
[www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/22176.htm](http://www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/22176.htm)
- Anbauempfehlungen schnellwachsende Baumarten  
[www.smul.sachsen.de/lfl/publikationen/download/4616\\_1.pdf](http://www.smul.sachsen.de/lfl/publikationen/download/4616_1.pdf)
- Umweltaspekte des Biomasseanbaus  
Heft xx der Schriftenreihe des LfULG

Internetportal [www.energieholz-portal.de](http://www.energieholz-portal.de)

Bioenergieberatung für Land- und Forstwirte  
[www.bioenergie-portal.info](http://www.bioenergie-portal.info)

26.10.2011 | Dr. Michael Grunert

LANDESAMT FÜR UMWELT,  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE



LANDESAMT FÜR UMWELT,  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE



LANDESAMT FÜR UMWELT,  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE



## Feldstreifenanbau schnell- wachsender Baumarten

Schriftenreihe, Heft 29/2011



## Schnellwachsende Baumarten Streifenanbau in der Praxis



## Kurzumtriebsplantage Köllitsch

Schriftenreihe, Heft 33/2011



LANDESAMT FÜR UMWELT,  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE

LANDESAMT FÜR UMWELT,  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE



## Nutzung kontaminierter Böden

Schriftenreihe, Heft 19/2011



## Anbauempfehlungen

Schnellwachsende Baumarten  
im Kurzumtrieb



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

[www.smul.sachsen.de/lfulg](http://www.smul.sachsen.de/lfulg)

Dr. Michael Grunert (0341) 9174-147

[Michael.Grunert@smul.sachsen.de](mailto:Michael.Grunert@smul.sachsen.de)

[www.bioenergie-portal.info](http://www.bioenergie-portal.info)

[www.energieholz-portal.de](http://www.energieholz-portal.de)

Mitglied im **ForNeBiK**

ForschungsNetzwerk Biogene Kraftstoffe



## Veranstaltungshinweise:

Mitteldeutscher Bioenergietag, 22.11.2011, Groitzsch

Fachveranstaltung und Ernte von KUP. 01.02.2012, Köllitsch

Tagung „Schnellwachsende Baumarten - Umweltgerechter Anbau und Praxiserfahrungen“, 1./2.3.2012, Freiberg