

Betrachtung von Schad- und Nährstoffen im Rahmen des Biomasse-Asche-Monitorings (BAM) sowie rechtliche Voraussetzungen für eine Ascheverwertung

Jan Schlegel, Roland Bischof, Thomas Hering, TLLLR



1. Bisherige Arbeiten der TLL
2. Feuerungsanlagen im BAM
- 3. Rechtliche Rahmenbedingungen**
- 4. Ergebnisse des Aschemonitorings**
5. Auswahl für Kompaktierungs- u. Gefäßversuche
6. Zusammenfassung und Fazit

1. Bisherige Arbeiten der TLL

1993: Einfluss der Brennstoffart und Qualität auf Aschezusammensetzung und Verwertung am Strohheizkraftwerk Schkölen

1995: Strohheizwerk Jena – Brennstofftests; landwirtschaftliche Verwertung von Aschen aus Biomasseheizanlagen; 2002: regulärer Dauerbetrieb

1998-2002: Ascheverwertung (Vetter & Hering) In: Voraussetzungen zur Standardisierung biogener Festbrennstoffe (Härdtlein et al., 2004)

**2006: Inbetriebnahme der neuen Biomasseheizanlage Dornburg
2010: Düngung mit Presskuchen und Strohasche (Biertümpfel et al., 2010)**

2009: Emissionsverhalten von Getreide- & Halmgutfeuerungen in der Praxis (Hering & Vetter, 2009)

2014: Eignung & Optimierung von Halmgutpresslingen für kleine und mittlere Feuerungsanlagen (Hering et al., 2014)

2017: Biomasse-Asche-Monitoring (BAM)

2. Feuerungsanlagen im BAM

Anl.-Nr.	Feuerungswärmeleistung [kW _{th}]	Regelbrennstoff	Feuerungssystem
1	950	Stroh (Ballen)	Rost
2	800	Niedermoorbiomasse (Ballen/Häcksel)	Rost
3	630	Landschaftspflegeheu (Ballen/Häcksel)	Rost
4	550	Stroh (Ballen/Häcksel)	Drehrohr
5	500	Miscanthus (Häcksel)	Mulde
6	180	Stroh (Pellets)	Mulde
7	19500	Holzhackschnitzel	Rost
8	49800	Stroh (Ballen)	Rost
9 (4)	550	Holzhackschnitzel	Rost
10 (6)	160	Stroh (Pellets)	Rost
11 (5)	600	Miscanthus (Häcksel)	Mulde

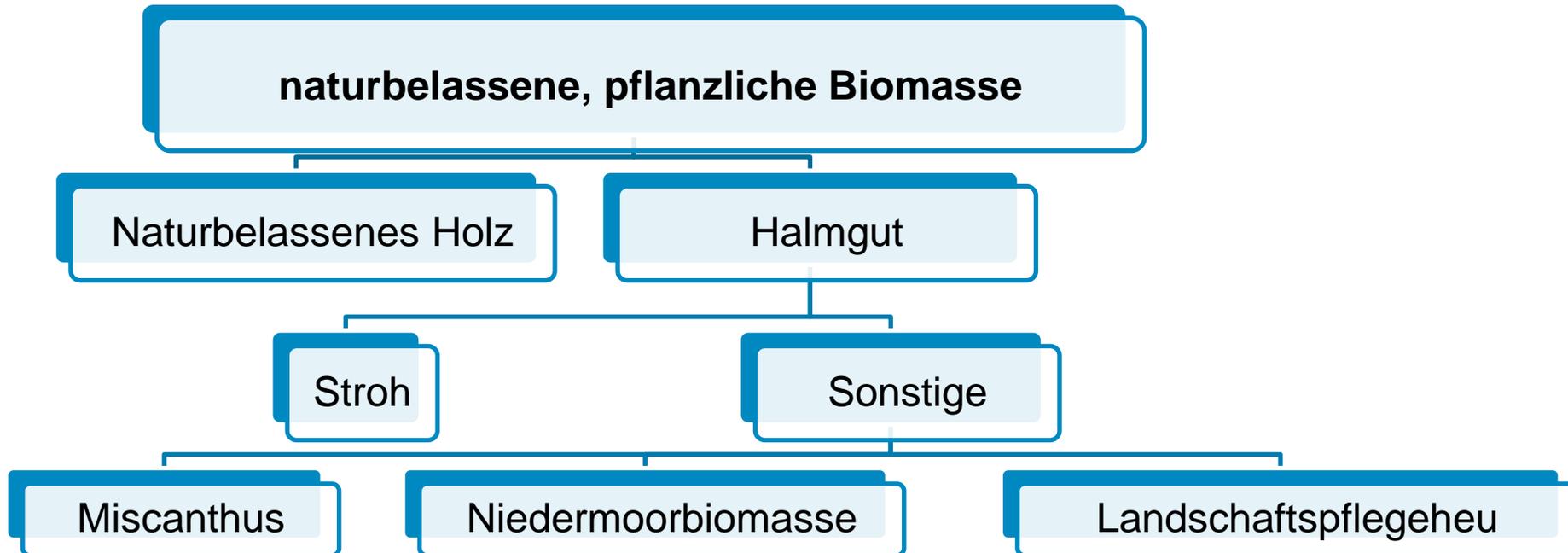
3. Rechtliche Rahmenbedingungen

- Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG)
- Bundesimmissionsschutzverordnung (BImSchV)
- Düngemittelverordnung (DüMV)
- Bioabfallverordnung (BioAbfV)
- Abfallverzeichnisverordnung (AVV)
- Deponieverordnung (DepV)

Darin sind u.a. enthalten Anforderungen an:

- einsetzbare Brennstoffe
- anfallende Aschefraktionen
- Schadstoffgrenzwerte
- Mindestgehalte an Nährstoffen
- weitere Parameter (Korngrößen, Staubbinding)

3.1 einsetzbare Brennstoffe nach DüMV



3.2 anfallende Aschefraktionen

Aschefraktion

Brennraumasche

Rostasche

Muldenasche

**Asche aus Rauchgasweg
1. filternde Einheit**

Zyklonasche

**Asche aus Rauchgasweg
sonstige filternde Einheiten**

Gewebefilterasche

Elektrofilterasche

3.2 anfallende Aschefraktionen





**Brennraum- und
Zyklonasche**

Gewebefilterasche

3.3 Schadstoffgrenzwerte nach DüMV

anorganische Schadstoffe	Kennzeichnung	Grenzwert
Arsen (As)	20 mg / kg TM	40 mg / kg TM
Blei (Pb)	100 mg / kg TM	150 mg / kg TM
Cadmium (Cd)	1 mg / kg TM	1,5 mg / kg TM
(Cd) für Düngemittel > 5 % P ₂ O ₅ (FM)	20 mg / kg P ₂ O ₅	50 mg / kg P₂O₅
Chrom (ges.)	300 mg / kg TM	-
Chrom (CrVI)	1,2 mg / kg TM	2 mg / kg TM
Nickel (Ni)	40 mg / kg TM	80 mg / kg TM
Quecksilber (Hg)	0,5 mg / kg TM	1 mg / kg TM
Thallium (Tl)	0,5 mg / kg TM	1 mg / kg TM
organische Schadstoffe	Kennzeichnung	Grenzwert
Perfluorierte Tenside (PFT)	0,05 mg / kg TM	0,1 mg / kg TM
Σ Dioxine & dl-PCB (WHO-TEQ2005) *		30 ng / kg TM 8 ng / kg TM*

* auf Grünland und bei Ackerfutter gelten 8 ng/kg TM

3.3 Schadstoffgrenzwerte nach DüMV bzw. DepV

anorganische Schadstoffe	Kennzeichnung	Grenzwert
Arsen (As)	20 mg / kg TM	40 mg / kg TM
Blei (Pb)	100 mg / kg TM	150 mg / kg TM
Cadmium (Cd)	1 mg / kg TM	1,5 mg / kg TM
(Cd) für Düngemittel > 5 % P ₂ O ₅ (FM)	20 mg / kg P ₂ O ₅	50 mg / kg P₂O₅
Chrom (ges.)	300 mg / kg TM	-
Chrom (CrVI)	1,2 mg / kg TM	2 mg / kg TM
Nickel (Ni)	40 mg / kg TM	80 mg / kg TM
Quecksilber (Hg)	0,5 mg / kg TM	1 mg / kg TM
Thallium (Tl)	0,5 mg / kg TM	1 mg / kg TM
organische Schadstoffe	Kennzeichnung	Grenzwert
Perfluorierte Tenside (PFT)	0,05 mg / kg TM	0,1 mg / kg TM
Σ Dioxine & dl-PCB (WHO-TEQ2005) *		30 ng / kg TM 8 ng / kg TM*
PAK (EPA 16) aus DepV		30 mg / kg TM

* auf Grünland und bei Ackerfutter gelten 8 ng/kg TM

3.4 Schadstoffgrenzwerte nach BioAbfV

Schadstoff	30 t TM / ha	20 t TM / ha
Blei (Pb)	100 mg / kg TM	150 mg / kg TM
Cadmium (Cd)	1 mg / kg TM	1,5 mg / kg TM
(Cd) für Düngemittel > 5 % P ₂ O ₅ (FM)	50 mg / kg P ₂ O ₅	50 mg / kg P ₂ O ₅
Chrom (ges.)	70 mg / kg TM	100 mg / kg TM
Nickel (Ni)	35 mg / kg TM	50 mg / kg TM
Quecksilber (Hg)	0,7 mg / kg TM	1 mg / kg TM
Kupfer (Cu)	70 mg / kg TM	100 mg / kg TM
Zink (Zn)	300 mg / kg TM	400 mg / kg TM

- weitere Parameter mit Grenzwerten

3.5 Mindestgehalte an Nährstoffen

Vorgaben relevanter Düngemitteltypen

Typenbezeichnung	Mindestgehalt		Toleranz
Kaliumdünger aus der Aufbereitung von Aschen	10 % wsl. K_2O		1 %-Punkt
Kalkdünger aus der Verbrennung pflanzlicher Stoffe	15 % CaO i.d. TM. (MgO darf mit angerechnet werden)		CaO 3 %-Punkte MgO -2,5 % MgO +5 % ges.: 4 % CaO+MgO
mineral. PK-Dünger bei Verwendung von Aschen	2 % msl. P_2O_5	3 % wsl. K_2O	
org. mineral. PK-Dünger (mit mind. 10 % organ. Substanz)	0,5 % P_2O_5	1 % K_2O	50 % des in % angegebenen Gehaltes, max. 1 %-Punkt
org. mineral. P-Dünger (mit mind. 10 % organ. Substanz)	3 % P_2O_5		50 % des in % angegebenen Gehaltes, max. 1 %-Punkt
org. mineral. K-Dünger (mit mind. 10 % organ. Substanz)	3 % K_2O		50 % des in % angegebenen Gehaltes, max. 1 %-Punkt

3.6 weitere Anforderungen der DüMV

Korngrößenverteilung für Kalkdünger aus der Verbrennung pflanzlicher Stoffe:

- Siebdurchgang: 90 % < 6,3 mm, 70 % < 3,15 mm.
 - Pflanzenverfügbarkeit
 - gleichmäßigere Ausbringung

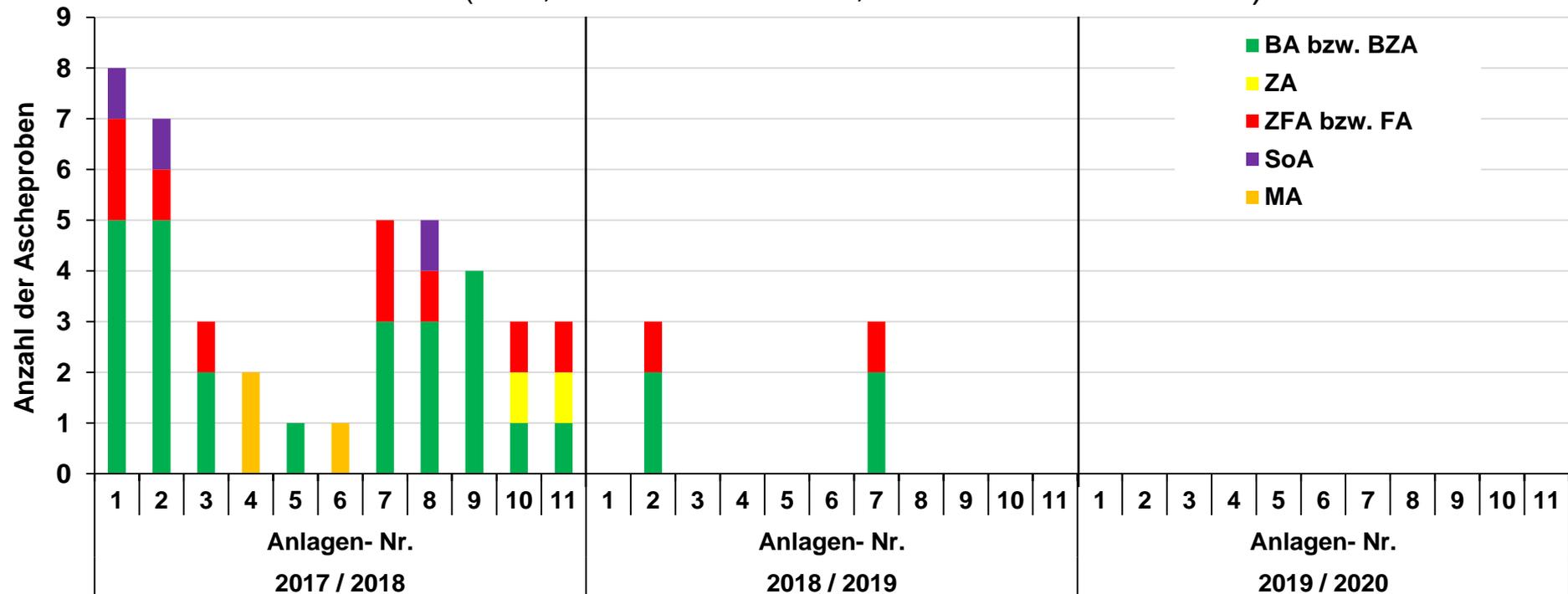
Abgabe in granulierter oder staubgebundener Form (gilt auch bei PK-Dünger).

Siebdurchgang bewertet nach der Staubbindung (Arbeitsschutz):

- < 0,1 mm max. 0,2 %
- < 0,05 mm max. 0,05 %
- < 0,01 mm max. 0,005 %

4. Ergebnisse

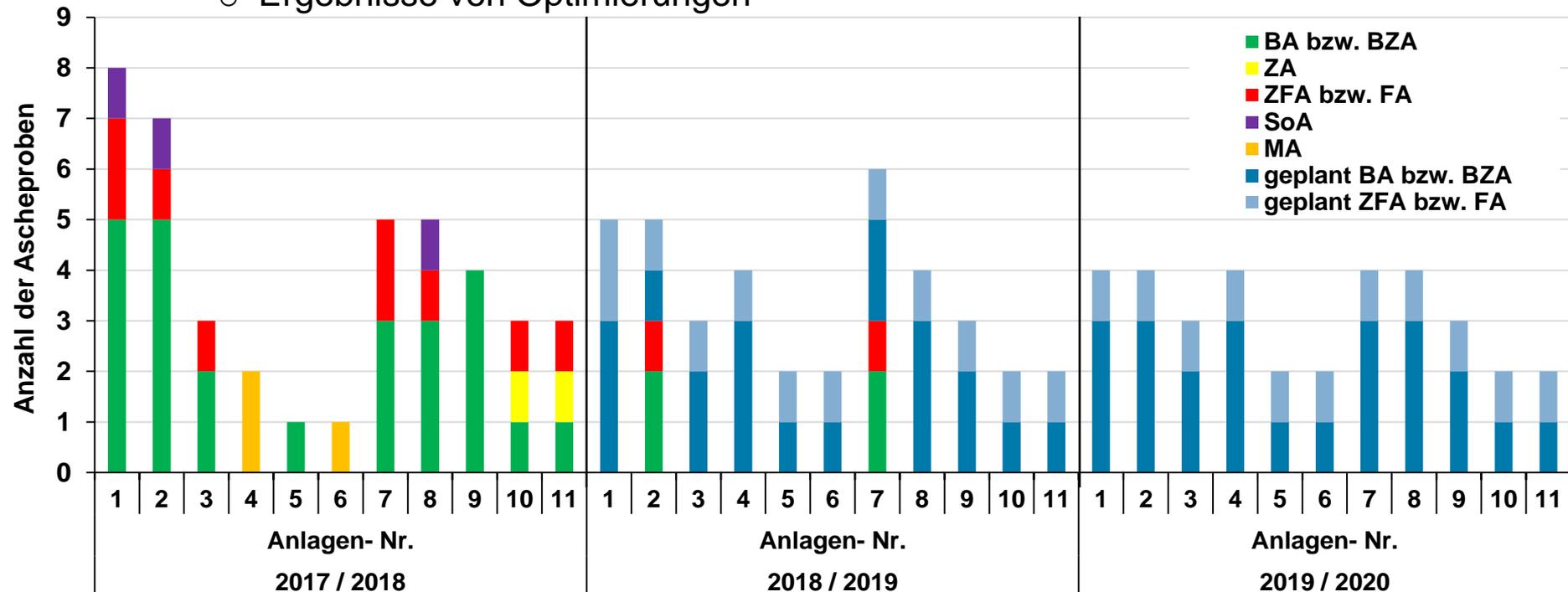
- bisher wurden 42 Ascheproben von 11 Anlagen analysiert (2017/2018), davon:
 - 25 reine Brennraumaschen bzw. Mischungen mit Zyklonaschen (BA bzw. BZA)
 - 2 Zyklonaschen (ZA)
 - 9 Mischungen aus Zyklon- u. Filteraschen bzw. reine Filteraschen (ZFA bzw. FA)
 - 3 Mischaschen aus allen Fraktionen (MA)
 - 3 Sonderaschen (SoA, 2 Unterrostaschen, eine aufbereitete Asche)



4. Ergebnisse

- Weitere Ascheprobennahmen und Analysen erforderlich (ca. 30 p.a.)
 - Erhöhung des Stichprobenumfangs
 - genauere Abbildung unterschiedlicher
 - Brennstoffe bzw. -qualitäten
 - Betriebsweisen (Lastzustände, Lastwechsel)
 - Ergebnisse von Optimierungen

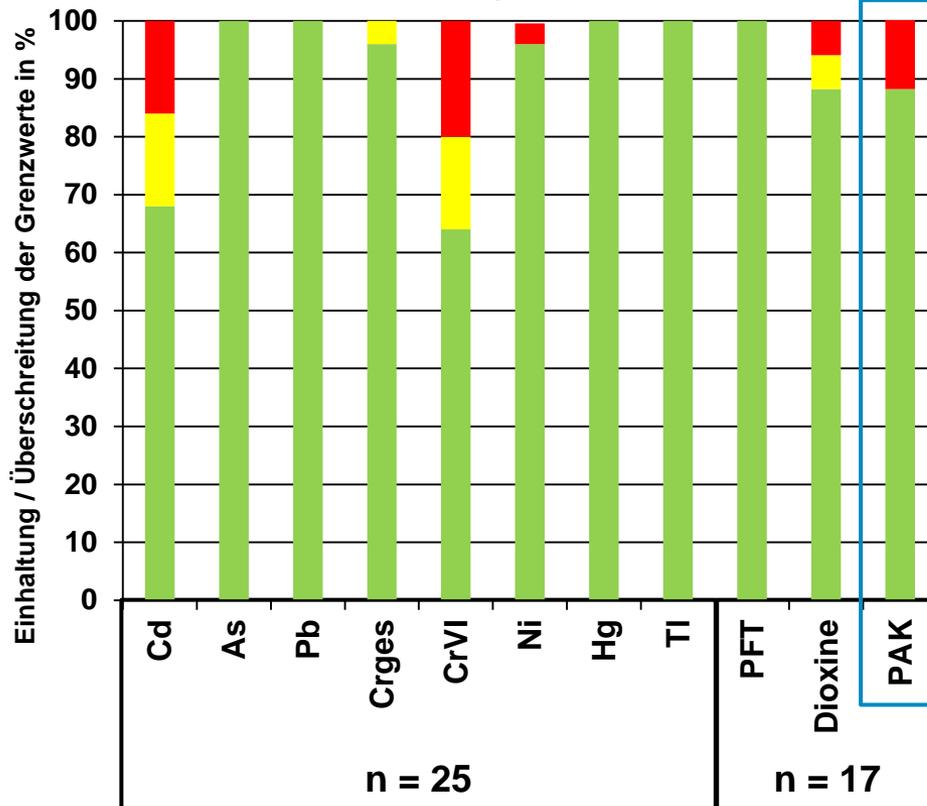
Dazu ist die Erweiterung auf die ursprüngliche Projektlaufzeit notwendig.



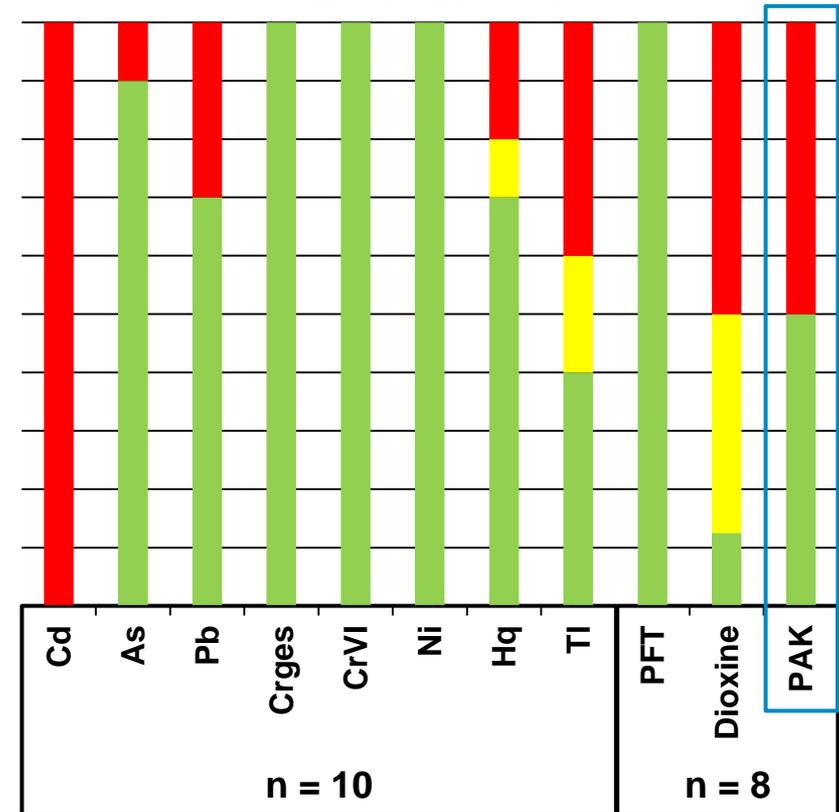
4.1 Bewertung der Aschen nach DüMV - Schadstoffe

- bei ca. 90 % der Brennraumaschen keine Grenzwertverletzung (grüne Balken)
- deutlich erhöhte Schadstofffracht in Filteraschen

BA bzw. BZA



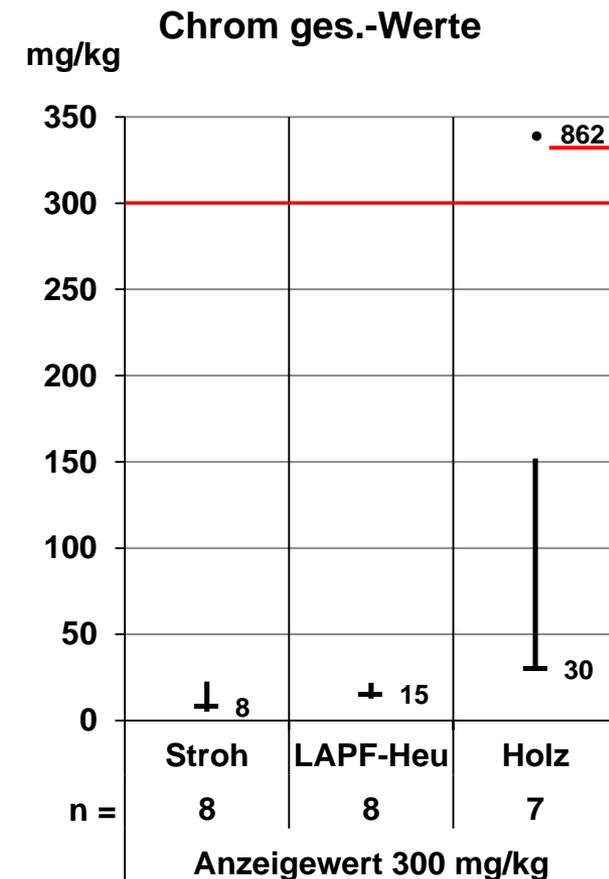
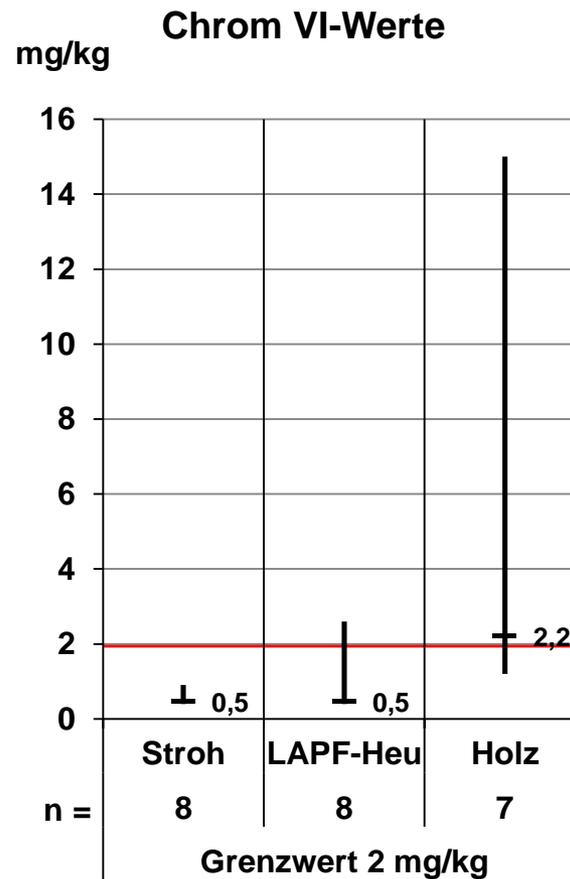
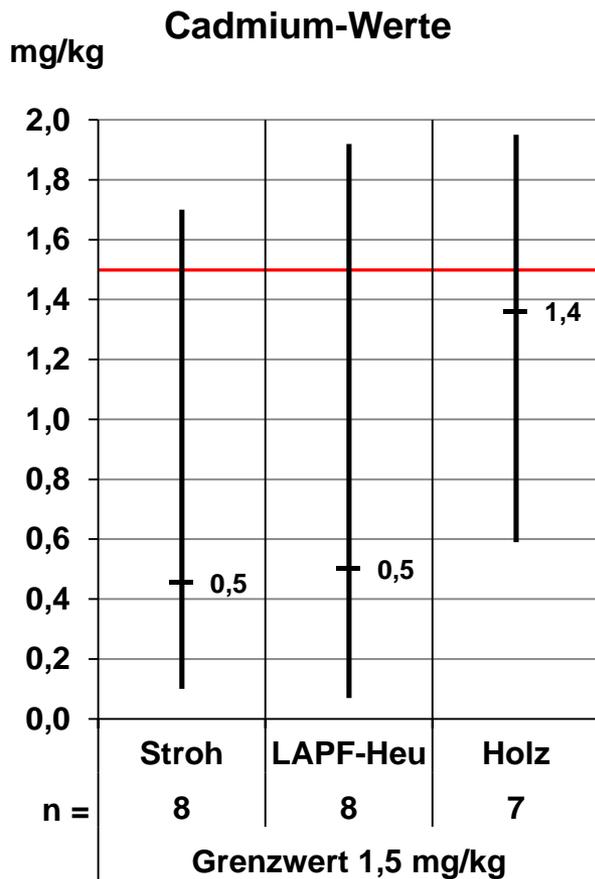
ZFA bzw. FA



■ unauffällig ■ kennzeichnungspflichtig ■ grenzwertüberschreitend

4.2 Bewertung der Brennraumaschen bzw. Mischungen mit Zyklonaschen nach DüMV

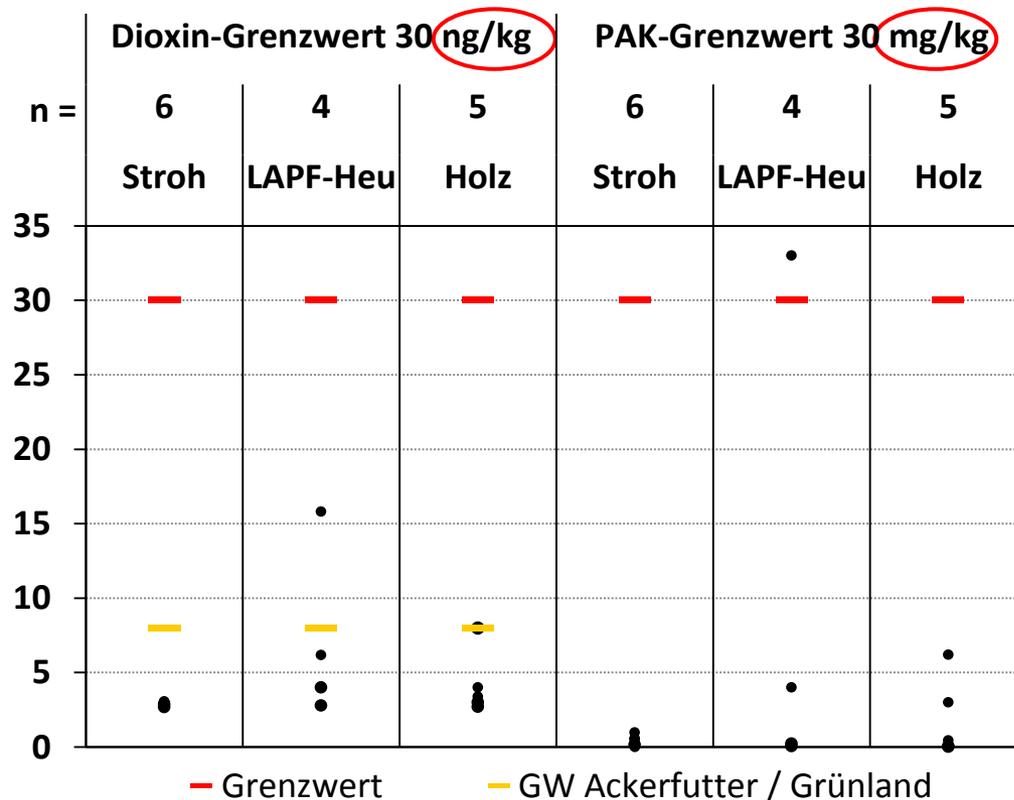
anorganische Schadstoffe



4.3 Bewertung der BA bzw. BZA nach DüMV bzw. DepV

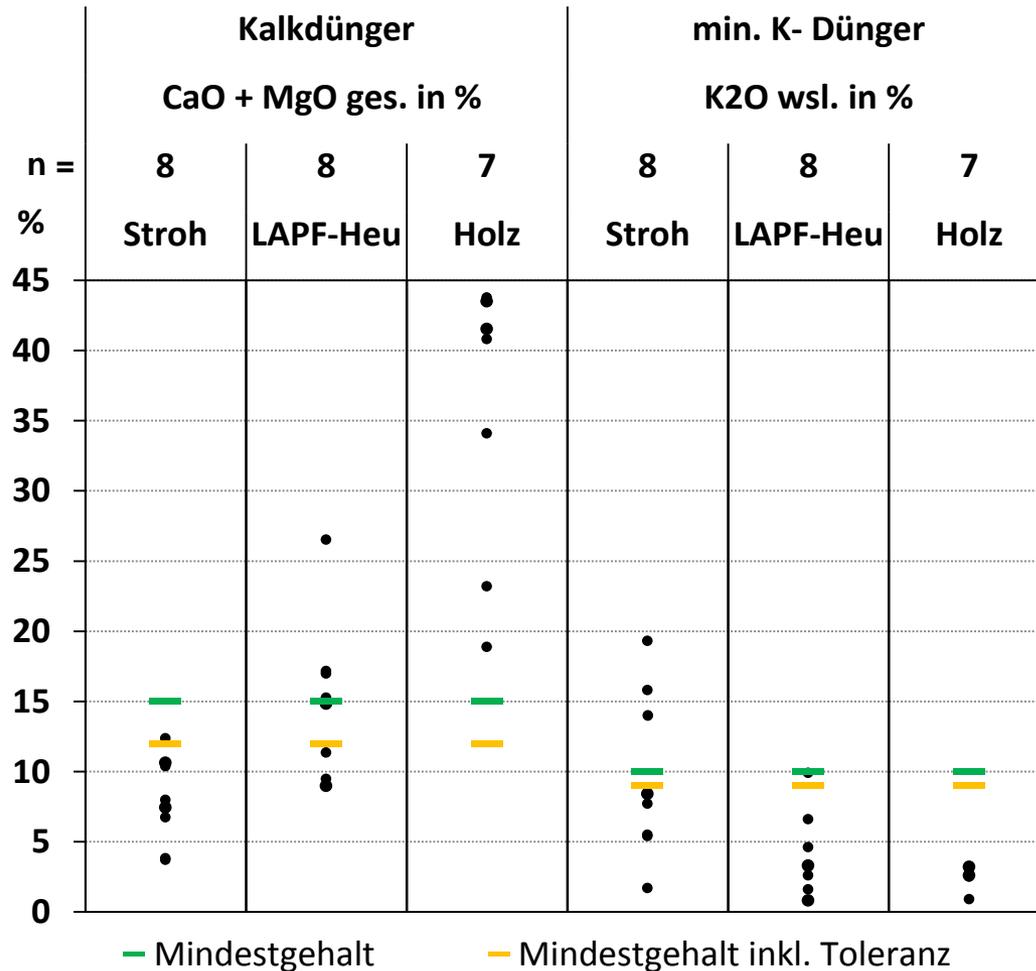
organische Schadstoffe

Dioxin(ng/kg)- und PAK(mg/kg)-Werte von
Brennraum- u. Zyklonaschen



- für Asche kein PAK- Grenzwert in der DüMV in D (nur in DepV)
- jedoch in:
 - Österreich 6 mg/kg
 - Schweiz 4 mg/kg

4.4 Bewertung der BA bzw. BZA nach DüMV - Nährstoffe



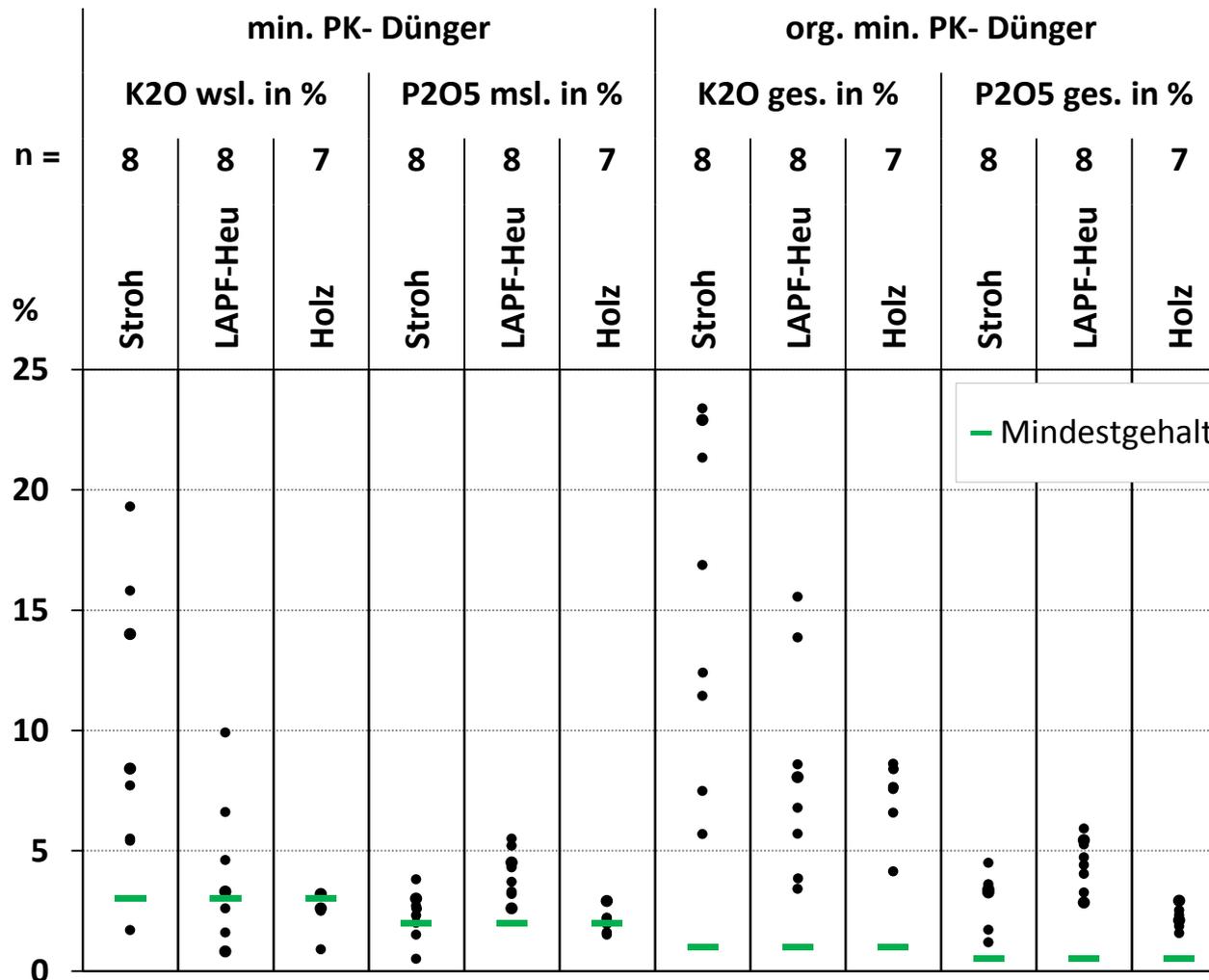
Einhaltung der Mindestgehalte:

- Kalkdünger 61 % (vorrangig Holzaschen)
- min. Kaliumdünger: 22 % (ausschließlich Halmgutaschen)

Nährstoffwert bei Einhaltung der
Düngemitteltypen:

- Kalkdünger: 12 – 36 €/t (inkl. Mg)
- min. K- Dünger: 50 – 96 €/t

4.4 Bewertung der BA bzw. BZA nach DüMV - Nährstoffe



Einhaltung der Mindestgehalte:

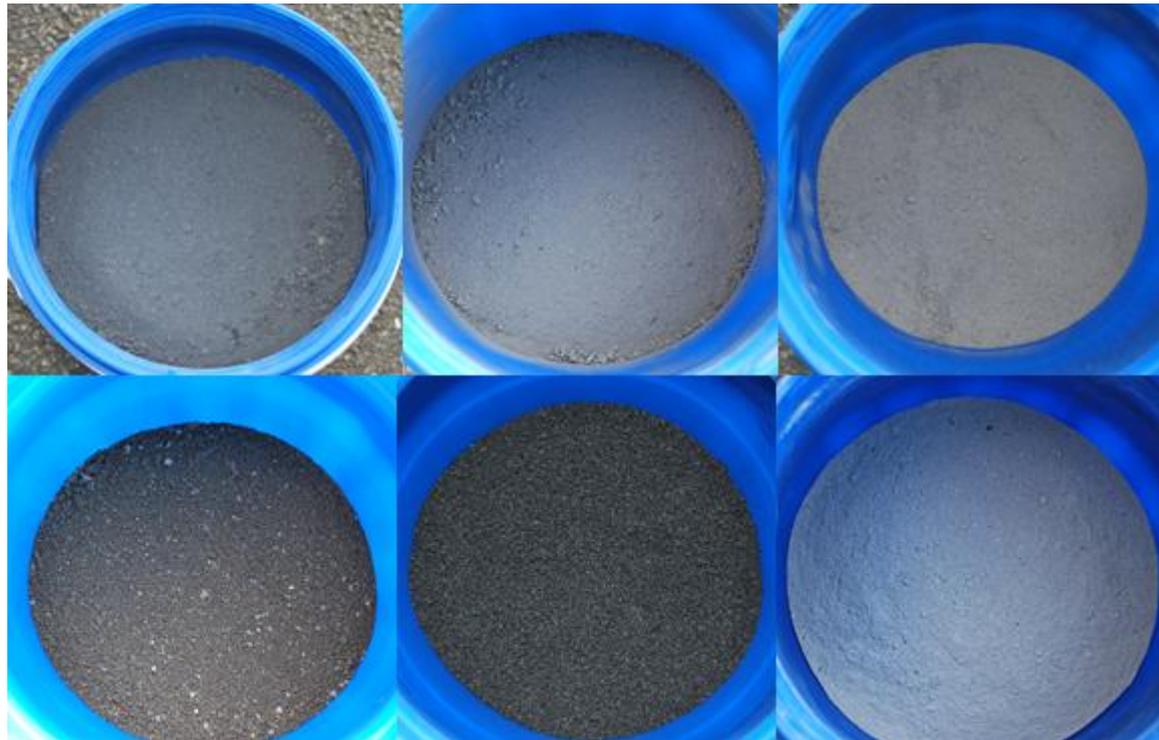
- min. PK-Dünger 52 %
- org.-min. PK-Dünger: 100 %

Nährstoffwert bei Einhaltung der Düngemitteltypen:

- min. PK-Dünger: 30 – 124 €/t
- org.-min. PK- Dünger: 9 – 30 €/t

5. Auswahl der Aschen für Kompaktierungs- u. Gefäßversuche

- sechs Aschen von relevanten Anlagen
 - je 2x als Brennstoff Stroh, Landschaftspflegeheu, Holz
 - 4 Heizwerke und 2 Heizkraftwerke
 - 4 Anlagen mit Trockenentaschung, 2 mit Nassentaschung



6. Zusammenfassung und Fazit

- **bei 68% (17 von 25 Aschechargen) Verwertung als Dünger möglich (Einhaltung aller Kriterien nach DüMV)**
 - 8% verfehlen einen Grenzwert nur knapp
 - 8% verfehlen den PAK –Grenzwert
- **100% lassen sich dem Düngemitteltyp org. min. PK-Dünger zuordnen**
- **Einzelne Aschen erreichen höherwertige Düngemitteltypen: min. K-Dünger, min. PK- Dünger**
- bei 64% Verwertung als Dünger laut BioAbfV (Einhaltung Schadstoffgrenzwerte für 20 t/ha*a) möglich
 - 16% verfehlen einen Grenzwert nur knapp
- bei fünf von elf Anlagen besteht hinsichtlich der anfallenden Aschequalität Optimierungsbedarf (Trennung der Fraktionen, Reduzierung Schadstofffracht)
- Mischungen aus Zyklon- u. Filteraschen bzw. reine Filteraschen haben deutlich erhöhte Schadstofffrachten
 - nicht als Dünger verwertbar

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Kontakt: Jan Schlegel
Naumburger Str. 98
07743 Jena
Tel.: 0361 57 40 41-459
jan.schlegel@tlllr.thueringen.de

Daten und Dokumente des TLLLR finden Sie jetzt direkt auf unserer
Homepage unter:

<http://www.thueringen.de/th9/tlllr>



Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages