

Schwermetallbelastung erschwert Aschenutzung

Untersuchung von Holzaschen im Rahmen des Holzascheprojektes des HEF Holzenergiefachverband Baden-Württemberg

Von Dr. Rainer Schrägle*, Leonberg

In der Veröffentlichung „Nutzung von Holzaschen stark reglementiert“ vom 9. Juli (S. 683 bis 685) wurde das grundsätzliche Vorgehen bei der abfallrechtlichen Einstufung von Holzaschen (Rost- und Kesselasche) unter Berücksichtigung der relevanten Rechtsbereiche vorgestellt und erläutert. Sie wurden ebenfalls im Rahmen der Tagung „Asche aus Holzfeuerungsanlagen – Einstufung von Rost-Kesselaschen zur Beurteilung des Entsorgungsweges“ am 27. April in Stuttgart vorgestellt. Im folgenden Beitrag sollen die Ergebnisse der praktische Anwendung und Umsetzung der beschriebenen Vorgehensweise vorgestellt und erläutert sowie Möglichkeiten zur weiteren Entwicklung der Thematik skizziert werden.

Zum Themenfeld „Entsorgung und Verwertung von Holzasche“ liegen zahlreiche Untersuchungen, Erhebungen und Forschungsberichte vor. Die relativ hohe Anzahl von Arbeiten kann den Eindruck hervorrufen, dass wesentliche Erkenntnisse bereits vorliegen und somit keine weiteren Untersuchungen in diesem Bereich notwendig sind.

Bei genauerer Betrachtung der Arbeiten und Veröffentlichungen fällt jedoch auf, dass Bewertung und Vergleich der vorliegenden Ergebnisse schwierig sind. Hierfür sind insbesondere folgende Punkte mit verantwortlich:

Eingesetzte Holzbrennstoffe

- Die eingesetzten Holzbrennstoffe werden nicht in allen Fällen angeführt bzw. wird nicht beschrieben, dass eine Überprüfung der deklarierten Holzbrennstoffqualität durchgeführt wurde.
- Bei als „naturbelassen“ deklariertem Brennstoff ist hierbei insbesondere auf das etwaige Vorhandensein von Altholzbestandteilen zu achten und dieses zu dokumentieren.

Probenahme

- Die Probenahme (Methode, Umfang der Einzelproben, Umfang der La-

* Dr. Rainer Schrägle (Biotherm GmbH) ist Vorstandsmitglied des Holzenergiefachverbandes Baden-Württemberg.



Abbildung 1 Standorte der Projektanlagen

Fortsetzung auf Seite 981

Tabelle 1 Ascheeinteilung in Abhängigkeit von dem eingesetzten Holzbrennstoff

	1	2	3	4
Brennstoff	NaWaRo i. S. d. EEG 2009 ¹	Naturbelassenes ² Holz	Altholz A I-II ³	Altholz A III-IV ⁴
Gefährlichkeit	nicht gefährlich	nicht gefährlich	nicht gefährlich	gefährlich
potenzielle Entsorgung (Verwertung/Beseitigung)	Düngemittelherstellung/Waldkalkung	Düngemittelherstellung, DK II, (Waldkalkung)	DK II, (Untertageversatz)	Untertageversatz, (DK II)
Problemparameter	Chrom VI	Chrom VI	Blei	Blei

¹ NaWaRo-Holz (i. S. des § 8 (2) 1. Gesetz zur Neuregelung des Rechts der Erneuerbaren Energien im Strombereich vom 21.7.2004
² Naturbelassenes Holz (i. S. der Nr. 1.2, a), Spalte 2 des Anhangs der 4. BImSchV vom 14.3.1997, geändert am 15.7.2006
³ Altholz der Kategorie A I-III (i. S. § 2 4. AltholzV)
⁴ Altholz der Kategorie A IV (i. S. § 2 4. AltholzV)

borprobe) beeinflusst maßgeblich die bei der Analyse erhaltbaren Ergebnisse.

- Da es sich bei Holzaschen um Abfall handelt, ist zum Erhalt von vergleichbaren Ergebnissen die Anwendung der Probenahmeverordnung LAGA PN 98 einschlägig; für die Beurteilung als Dünger sind (ggf. zusätzlich) die Vorgaben der Düngemittelverordnung zu beachten.
- Aufgrund der relativ aufwendigen Methodik der LAGA PN 98 wird diese häufig nicht angewandt.
- In Veröffentlichungen wird die angewandte Probenahme häufig nicht beschrieben, sodass sie nicht nachvollzogen werden kann.

Probenvorbereitung

- Neben der Probenahme hat die Probenvorbereitung großen Einfluss auf die Analyseergebnisse. Hier ist insbesondere zu beachten, dass Standardmethoden (z. B. DIN EN 12457-4 für die Eluatbestimmung) nicht unbedingt die für Problembeurteilung geeigneten Ergebnisse liefern können. Deshalb wurde im Rahmen des HEF-Projektes die Elutionsmethode dahingehend modifiziert, dass Großeluat (10 l) hergestellt wurden.

Parameterumfang

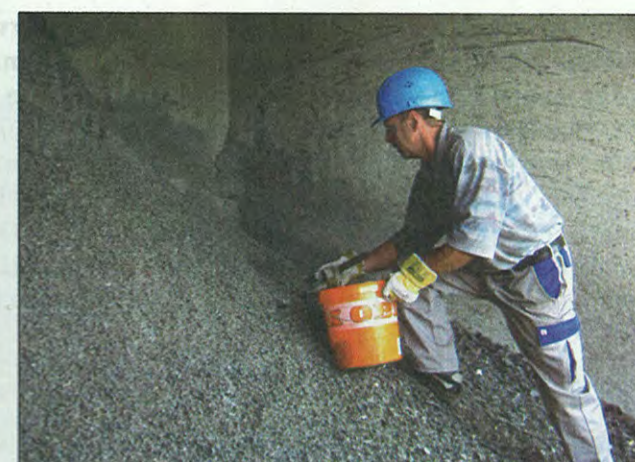
- Es ist auffällig, dass bei einer Vielzahl von Untersuchungen nur die Parameter im Hinblick auf einen einzelnen Verwertungsweg (z. B. Waldkalkung) untersucht werden.
- Zur gesamthaften Beurteilung von Holzaschen ist jedoch ein integrierter Katalog von Untersuchungsparametern notwendig, welcher einen Abgleich mit den Anforderungen aller relevanten Rechtsbereiche erlaubt.

Untersuchungsmethoden

- Die zur Untersuchung verwendeten Methoden sind nicht immer für Holzaschen geeignet. Es muss bei der Methodenauswahl gewährleistet sein, dass im Falle der Überprüfung von Gehalten mittels vorgegebenen Kontrollmethoden (z. B. gemäß DeponieV oder amtlicher Düngemittelkontrolle) die gewonnenen Ergebnisse vergleichbar und belastbar sind. Insbesondere semiquantitative Schnell-



Zu beprobendes Haufwerk



Probenahme



Einzelprobe



Mischen der Einzelproben, Herstellung der Mischprobe



Verjüngen der Mischprobe



Laborprobe unverpackt

Tabelle 2 Rost- und Kesselascheanalysen einer Nawaro-Anlage

Parameter	Einheit	Grenzwert ¹ Spiegeleintr.	Grenzwert ² Dep. Kl. II	Grenzwert ³ DüMV	Messwerte				
Untersuchung im Eluat									
pH-Wert		5,5 – 13,0	5,5 – 13,0	k. a.	12,6	12,6	12,5	12,6	
DOC	mg/L	k. a.	k. a.	k. a.	1,6	1,1	5,3	2,8	
Phenolindex	mg/L	k. a.	50,0	k. a.	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Antimon	mg/L	0,1	0,1	k. a.	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	
Arsen	mg/L	0,2	0,5	k. a.	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	
Barium	mg/L	10,0	10,0	k. a.	0,42	0,35	0,99	1,33	
Blei	mg/L	1,0	1,0	k. a.	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Cadmium	mg/L	0,1	0,1	k. a.	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	
Chrom, gesamt	mg/L	1,0	1,0	k. a.	0,04	0,06	0,15	0,20	
Chlorid	mg/L	k. a.	1500	k. a.	12,0	7,7	18,0	24,0	
Sulfat	mg/L	k. a.	2000	k. a.	110	57	160	120	
Kupfer	mg/L	5,0	5,0	k. a.	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Molybdän	mg/L	1,0	1,0	k. a.	0,04	0,03	0,04	0,06	
Nickel	mg/L	1,0	1,0	k. a.	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Quecksilber	mg/L	0,020	0,020	k. a.	0,0003	<0,0002	0,0007	0,0004	
Selen	mg/L	0,1	0,1	k. a.	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Zink	mg/L	5,0	5,0	k. a.	0,02	0,069	<0,01	<0,01	
Fluorid	mg/L	15,0	25,0	k. a.	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	
Cyanide, leicht freisetzbar	mg/L	0,5	0,5	k. a.	<0,01	0,011	<0,01	<0,01	
Untersuchung im Feststoff									
pH-Wert (CaCl ₂)		k. a.	k. a.	k. a.	12,5	12,3	12,5	12,6	
Arsen	mg/kg TS	1000	k. a.	40	3,0	8,0	3,9	4,1	
Blei	mg/kg TS	2500	k. a.	150	6,6	14,8	64,4	53,7	
Cadmium	mg/kg TS	100	k. a.	50	<0,35	<0,35	<0,35	<0,35	
Chrom, gesamt	mg/kg TS	k. a.	k. a.	k. a.	18,1	31,9	36,2	39,0	
Chrom VI	mg/kg TS	1000	k. a.	2 ⁵	<2,0	2,0	2,4	3,9	
Kupfer	mg/kg TS	2500	k. a.	70 ⁴	42,3	64,8	137,0	154,0	
Nickel	mg/kg TS	2500	k. a.	80	6,3	13,1	14,6	18,7	
Quecksilber	mg/kg TS	50	k. a.	1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	
Zink	mg/kg TS	k. a.	k. a.	1000 ⁴	51,3	48,3	61,9	127	
Thallium	mg/kg TS	1000	k. a.	1	<0,3	<0,3	0,58	0,31	

¹ Vorläufige Vollzugshinweise Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg Heft 69

² AbfR 2.2.20, Anhang 1 Zuordnungskriterien für Deponien

³ Düngemittelverordnung vom 16.12.2008 Bundesgesetzblatt 2008 Teil I Nr. 60 S. 2524–2581

⁴ Wert entfällt nach neuer Düngemittelverordnung vom 16.12.2008 Bundesgesetzblatt 2008 Teil I Nr. 60 S. 2524–2581, speziell S. 2557 Spalte 4

⁵ Brennausmaschen aus der Verbrennung von naturbelassenem Rohholz sind von den Grenzwerten [...] ausgenommen, wenn durch deutliche Kennzeichnung auf ihre ausschließliche Rückführung auf forstliche Standorte hingewiesen wird

Schwermetallbelastung erschwert Aschenutzung

Fortsetzung von Seite 980

analysemethoden mit deutlichen Restriktionen bei der Aussagekraft im Hinblick auf die Gesamtprobe wie z. B. Röntgenfluoreszenzanalytik (RFA) sind hier kritisch zu bewerten.

Versuchsdurchführung und Methoden

Um einen ersten systematischen Überblick über die zu erwartenden Rost- und Kesselaschequalitäten zu bekommen, wurden beginnend ab 2008, Holzenergieanlagen für die Untersuchung ausgewählt. Hierbei wurde darauf geachtet, dass über die Anlagenauswahl gewährleistet ist, dass Aussagen

Abfallkategorie	Parameter	Einheit	Abfallkategorie	Parameter	Einheit
DepVereinIV vom 27.4.2009	Eluatkriterien				
	pH-Wert im Eluat				
	DOC	mg/L	AbfAbIV vom 1.2.2007	Phenolindex	mg/L
	Antimon	mg/L		Arsen	mg/L
	Arsen	mg/L		Blei	mg/L
	Barium	mg/L		Cadmium	mg/L
	Blei	mg/L		Chrom, gesamt	mg/L
	Cadmium	mg/L		Chlorid	mg/L
	Chrom, gesamt	mg/L		Sulfat	mg/L
	Chlorid	mg/L		Kupfer	mg/L
Sulfat	mg/L	Molybdän		mg/L	
DepVereinIV vom 27.4.2009	Feststoffkriterien				
	pH-Wert				
	Arsen	mg/kg	Blei	mg/kg	
	Cadmium	mg/kg	Chrom, gesamt	mg/kg	
	Chrom, gesamt	mg/kg	Kupfer	mg/kg	
DepVereinIV vom 27.4.2009	AbfAbIV vom 1.2.2007				
	pH-Wert				
	Arsen	mg/kg	Blei	mg/kg	
	Cadmium	mg/kg	Chrom, gesamt	mg/kg	
	Chrom, gesamt	mg/kg	Kupfer	mg/kg	
DüMV vom 19.12.2008	DüMV vom 19.12.2008				
	pH-Wert				
	Arsen	mg/kg	Blei	mg/kg	
	Cadmium	mg/kg	Chrom, gesamt	mg/kg	
	Chrom, gesamt	mg/kg	Kupfer	mg/kg	
DüMV vom 19.12.2008	DüMV vom 19.12.2008				
	pH-Wert				
	Arsen	mg/kg	Blei	mg/kg	
	Cadmium	mg/kg	Chrom, gesamt	mg/kg	
	Chrom, gesamt	mg/kg	Kupfer	mg/kg	
DüMV vom 19.12.2008	DüMV vom 19.12.2008				
	pH-Wert				
	Arsen	mg/kg	Blei	mg/kg	
	Cadmium	mg/kg	Chrom, gesamt	mg/kg	
	Chrom, gesamt	mg/kg	Kupfer	mg/kg	

Abbildung 2 Untersuchungsparameter (*in der DüMV vom 19.12.2008 sind Kupfer und Zink keine Schadstoffe mehr sondern Nährstoffe)

über Aschequalitäten zu dem gesamten Brennstoffband von naturbelassenem Waldholz über Landschaftspflegeholz, Sägereisholz bis zu Altholz der unterschiedlichen Kategorien in die Untersuchung integriert sind.

Insgesamt haben 19 Anlagen an dem Projekt des HEF teilgenommen. Die Standorte sind in Abbildung 1 darge-

stellt. An einem Standort befinden sich zwei Anlagen, weshalb nur 18 Standorte zu erkennen sind. Insgesamt wurden so über 150 Rost- und Kesselascheproben gewonnen und anschließend untersucht. Von jeder Anlage wurden mindestens drei Proben entnommen und analysiert.

Der Ablauf des Projektes erfolgte in nachfolgender Reihenfolge:

- ◆ Anlagenauswahl
- ◆ Parameterauswahl (Bestimmung Abfallschlüssel/Spiegeleinträge, Düngemittelrecht, Deponierecht)
- ◆ Methodenauswahl (PN 98, Laboruntersuchungen)
- ◆ Anlagenspezifische Methodenanpassung (LAGA PN 98)
- ◆ Brennstoffbeurteilung (Deklaration, Inaugenscheinnahme, Zuordnungskontrolle/Sortieranalyse)
- ◆ Durchführung der Probenahme/Personaleinweisung Probenahme
- ◆ Probenversand
- ◆ Probenvorbereitung und -analyse
- ◆ Bewertung der Ergebnisse.

Bei jeder Anlage wurde der eingesetzte Holzbrennstoff erfasst und dokumentiert.

Methodenauswahl Probenahme, LAGA PN 98

Die Probenahmen wurden auf Grundlage der LAGA PN 98 durchgeführt. Diese wurde anlagenspezifisch in Abhängigkeit von Ascheanfallmenge, Körnung, Schüttdichte, Probenahmeintervall, etc. gemäß den Vorgaben der LAGA PN 98 adaptiert.

Die Ascheproben wurden im ersten Schritt auf die in Abbildung 2 aufgeführten Parameter untersucht. Die Parameter- und Methodenauswahl gewährleistet, dass die Untersuchungsergebnisse zur Beantwortung der relevanten Fragen im Hinblick auf die Beurteilung der Aschen in Bezug zu den Rechtsbereichen Abfallrecht, Düngemittelrecht, Deponierecht benutzt werden können.

Ergebnisse

Die Detailergebnisse wurden den Projektbeteiligten zur Verfügung gestellt und werden als Grundlage für den Aufbau einer systematischen Aschequalitätskontrolle verwendet. Die Ergebnisse wurden mithilfe der beiden Prüfschemata bewertet, welche bereits im Holz-Zentralblatt vom 9. Juli (S. 683 bis 685) veröffentlicht wurden.

Nachfolgend werden für Rost- und Kesselaschen aus Nawaro-Brennstoff sowie aus der Verbrennung von Altholz der Kategorien A III-IV Analysen dargestellt, welche aus der Summe der Einzeluntersuchungen als typisch betrachtet werden können.

Nach den bisherigen Erkenntnissen lassen sich die untersuchten Aschen in

Tabelle 3 Rost- und Kesselascheanalysen einer Altholz-Anlage (A IV)

Parameter	Einheit	Grenzwert ¹ Spiegeleintr.	Grenzwert ² Dep. Kl. II	Grenzwert ³ DüMV	Messwerte			
Untersuchung im Eluat								
pH-Wert		5,5 – 13,0	5,5 – 13,0	k. a.	12,4	12,4	12,2	12,5
DOC	mg/L	k. a.	k. a.	k. a.	–	–	3,6	4,6
Phenolindex	mg/L	k. a.	50,0	k. a.	–	–	0,01	0,01
Antimon	mg/L	0,1	0,1	k. a.	<0,005	0,014	<0,005	<0,005
Arsen	mg/L	0,2	0,5	k. a.	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Barium	mg/L	10,0	10,0	k. a.	4,38	4,47	5,10	5,07
Blei	mg/L	1,0	1,0	k. a.	3,40	1,46	14,3	1,23
Cadmium	mg/L	0,1	0,1	k. a.	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Chrom, gesamt	mg/L	1,0	1,0	k. a.	0,07	0,05	0,04	<0,01
Chlorid	mg/L	k. a.	1500	k. a.	–	–	5	18
Sulfat	mg/L	k. a.	2000	k. a.	–	–	10	10
Kupfer	mg/L	5,0	5,0	k. a.	<0,01	<0,01	0,03	<0,01
Molybdän	mg/L	1,0	1,0	k. a.	<0,01	0,02	<0,01	<0,01
Nickel	mg/L	1,0	1,0	k. a.	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Quecksilber	mg/L	0,020	0,020	k. a.	<0,0002	0,0003	<0,0002	<0,0002
Selen	mg/L	0,1	0,1	k. a.	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Zink	mg/L	5,0	5,0	k. a.	0,81	0,17	0,84	0,41
Fluorid	mg/L	15,0	25,0	k. a.	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Cyanide, leicht freisetzbar	mg/L	0,5	0,5	k. a.	–	–	<0,01	<0,01
Untersuchung im Feststoff								
Arsen	mg/kg TS	1000	k. a.	40	6,7	10,6	5,6	10,8
Blei	mg/kg TS	2500	k. a.	150	520	836	1670	1560
Cadmium	mg/kg TS	100	k. a.	50	<0,35	<0,35	0,55	0,36
Chrom, gesamt	mg/kg TS	k. a.	k. a.	k. a.	244	146	160	124
Chrom VI	mg/kg TS	1000	k. a.	2 ⁵	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Kupfer	mg/kg TS	2500	k. a.	70 ⁴	512	1310	3250	704
Nickel	mg/kg TS	2500	k. a.	80	67,2	40,7	56,3	28,5
Quecksilber	mg/kg TS	50	k. a.	1	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Zink	mg/kg TS	k. a.	k. a.	1000 ⁴	1460	2460	2580	2250
Thallium	mg/kg TS	1000	k. a.	1	0,55	0,78	<0,30	0,71

¹ Vorläufige Vollzugshinweise Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg Heft 69

² AbfR 2.2.20, Anhang 1 Zuordnungskriterien für Deponien

³ Düngemittelverordnung vom 16. 12. 2008 Bundesgesetzblatt 2008 Teil I Nr. 60 S. 2524–2581

⁴ Wert entfällt nach neuer Düngemittelverordnung vom 16. 12. 2008 Bundesgesetzblatt 2008 Teil I Nr. 60 S. 2524–2581, speziell S. 2557 Spalte 4

⁵ Brennräume aus der Verbrennung von naturbelassenem Rohholz sind von den Grenzwerten [...] ausgenommen, wenn durch deutliche Kennzeichnung auf ihre ausschließliche Rückführung auf forstliche Standorte hingewiesen wird

Abhängigkeit von den eingesetzten Holzbrennstoffen in vier Gruppen einteilen. Diese sind in Tabelle 1 dargestellt. Es ist erkennbar, dass die Rost- und Kesselasche aus der Verbrennung von Nawaro-Holz (vgl. Tabelle 2) auf Grundlage des so genannten Spiegeleintragspapiers¹ als nicht gefährlicher Abfall unter dem Abfallschlüssel 10 01 01 eingestuft werden kann. Die Schadstoffgrenzwerte für die Ablagerung auf einer Deponie der DK II werden ebenfalls eingehalten (TOC, Glühverlust, u. w. bedürfen einer separaten Betrachtung in einer späteren Veröffentlichung).

Die Schadstoffgrenzwerte nach Düngemittelverordnung werden eingehalten. Bei Einhaltung der aktuellen Grenzwertvorgaben (eingeschränkt gültig bis 31.12.2013 vgl. §9 (2) der Düngemittelverordnung vom 16.12.2008) sind Überschreitungen bei Kupfer erkennbar.

Typische Ergebnisse der Untersuchung von Rost- und Kesselaschen aus der Verbrennung von Altholz der Kate-

gorien A III-IV sind in Tabelle 3 dargestellt. Es ist erkennbar, dass der Gehalt an eluierbarem Blei zu der Einstufung als gefährlicher Abfall (Abfallschlüssel 19 01 11*) führt. Die Aschen weisen außerdem deutlich erhöhte Gehalte an Blei, Kupfer und Zink im Feststoffgehalt auf.

Der Gehalt an eluierbarem Blei führt dazu, dass die Aschen mit diesen Gehalten nicht unmittelbar auf einer Deponie der DK II abgelagert werden können.

Diskussion

Während des Projektverlaufs zeigte sich, dass sich der gesamte Themenkomplex „Holzasche“ auch aufgrund der zahlreichen zu berücksichtigenden Rechtsbereiche als äußerst komplexes Themenfeld darstellt. Hinter dem Begriff „Holzasche“ verbergen sich, in Abhängigkeit von den eingesetzten Holzbrennstoffen vollkommen unterschiedliche Fragestellungen und Probleme, welche im Hinblick auf die Entsor-

gungsmöglichkeiten und -notwendigkeiten von der Möglichkeit der Verwendbarkeit als Dünger oder Düngemittelkomponente bis zur Notwendigkeit der Entsorgung unter Tage reichen. Dies führt zu der Erkenntnis, dass es für die Optimierung der Entsorgung von Holzaschen einer breiten Datenbasis bedarf, welche die Grundlage für die Beeinflussbarkeit der Aschequalität als auch für die notwendige Diskussion mit Politik, Verwaltung und Öffentlichkeit bieten muss.

Darüber hinaus ist es notwendig, dass alle an der Thematik beteiligten Kreise (Planer, Finanzierer und Betreiber von Holz(heiz)kraftwerken, sowie Biomasselieferanten, Genehmigungs- und Überwachungsbehörden, Gutachter und Labors ebenso wie Abfallentsorger) über Grundwissen zu dieser Thematik verfügen müssen, um ihre jeweilige Rolle adäquat wahrnehmen zu können.

Die gewonnenen Erkenntnisse legen außerdem den Schluss nahe, dass die Thematik nur sehr schwierig als Einzelbetreiber zu bearbeiten ist. Aus diesem Grund wird aktuell die Gründung einer „Gütegemeinschaft Holzasche“ vorbereitet, in welcher das Themenfeld Betreiber übergreifend bearbeitet werden wird.

HINWEIS

Lehrgang zum Thema Holzasche

Am 8. Dezember führt der Autor in Leonberg (bei Stuttgart) den „3. Sachkundelehrgang Ver- und Entsorgung von Holz(heiz)kraftwerken“ durch. Zu den Schwerpunktthemen des Lehrganges gehören die Einstufung und Entsorgung von Holzaschen sowie die Beprobung von Brennstoffen und Holzaschen.

¹ Zuordnung von Abfällen zu Abfallarten aus Spiegeleinträgen: Vorläufige Vollzugshinweise des Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg auf der Grundlage des Entwurfs einer Handlungshilfe des Abfalltechnikausschusses der LAGA. Reihe Abfall Heft 69, 28. Oktober 2002.