BGK

Thema

Information

Verwertung von Holzaschen auf Flächen

Der forcierte Ausbau der energetischen Nutzung von Holz zur künftigen Energieversorgung führt zu steigenden Mengen an Aschen, die verwertet oder beseitigt werden müssen. Aufgrund von Gehalten an Pflanzennährstoffen ist eine Verwertung zur Düngung grundsätzlich sinnvoll. Neben wertgebenden Inhaltsstoffen können Aschen jedoch auch Schadstoffe enthalten, die einer Verwertung auf Flächen entgegen stehen.

Bei der Verbrennung von Holz fallen je nach den eingesetzten Brennstoffen und der Verbrennung selbst etwa 2 bis 20 % Aschen an. Die Verwertung von Aschen auf Flächen kann gemäß den derzeit geltenden Rechtsbestimmungen im Wesentlichen auf drei Wegen erfolgen:

- Herstellung eines Gemisches von Asche-Düngemitteln und Bioabfällen im Sinne der Bioabfallverordnung,
- Aufbereitung und direkte Verwertung der Asche als Düngemittel,
- Einsatz der Asche als Mischkomponente bei der Herstellung eines Düngemittels.

Bevor auf die unterschiedlichen Wege eingegangen werden kann, sind zunächst verschiedene Sachverhalte und Voraussetzungen anzusprechen.

Charakterisierung von Holzaschen

Rückstände aus der Holzverbrennung sind Rost- und Kesselasche, Filterstäube, Abfälle aus der Abgasbehandlung und Sande (z.B. aus Wirbelschichtöfen). Nach dem Ort des Anfalls werden unterschieden:

- Feuerraumasche (Grobasche, Rostasche) aus dem Verbrennungsteil der Feuerungsanlage,
- Zyklonasche (Feinasche, Flugasche) aus Rauchgasen, die im Zyklon anfällt,
- Filterasche (Feinstflugasche), die im Elektro- oder Gewebefilter abgeschieden wird.

Nur Aschen aus naturbelassenem Holz

Für die Verwertung auf Flächen werden im Folgenden ausschließlich Aschen aus der Verbrennung von naturbelassenem Holz betrachtet, d.h. von Holz, welches ausschließlich mechanischer Bearbeitung ausgesetzt war und bei seiner Verwertung nicht mehr als nur unerheblich mit Schadstoffen kontaminiert wurde (§ 2 Nr. 9 1. BImSchV) [1].

Nicht betrachtet werden Aschen, die bei der Verbrennung von gestrichenem, lackiertem oder beschichteten Holz oder von verleimten Holzwerkstoffen wie Spanplatten sowie von mit Holzschutzmitteln behandeltem Holz stammen [18], sowie Aschen aus der letzten filternden Einheit des Rauchgasweges.

Zuordnung von Abfallschlüsseln

Hier betrachtete Holzaschen fallen in Anlagen an, die nach der 1., der 4. oder der 13. Bundesimmissionsschutzverordnung (BImSchV) genehmigt sind [1; 2; 3]. Es kann sich dabei um „Energieerzeugungsanlagen“ im Sinne des Kapitels 10 der Abfallverzeichnis-Verordnung (AVV) handeln, d.h. um Abfälle aus thermischen Prozessen (i.d.R. Biomasseverbrennungsanlagen), oder um Abfälle im Sinne des Kapitels 19 AVV, d.h. um Abfälle aus „Abfallbehandlungsanlagen“.

Da Aschen nach § 3 Absätze 1 und 3 KrW-/AbfG in jedem Falle Abfälle sind, muss der Abfallerzeuger diesen einen Abfallschlüssel zuordnen.

Die Zuordnung von Aschen zu einem nach AVV zutreffenden Abfallschlüssel erfolgt in Abhängigkeit vom Ort des Anfalls und den eingesetzten Brennstoffen zunächst nach so genannten "Regelvermutungen".

Bei der ausschließlichen Verbrennung von unbehandeltem Holz in Energieerzeugungsanlagen (nicht Abfallbehandlungsanlagen) geht die AVV-Systematik davon aus, dass Feuerraumaschen entstehen, welche keine gefährlichen Stoffe enthalten. Die Zuordnung solcher Aschen ist der Abfallschlüssel 10 01 01. Einen mit (*) gekennzeichneten Abfallschlüssel-Spiegeleintrag für einen gefährlichen Abfall gibt es im Kapitel 10 der Abfallverzeichnisverordnung für solche Aschen nicht bzw. nur in Verbindung mit der Abfallmitverbrennung (10 01 14*).

Die Einstufung als gefährlicher oder nicht gefährlicher Abfall erfolgt nach § 3 Abs. 2 AVV [4] (Tabelle 1). AVV-Schlüssel mit (*) sind gefährliche Abfälle. Sie unterliegen gem. § 42 und 43 KrW-/AbfG [5] i.V.m. der NachwV [6] der Registrier- und Nachweispflicht. Filteraschen werden, sofern keine Analysen vorliegen, dem AVV-Schlüssel 10 01 18* zugeordnet.

Zuständigkeit / Verantwortlichkeit

Die immissionsschutzrechtliche Genehmigung von Feuerungsanlagen obliegt der zuständigen Kreisverwaltungsbehörde oder Bezirksregierung. Diese kann im Genehmigungsbescheid Anforderungen an die Verwertung oder Beseitigung der Aschen festlegen, die im laufenden Betrieb überwacht werden.

Der Erzeuger von Aschen ist verpflichtet, Rost- und Kesselaschen getrennt von Aschen aus der Abgasreinigung zu erfassen und den Aschen unter Berücksichtigung der Inhaltsstoffe (Qualitätskontrolle) den zutreffenden Abfallschlüssel zuzuordnen. Ferner trifft der Erzeuger i.d.R. auch die Zuordnung der Aschen zur Verwertung oder zur Beseitigung.

Auch wenn im Rahmen vertraglicher Vereinbarungen die Asche von einem Brennstofflieferanten zurückgenommen wird oder werden soll, bleibt die Pflicht der Zuordnung zum richtigen Abfallschlüssel beim Ascheerzeuger .

Der Abnehmer von Aschen muss über eine Genehmigung zur Annahme und der Lagerung/Behandlung der jeweiligen Aschen verfügen. Bei Aschen zu Beseitigung oder gefährlichen Aschen ist zudem eine entsprechende Transportgenehmigung erforderlich.

Verwertung von Aschen zusammen mit Bioabfällen

Bei der gemeinsamen Verwertung von Aschen mit Bioabfällen auf landwirtschaftlichen, forstwirtschaftlichen und gärtnerisch genutzten Flächen sind die Bestimmungen der Bioabfallverordnung (BioAbfV) zu beachten. Anhang 1 Nr. 2 BioAbfV enthält die mineralischen Zuschlagstoffe, die Bioabfällen zugegeben werden dürfen. Da Aschen dort nicht genannt sind, ist ihre gemeinsame Behandlung und Verwertung zusammen mit Bioabfällen zunächst unzulässig.

Die Anforderungen an die Zulässigkeit als Ausgangsstoff sowie an sonstige Anforderungen der BioAbfV entfallen, soweit die Verwertung auf Flächen außerhalb des Geltungsbereiches der Verordnung erfolgt (z.B. im Landschaftsbau). Die düngemittelrechtlichen Bestimmungen gelten in diesem Falle aber nach wie vor.

Neben Bioabfällen definiert die BioAbfV in § 2 Nr. 5 aber auch sogenannte „Gemische“. So können z.B. zugelassene Düngemitteltypen der Abschnitte 1 bis 4 der Anlage 1 der Düngemittelverordnung (DüMV) mit Bioabfällen gemischt werden. In der Definition des Begriffes "Gemisch" wird zwar festgestellt, dass eine Vermischung im Rahmen der Behandlung des Bioabfalls nicht als Gemisch gilt. Nach § 2 Nr. 4 BioAbfV trifft dies für Düngemittel allerdings nicht zu. Düngemittel aus und mit Aschen können bei der Behandlung von Bioabfällen daher zugegeben werden. Sie müssen die Anforderungen an einen zugelassenen Düngemitteltyp erfüllen.

Aschen als Düngemittel

Geht man die Liste zugelassener Düngemitteltypen nach Anlage 1 DüMV durch und gleicht die dort genannten Anforderungen mit den Eigenschaften üblicher

Rost- und Kesselaschen ab, so kommt v.a. der Typ „Kalkdünger aus der Verbrennung pflanzlicher Stoffe“ in Betracht (Anlage 1, Abschnitt 1.4.6 i.V.m. Anlage 2, Abschnitt 6.4.11 DüMV). Für diesen Typ gilt ein Mindestgehalt von 30 % Kalk (CaO), bei ausschließlicher Verwendung von Aschen nach Anlage 2 Abschnitt 7.3.16 als Ausgangsstoff 15 % CaO in der Trockenmasse. In diesem Fall müssen die Aschen in granulierter oder staubgebundener Form vorliegen. Übliche Aschen weisen Gehalte von ca.15 bis über 35 % CaO auf.

Es dürfen ausschließlich Brennraumaschen von naturbelassenen pflanzlichen Ausgangsstoffen nach Anlage 2 Tabelle 7.1 DüMV verwendet werden. „Aschen aus der letzten filternden Einheit im Rauchgasweg“ und Kondensatfilterschlämme dürfen nicht verwendet werden.

Neben der Typenentsprechung müssen die eingesetzten Aschen und das daraus hergestellte Düngemittel die Schadstoffgrenzwerte nach Anlage 2 Tabelle 1.4 DüMV einhalten (As 40, Pb 150, Cd 1,5, Cr 300, Cr_{VI} 2, Ni 80, Hg 1, Tl 1, PFT 0,1 mg/kg TM). Aschen nach Anlage 2 Abschnitt 7.3.16 dürfen gemäß § 9 Absatz 2 Nr. 1 DüMV die Grenzwerte noch bis zum 31.12.2013 überschreiten.

Kupfer (Cu) und Zink (Zn) sind in Tabelle 1.4 nicht als Schadstoffe genannt. Sie fallen im Düngerecht unter die Spurennährstoffe, für die nach Anlage 1 Abschnitt 4.1.1 Kennzeichnungsschwellen (ab 0,02 % i.d.TM) und Höchstgehalte (Cu 0,07, Zn 0,5 % i.d.TM) gelten.

Werden Aschen als Düngemittel in Verkehr gebracht, müssen sie einem zugelassenen Düngemitteltyp entsprechen und eine nach Maßgabe von § 6 i.V.m. Anlage 2 Tabelle 10 DüMV vollständige und ordnungsgemäße Kennzeichnung aufweisen. Für die düngemittelrechtliche Kennzeichnung ist der Inverkehrbringer (d.h. der Ascheerzeuger) verantwortlich.

Im Fall, dass Aschen (z.B. als Kalkdünger) Bioabfällen zugemischt werden, müssen sie nur den Anforderungen an einen zugelassenen Düngemitteltyp entsprechen.

Asche als Mischkomponente für Düngemittel

Neben der direkten Qualifikation von Brennraumaschen aus der Verbrennung von naturbelassenen pflanzlichen Ausgangsstoffen als Kalkdünger oder ggf. Kaliumdünger können solche Aschen auch dem Düngemittel-Typ "Kohlesaurer Kalk" bis max. 30 % zugemischt, oder mineralischen Mehrnährstoffdüngern oder einem organisch-mineralischen Düngemittel (ohne Mengenbegrenzung) zugegeben werden.

Die für den jeweiligen Düngemitteltyp geltenden Mindestnährstoffgehalte nach Anlage 1 DüMV (Tabelle 2) sowie Höchstgehalte an Schadstoffen nach Anlage 2 Tabelle 1.4. DüMV sind zu beachten (Tabelle 3).

Asche-Bioabfall Gemisch als Düngemittel

Wie bereits erläutert, sind Komposte und Gärrückstände, denen ein Düngemittel zugemischt wurde, Gemische im Sinne der BioAbfV. Bei der Verwertung auf Flächen im Geltungsbereich der BioAbfV sind für solche Gemische die Bestimmungen der BioAbfV zu beachten.

Zu beachten ist, dass es sich bei einem solchen Gemisch nicht mehr um ein „organisches Düngemittel“ im Sinne der Anlage 1 Abschnitt 3.1 DüMV handelt (wie für Komposte und Gärprodukte üblich), sondern um ein „organisch-mineralisches Düngemittel“ nach Abschnitt 3.2 mit i.d.R. Mindestgehalten von 1,5 % N, 0,5 % P_2O_5, und 1,0 % K_2O.

Werden die Anforderungen an den zulässigen Düngemitteltyp nicht erfüllt, besteht die Möglichkeit, das Gemisch auch als Bodenhilfsstoff im Sinne von § 4 Absatz 3 DüMV in Verkehr zu bringen. In diesem Fall müssen die Gehalte an Pflanzennährstoffen weniger als 1,5 % N, 0,5 % P_2O_5, 0,75 % K_2O, 0,3 % S und 30 % basisch wirksame Stoffe betragen.

Bewertungsanalyse von Aschen

Die Zuweisung des Abfallschlüssels 10 01 01 für nicht gefährliche Rost- und Kesselaschen ist für die Beurteilung der Einsatzmöglichkeit solcher Aschen in keinem Fall

ausreichend. Zur Beurteilung der Verwertbarkeit in Düngemitteln ist eine Bewertungsanalyse der jeweiligen Asche erforderlich, in der die o.g. Schadstoffparameter der Anlage 2 Tabelle 1.4 DüMV abgeprüft werden. Sind die Werte eingehalten, kann die Asche zur Herstellung von Düngemitteln verwendet werden.

Soweit die Asche selbst als Düngemittel qualifiziert werden soll, sind darüber hinaus Untersuchungen auf Nährstoffgehalte erforderlich, aus denen sich die Zuweisung des zutreffenden Düngemitteltyps ergibt sowie die bei der düngemittelrechtlichen Kennzeichnung (Warendeklaration) anzugeben Angaben.

Eine Analyse ist nur anzuerkennen, wenn die zugehörige Probenahme repräsentativ und ordnungsgemäß durchgeführt und dokumentiert wurde. Die ordnungsgemäße Probenahme von Asche zur Bewertung ihrer Verwertbarkeit oder des sonstigen Entsorgungsweges erfolgt nach LAGA PN 98 [13].

Da es für die Entsorgung von Aschen aus bestimmten Holzbrennstoffen Sonderregelungen gibt, sind neben dem Ort des Anfalls auch Informationen über die Zuordnung von Aschen zu eingesetzten Holzbrennstoffen erforderlich und zwar: Aschen aus der Verbrennung von Waldholz, von Sägerestholz, von naturbelassenem Holz, sowie von Altholz der Kategorien A I bis A IV.

Bei Untersuchungen zur Prüfung der Einhaltung der Düngemittelverordnung sind Probenahmen nach der Düngemittel-Probenahme- und Analyseverordnung durchzuführen [14]. Bei der gemeinsamen Verwertung mit Bioabfall richten sich Probenahme, Analytik und Anzahl der Analysen nach der BioAbfV [8].

Werden Schadstoffgrenzwerte nach Anlage 2 Tabelle 1.4 DüMV um bis zu maximal 50 % überschritten, kann noch ein Kalkdünger zur Anwendung in der Forstwirtschaft hergestellt werden. Eine Verwendung des Düngers in der Landwirtschaft ist dann nicht mehr möglich.

Bei der Bewertungsanalyse kann es sein, dass sich aufgrund von Grenzwertüberschreitungen oder anderer auffälliger Werte Anhaltspunkte für den Einsatz unzulässiger Brennstoffe (z.B. Mitverbrennung von Altholz) ergeben. Für den weiteren Entsorgungsweg ist in diesem Fall auf Basis von weitergehenden Untersuchungen (Eluatuntersuchungen) zu prüfen, ob es sich um einen gefährlichen Abfall handelt. Liegt kein gefährlicher Abfall vor, kann die Asche unter Beachtung der Deponiegenehmigung auf einer Deponie der Klasse II abgelagert werden. Scheidet dies aus, bleibt nur noch die Untertagedeponie bzw. der Untertageversatz (Abbildung 1).

Gütesicherung von Komposten und von Gärprodukten mit Aschen

Die RAL-Gütesicherungen schließen eine rechtskonforme Zumischung geeigneter Aschen/Düngemittel nicht grundsätzlich aus. In der Liste zulässiger Ausgangsstoffe für die Herstellung gütegesicherter Komposte und Gärprodukte sind Aschen aus der Verbrennung pflanzlicher Stoffe im Sinne der Anlage 2 Abschnitt 7.3.16 DüMV unter Ziffer J9 genannt.

Für den Einsatz von Aschen besteht allerdings ein Prüfbedarf, der im Rahmen der Eigenüberwachung des Bioabfallbehandlers bzw. Gemischherstellers zu beachten ist. Aschen bzw. daraus hergestellte Dünger sollten nur eingesetzt werden, wenn die Nachweise der Einhaltung der Schadstoffgrenzwerte sowie der Anforderungen an den zugelassenen Düngmitteltyp durch den Ascheerzeuger erfolgen.

Die Bundesgütegemeinschaft Kompost wird im Zuge der bevorstehenden Novelle der Bioabfallverordnung in den RAL-Gütesicherungen künftig Ausgangsstoffe mit und ohne Prüfbedarf unterscheiden. Stoffe mit Prüfbedarf - dazu zählen auch Aschen - müssen dann eine Präqualifikation durchlaufen, die ihre Eignung als Ausgangsstoff belegt. Entsprechende Testate sind dann z.B. vom Ascheerzeuger zu veranlassen. Ansonsten ist ein Einsatz in Düngern mit RAL-Gütesicherung nicht möglich.

Die Regeluntersuchungen der Gütesicherung beziehen sich auf die Endprodukte. Im Fall der Gemischherstellung werden die Gemische untersucht. Eingesetzte

Im Fall der Gemischherstellung werden die Gemische untersucht. Eingesetzte Mischkomponenten (hier Aschen) sind der Bundesgütegemeinschaft zu benennen, damit die Prüfzeugnisse der Gütesicherung an die abweichenden abfall- und düngemittelrechtlichen Vorgaben angepasst werden können. Wenn es sich um ein Gemisch handelt, ist dies im jeweiligen Probenahmeprotokoll anzugeben.

Was ändert die Novelle der BioAbfV?

Im Entwurf der bevorstehenden Novelle der BioAbfV werden in Anlage 1 Rost- und Kesselaschen, Schlacken und Kesselstaub der Abfallschlüsselnummer 10 01 01 als zulässige Ausgangsstoffe der Behandlung und Verwertung von Bioabfällen genannt. Damit können solche Aschen direkt (und nicht erst als eigenständiges Düngemittel) bei der Behandlung eingesetzt werden.

Neben AS 10 01 01 sind auch Rost- und Kesselaschen sowie Schlacken des AS 19 01 12 (aus Abfallverbrennungsanlagen) genannt. In beiden Fällen sind allerdings ausschließlich Feuerraumaschen aus der Monoverbrennung pflanzlicher Materialien, tierischer Fäkalien und von Tierkörpermehl zulässig. Aussagen zu den Auswirkungen der Novelle können erst nach ihrer Verabschiedung gemacht werden, voraussichtlich Ende 2010, Anfang 2011 .

Anwendung auf Flächen

Die Verwertung von Aschen oder Gemischen mit Aschen auf landwirtschaftlichen Flächen muss nicht nur den bereits genannten Anforderungen der Düngemittelverordnung an das Inverkehrbringen, sondern auch den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis gemäß der Düngeverordnung (DüV) entsprechen [9]. Dies bedeutet v.a., dass die aufgebrachte Menge auf den Bedarf des Bodens und der Pflanzen ausgerichtet ist (Verbot der Überdüngung).

Verwerter von Aschen sollten darauf achten, dass im Rahmen der düngemittelrechtlichen Kennzeichnung und darüber hinausgehender Warendeklarationen bei den Mengenempfehlungen nicht nur allgemeine, sondern auf das jeweilige Asche-Düngemittel bezogene konkrete Angaben gemacht werden.

Die Verwertung von Aschen auf forstlichen Flächen kommt i.d.R. nur dann in Frage, wenn mit der Maßnahme ein Nährstoffmangel behoben, oder die Bodenfruchtbarkeit erhalten, oder wiederhergestellt werden soll. So ist z.B. die Zugabe von bis zu 30 % Holzasche aus Waldholz im Rahmen einer Bodenschutzkalkung gestattet. Eine Ertragsdüngung ist nach den Bestimmungen, denen die meisten Forstflächen unterliegen, dagegen nicht gestattet [10, 11]. Aus vorgenannten Gründen hat die direkte Verwertung von Aschen im Forst daher nur eine geringe praktische Relevanz.

Technische Aspekte

Lagerung, Transport und Aufbereitung von Aschen können mit erheblichen Staubemissionen verbunden sein. Diese sind - ggf. nach behördlichen Vorgaben - durch technische Vorkehrungen weitgehend zu vermeiden.

Beim Einsatz von Aschen nach Anlage 2 Tabelle 7.3.16 DüMV als Ausgangsstoff für Düngemittel, müssen die Aschen in granulierter oder staubgebundener Form vorliegen (Siebdurchgang bei 0,1 mm max. 0,2 %, bei 0,05 mm max. 0,05 % und bei 0,01 mm max. 0,005 %).

Holzaschen sind aufgrund ihrer Inhomogenität i.d.R. nur nach einer geeigneten Aufbereitung auf Flächen gleichmäßig aufzubringen. Eine gleichmäßige Verteilung der für eine Fläche empfohlenen Menge gehört zu den Anforderungen der guten fachlichen Praxis der Düngung (DüV).

Zur Ausbringung auf Flächen stehen staubarme Techniken zur Verfügung (Pelletierung, Aufschlämmen mit Wasser, Beimischung zu Komposten oder Gärrückständen).

Hausbrand

Die Verwertung von Holzasche aus hauseigenen Feuerstätten im eigenen Garten ist von den düngemittel- und abfallrechtlichen Bestimmungen ausgenommen. Es

gelten allein die allgemeinen bodenschutzrechtlichen Anforderungen. Danach darf eine schädliche Bodenveränderung durch die Art, Menge, Schadstoffgehalte und Eigenschaften der Materialien, sowie der Gehalte und Eigenschaften der Böden, nicht hervorgerufen werden [17].

Da dem Bürger i.d.R. weder die Schadstoffgehalte seiner Aschen noch die Vorbelastung des Bodens bekannt sind, wird die regelmäßige Verwertung von Holzaschen im eigenen Garten aus Gründen der Vorsorge nicht empfohlen. Haushaltseigene Aschen sollten im erkalteten Zustand der Restmüllentsorgung zugeführt werden.

Sonstige Verwertung und Entsorgung

Neben der Verwertung auf Flächen ist eine Verwertung von Aschen grundsätzlich auch als Versatzmaterial im Bergbau denkbar. Hierbei ist das Bergrecht einschlägig [15]. Es muss sich um bauphysikalisch geeignete Stoffe (v.a. Druckfestigkeit) handeln, die nachweislich zu bergbautechnischen oder bergbausicherheitlichen Zwecken eingesetzt werden.

Zu beachten ist die Verordnung über den Versatz von Abfällen unter Tage (VersatzV) [16]. Danach ist der Einsatz von Abfällen zur Herstellung von Versatzmaterial sowie unmittelbar als Versatzmaterial nur zulässig, wenn die in Anlage 2 Tabelle 1 und Tabelle 1a VersatzV aufgeführten Feststoffgrenzwerte und Zuordnungswerte im jeweiligen verwendeten unvermischten Abfall nicht überschritten werden und bei dem Einsatz des Versatzmaterials keine schädliche Verunreinigung des Grundwassers oder von oberirdischen Gewässern ausgehen. Hierfür darf das Versatzmaterial die in Anlage 2 Tabelle 2 VersatzV aufgeführten Grenzwerte im Eluat nicht überschreiten (Tabelle 4).

Die Verwendung von Holzaschen bei Baumaßnahmen spielt derzeit keine praktische Rolle. Dies liegt daran, dass die Eigenschaften von Holzaschen für einen Einsatz in Baustoffen nur in sehr engen Bandbreiten schwanken dürfen. Dies ist bei der Heterogenität von Holzaschen kaum erreichbar.

Aschen die nicht verwertet werden, sind zu beseitigen. Ihre Deponiefähigkeit richtet sich nach den Vorgaben der DepV für Deponien der Klassen I bis IV (Tabelle 4).

Fazit

In der Praxis auftretende Fallgestaltungen für die Verwertung/Entsorgung von Aschen sind in nachfolgender Tabelle und in Abb. 1 zusammenfassend dargestellt.

Eine rechtskonforme und umweltverträgliche Verwertung von Aschen aus naturbelassenem Holz gemeinsam mit Bioabfällen ist grundsätzlich möglich. Aufgrund von Unsicherheiten im Hinblick auf eingesetzte Brennstoffe (z.B. Mitverbrennung von Altholz) und mögliche Schadstoffe besteht für Aschen aber ein besonderer Prüfbedarf. Bioabfallbehandler und Gemischhersteller sowie andere Hersteller von Düngemitteln aus und mit Aschen, sollten vom Ascherzeuger Nachweise über die abfallrechtliche Einstufung sowie über die Eignung zur Verwendung als Ausgangsstoff für Düngemittel verlangen.

Für die Entsorgung von Aschen gilt, wie für alle anderen Abfälle auch, das abfallrechtliche Verwertungsgebot. Danach hat die Verwertung Vorrang vor der Beseitigung. Aufgrund der Nutzung enthaltener Nährstoffe und Kalk macht eine Verwertung auf Flächen Sinn. Die Motivation von Ascheerzeugern, Verwertungswege zu suchen, ist im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit der Energie- und Wärmeerzeugung in der Praxis verständlicherweise auch mit der Zielstellung verbunden, die Kosten der Ablagerung in Höhe von rund 30 €/t und mehr einzusparen oder zu reduzieren.

Die Verwertung von Aschen auf Flächen ist, wie gezeigt wurde, jedoch keine „billige Entsorgung“. Die Herstellung von Düngern aus Abfällen ist vielmehr anspruchsvoll und bedarf ernsthafter Maßnahmen der Gütesicherung. Dünger aus der Kreislaufwirtschaft können sich langfristig nur etablieren, wenn hinsichtlich der Rechtmäßigkeit ihrer Erzeugung und Verwendung, ihrer Wirksamkeit und ihrer Unbedenklichkeit keine Zweifel bestehen.

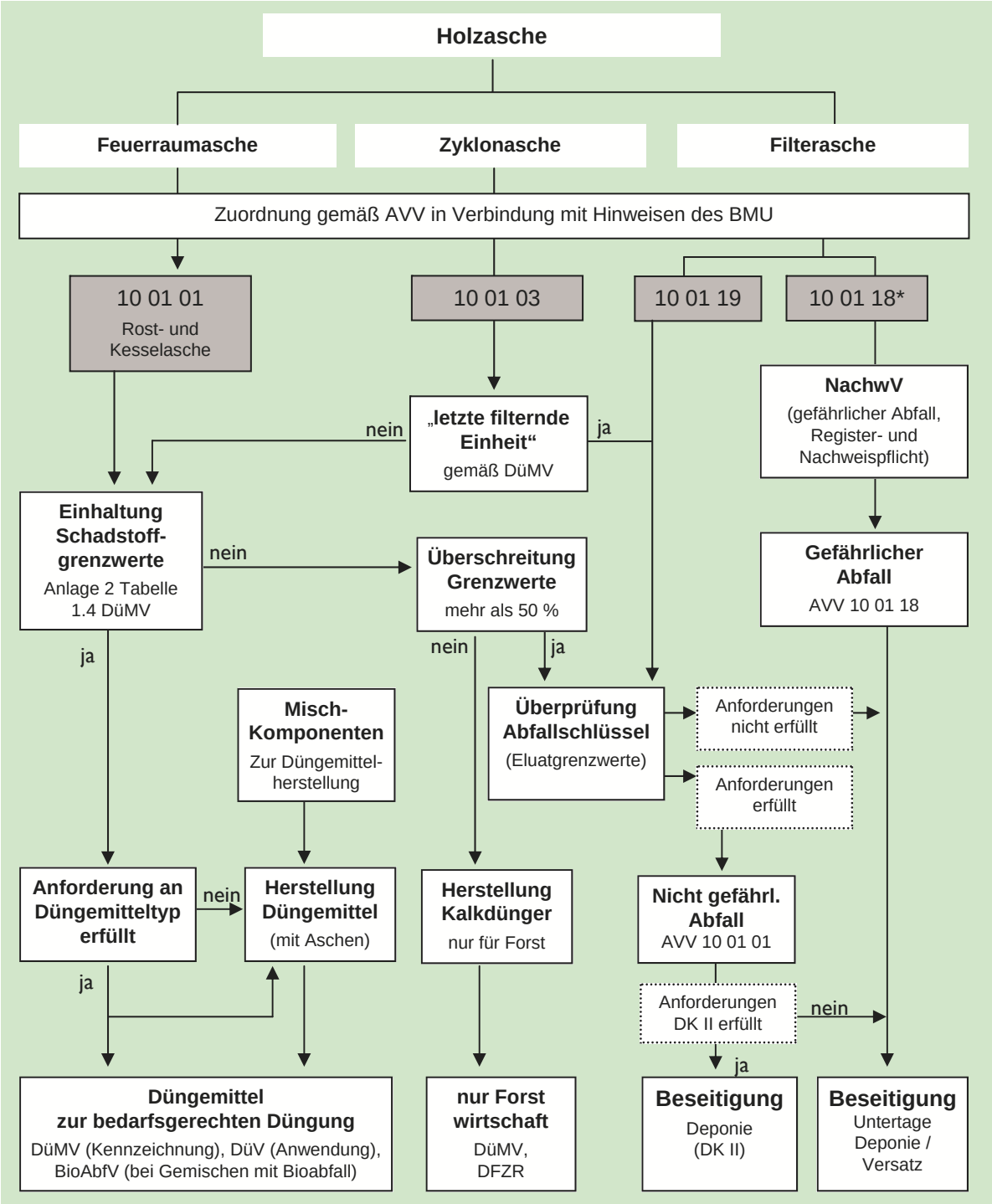
Die in der Praxis hauptsächlich auftretenden Fallgestaltungen können für Feuerraumaschen (Rost- und Kesselaschen) aus Energieerzeugungsanlagen (Biomasseverbrennungsanlagen) wie folgt zusammengefasst werden.

Art der Asche gem. AVV Schlüssel-Nr.	Verwertungs- bzw. Entsorgungswege
10 01 01 Rost- und Kesselaschen **10 01 03** Filterstäube (z.B. Zyklonaschen) aus Torffeuerung und Feuerung mit (unbehandeltem) Holz, soweit die Stäube nicht aus der "letzten filternden Einheit" gem. DüMV stammen (ansonsten 10 01 19 oder 10 01 18*).	• Verwertung als zugelassener Düngemittel-Typ auf landwirtschaftlichen Flächen möglich. Mindestnährstoffgehalte, Schadstoffgrenzwerte und Kennzeichnung gem. DüMV. • Ausbringung auf forstlichen Flächen durch Mischen mit Kalk ohne Grenzwertvorgaben möglich, wenn es sich nur um Aschen von Waldholz handelt. Deklaration der ausschließlichen Verwendbarkeit auf forstlichen Flächen. • Verwertung in Mischung mit Bioabfällen . Derzeit nur, wenn die Asche einem zugelassenen Düngemitteltyp entspricht. Änderung voraussichtlich nach der Novelle der BioAbfV.
10 01 15 Rost- und Kesselasche aus der Abfallmitverbrennung. **10 01 24** Sande aus der Wirbelschichtfeuerung	• Ggf. Metallrückgewinnung (Eisen). • Beseitigung auf Deponien der Klasse III, bei Grenzwertüberschreitung Untertagedeponie.
19 01 12 Rost- und Kesselasche aus Abfallbehandlungsanlagen.	• Ggf. Metallrückgewinnung (Eisen, Blei Kupfer). • Beseitigung auf Deponien der Klasse II, bei Grenzwertüberschreitung Untertagedeponie.

Sonstige Hinweise

- Die Eignung von Aschen für die Verwertung auf Flächen sowie die Zuordnung zu Entsorgungswegen sollte auf Grundlage nachvollziehbarer Kriterien erfolgen.
- Bei der Zuordnung von Holzaschen nach "Regelvermutung" zu AVV-Schlüssel 10 01 01 sollte eine Überprüfung der Feststoffkriterien nach DüMV erfolgen. In allen anderen Fällen, sowie bei Anhaltspunkten auf Verunreinigungen mit z.B. Altholzaschen und ggf. bei Erstuntersuchungen von Asche-Herkünften, sollten sowohl Feststoff- als auch Eluatkriterien überprüft werden.
- In Rechtsbestimmungen sollten für die Zuordnung von Aschen zu Verwertungs- oder Entsorgungswegen Anreize zur Etablierung freiwilliger Systeme der Qualitätssicherung aufgenommen werden (wie z.B. bei der BioAbfV und dem Entwurf-Novelle AbfKlärV).
- In Aschen enthaltene Pflanzennährstoffe und basisch wirksame Stoffe sollten im Sinne einer ressourcenschonenden Kreislaufwirtschaft nutzbar gemacht werden.

Abbildung 1: Flussdiagramm zur Verwertung oder Beseitigung von Holzaschen aus Energieerzeugungsanlagen (nicht Abfallverbrennungsanlagen). Nach [II, III und IV], verändert.



Die hier dargestellte Abbildung betrifft die Einstufung von Aschen aus der Verbrennung von ausschließlich unbehandeltem (naturbelassenem) Holz. Aschen aus der letzten filternden Einheit im Rauchgasweg werden auch dann nicht verwendet, wenn diese Asche bauartbedingt mit Rost- und Kesselasche vermischt ist und/oder die Grenzwerte einhält. Die Einhaltung des zulässigen Brennstoffs sollte im Rahmen einer Qualitätssicherung geprüft und dokumentiert werden (Annahmekontrolle, Herkunft, Sortiment, Lieferant, ggf. durchgeführte Untersuchungen).

Der Asche ist ein Abfallschlüssel zuzuordnen. Sie wird auf die Einhaltung der Schadstoffgrenzwerte nach DüMV geprüft. Werden die Werte eingehalten, wird geprüft, ob die Anforderungen an einen zugelassenen Düngemitteltyp erfüllt sind. Wenn ja, kann die Asche mit der erforderlichen düngemittelrechtlichen Kennzeichnung in Verkehr gebracht werden. Die Asche kann auch zusammen mit anderen zulässigen Mischkomponenten zu einem Düngemittel aufbereitet werden. Werden die Grenzwerte nicht eingehalten bzw. um mehr als 50 % überschritten, erfolgt eine Überprüfung des Abfallschlüssels. Im Ergebnis der Prüfung ergibt sich der weitere Entsorgungsweg.

Tabelle 1: Übersicht der in Energieerzeugungsanlagen (Biomasseverbrennungsanlagen) und Abfallbehandlungsanlagen mögliche AVV-Schlüssel für Verbrennungsrückstände. Nach [I].

Anlagengenehmigung	Mögl. AVV Schlüssel-Nr.	AVV-Bezeichnung
Energieerzeugungsanlagen		
1. BImSchV (mit und ohne Einsatz von Altholz) 4. BImSchV 1.1 Spalte 1 4. BImSchV 1.2 Spalte 2 a) 13. BImSchV (mit und ohne Einsatz von Altholz)	10 01 01 [1)]	Rost- und Kesselasche, Schlacken und Kesselstaub mit Ausnahme von Kesselstaub, der unter 10 01 04* [Filterstäube und Kesselstaub aus Ölfeuerung] fällt.
	10 01 03 [1)]	Filterstäube aus Torffeuerung und Feuerung mit (unbehandeltem) Holz.
	10 01 14* [2)]	Rost- und Kesselasche, Schlacken und Kesselstaub aus der Abfallmitverbrennung, die gefährliche Stoffe enthalten.
	10 01 15 [2)]	Rost- und Kesselasche, Schlacken und Kesselstaub aus der Abfallmitverbrennung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 01 14* fallen.
	10 01 16* [2)]	Filterstäube aus der Abfallmitverbrennung, die gefährliche Stoffe enthalten.
	10 01 17 [2)]	Filterstäube aus der Abfallmitverbrennung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 01 16* fallen.
	10 01 18*	Abfälle aus der Abgasbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten.
	10 01 19	Abfälle aus der Abgasbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 01 18* fallen.
	10 01 24	Sande aus der Wirbelschichtfeuerung.
	10 01 99	Abfälle a.n.g.
Abfallbehandlungsanlagen		
Anlagengenehmigung	Mögliche AVV Schlüssel-Nr.	AVV-Bezeichnung
1. BImSchV 4. BImSchV 8.1 Spalte 1 4. BImSchV 8.2 Spalte 1 a) und b) 13. BImSchV	19 01 11*	Rost- und Kesselaschen sowie Schlacken, die gefährliche Stoffe enthalten.
	19 01 12	Rost- und Kesselaschen mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 01 11* fallen
	19 01 13*	Filterstaub, der gefährliche Stoffe enthält.
	19 01 14	Filterstaub mit Ausnahme desjenigen, der unter 19 01 13* fällt.
	19 01 15*	Kesselstaub, der gefährliche Stoffe enthält.
	19 01 16	Kesselstaub mit Ausnahme desjenigen, der unter 19 01 15* fällt.
	19 01 19	Sande aus der Wirbelschichtfeuerung.
	19 01 99	Abfälle a.n.g.

Gefährliche Abfälle sind mit einem (*) gekennzeichnet.
1) Ohne Einsatz von Altholz
2) Mit Einsatz von Altholz

Tabelle 2: Mögliche Düngemittel-Typen für Holzaschen nach der Düngemittelverordnung (Auswahl)

Textstelle DüMV	Typenbezeichnung	Mindestgehalte	Zusammensetzung, Herstellung, Bestimmungen
Kaliumdünger			
Anlage 1, Nr. 1.3.4 i.V.m. Anlage 2 Tab. 6.3 Z. 6.3.3	Kaliumdünger, aus Asche aus der Verbrennung pflanzlicher Stoffe	10 % K_2O	Wasserlösliches Kaliumoxid. Brennraumaschen von naturbelassenen pflanzlichen Ausgangsstoffen.
Kalkdünger			
Anlage 1, Abschnitt 1.4.1 i.V. mit Anlage 2, Tab. 7.3, Z. 7.3.16	Kohlensaurer Kalk	70 % $CaC0_3$	Calciumcarbonat, daneben auch Magnesiumcarbonat. Maximal 30 % Brennraumasche von unbehandelten Pflanzenteilen. Das Düngemittel muss mit dem Hinweis „Enthält basisch wirksame Pflanzenasche“ gekennzeichnet sein.
Anlage 1, Abschnitt 1.4.6 i.V. mit Anlage 2 Tab. 6.4, Z. 6.4.11	Kalkdünger aus Asche aus der Verbrennung pflanzlicher Stoffe	15 % CaO in der TM	Oxide, Hydroxide, Silikate oder Carbonate von Calcium und Magnesium. Brennraumaschen von naturbelassenen pflanzlichen Ausgangsstoffen. Bei ausschließlicher Verwendung von Aschen pflanzlicher Herkunft.
Mineralische Mehrnährstoffdünger			
Anlage 1, Abschnitt 2.3 i.V. mit Anlage 2 Tab. 7.3, Z. 7.3.16	PK-Dünger aus Asche aus der Verbrennung pflanzlicher Stoffe	2 %$_2O_5$ 3 % K_2O	Auf chemischem Wege oder durch Mischen (fest) […] gewonnenes Erzeugnis, auch unter ausschließlicher Verwendung pflanzlicher Stoffe […]. Bei trockenem Material Granulierung.
Anlage 1, Abschnitt 2.4 i.V. mit Anlage 2 Tab. 7.3, Z. 7.3.16	NPK-Dünger unter Verwendung von Asche aus der Verbrennung pflanzlicher Stoffe	fest: 3 % N 2 % P_2O_5 3 % K_2O […]	Auf chemischem Wege oder durch Mischen (fest) […] gewonnenes Erzeugnis. Auch unter Verwendung von Asche aus der Verbrennung pflanzlicher Stoffe. Bei trockenem Material Granulierung.
Organisch-mineralische Düngemittel			
Anlage 1, Abschnitt 3.2 i.V. mit Anlage 2 Tab. 7.3, Z. 7.3.16	Organisch-mineralischer P- bzw. K-Dünger	3 % P_2O_5 oder 3 % K_2O	Auch Zugabe von Asche aus der Verbrennung.
	Organisch-mineralischer PK-Dünger	0,5 % P_2O_5 1,0 % K_2O	
	Organisch-mineralischer NPK-Dünger	1,5 % N 0,5 % P_2O_5 1,0 % K_2O	

Tabelle 3: Kennzeichnungsschwellen und Grenzwerte gem. Anlage 2 Tabelle 1.4 DüMV

Schadstoff	**Kennzeichnung ab .....** mg/kg TM oder andere ange-gebene Einheit	**Toleranz des gekennzeichneten Wertes jeweils bis zu ... %**	**Grenzwert[1)]** mg/kg TM oder andere angegebene Einheit]	**Grenzwert Brennraumaschen für Forststandorte** mg/kg TM oder andere angegebene Einheit
Arsen (As)	20	50	40	60
Blei (PB)	100	50	150	225
Cadmium (Cd)	1,0	50	1,5	2,25
Cadmium für Düngemittel ab 5 % P_2O_5	20 mg/kg P_2O_5	50	50 mg/kg P_2O_5	75 mg/kg P_2O_5
Chrom (ges)	300	50		
Chrom (VI)	1,2	50	2	[2)]
Nickel (Ni)	40	50	80	120
Quecksilber (Hg)	0,5	50	1,0	1,5
Thallium (TI)	0,5	50	1,0	1,5
Perfluorierte Tenside (PFT)[3)]	0,05		0,1	0,15

1) Bei Überschreitung der Grenzwerte gelten Übergangsvorschriften nach § 9 Abs. 2, Nr. 1 bis 31.12.2013.

2) Brennraumaschen aus der Verbrennung von naturbelassenem Rohholz sind von dem Grenzwert Chrom (VI) nach Anlage 2, Tabelle 1.4 Spalte 4 DüMV ausgenommen, wenn durch deutliche Kennzeichnung auf ihre ausschließliche Rückführung auf forstliche Standorte hingewiesen wird.

3) Summe aus Perfluoroctansäure (PFOA) und Perfluoroctansulfonat (PFOS); PFT ist in Holzasche nicht zu erwarten.

Tabelle 4: Grenzwerte und Literaturwerte verschiedener Aschefraktionen im Feststoff und im Eluat von Holzaschen sowie Zuordnungswerte für die Ablagerung/Deponierung [nach LfU-Merkblatt, verändert].

Parameter	BBodSchV	DüMV	BioAbfV	VersatzV	DepV, Kl. II	DepV, Kl. III	Mediane, LFU Bayern 2002 (n=Probenanzahl)						Min- und Max-werte, UMBW 2003 (n=5; Praxis-anlagen) Grobasche
							Feuerasche	n	Zyklonashen	n	Filterasche	n	
Feststoff							**mg/kg**						
Blei	70	150	150	1000			15	21	121	8	845	9	‹0,5-15.8
Cadmium	1	1,5	1,5	10			1	17	19	12	28	10	‹0,05-1,06
Chrom	60		100	600			35	22	151	12	152	10	25,4-84,5
Chrom (VI)		2											0,31-10,2
Kupfer	40		100	600			119	23	120	8	220	11	86-188
Nickel	50	80	50	600			33	22	31	9	45	11	5,68-90,2
Zink	150		400	1500			309	17	1290	5	6480	8	27,0-208
Arsen		40		150			2,6	14	11	5	27	8	0,31-1,12
Quecksilber	0,5	1	1	10			‹0,1	10	0,2	9	0,5	10	‹0,07-0,086
PCDD/F [ngTE/kg]							2,3	10	44	7	45	9	‹1
PCB (6)	0,05			1									‹0,02
PAK (16)	3			20			‹0,05	4					‹0,05-9,75
Glühverlust [%]				12	5	10							1,4-25,5
TOC [%]				6	3	6	2	11	9	8	1	10	
Eluat							**mg/l**						
ph-Wert					5,5-13	4-13							12,83-13,16
Leitfähigkeit[µScm]													11310-50000
DOC					80	100							4,2-47
Blei				25	1	5	‹0,05	7	‹0,1	3	1,8	4	0,01-0,02
Cadmium				5	0,1	0,5	‹0,01	6	‹0,05	6	‹0,210	4	‹2e.5
Chrom				50	1	7							0,009-0,22
Kupfer				50	5	10	‹0,008	7	‹0,130	6	‹0,130	4	‹0,002-0,015
Nickel				50	1	4	‹0,01	7	‹0,1	6	‹0,130	4	‹0,006
Zink				500	5	20	‹0,08	9	0,7	3	2,7	3	‹0,02-0,05
Arsen				10	0,2	2,5	‹0,007	6	‹0,001	6	0,01	4	0,003-0,008
Quecksilber				1	0,02	0,2	‹1e-4	5	‹2e-4	3			‹3e-4
Chrom (VI)				8			‹0,05	8	0,34	5	0,9	4	0,005-0,13

Grundlagen dieses Themenpapiers

[I] Technologica-Gutachten: „Entsorgung von Holzaschen: - Grundlagen, Voraussetzungen und aktuelle Entsorgungsproblematik“. Studie der Technologica GmbH, Leonberg, erstellt für die Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V., Köln, Mai 2009. Herausgeber: Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V., Von-der-Wettern-Straße 25, 51149 Köln.

[II] „Classification and disposal of wood ashes.“ Präsentation von Dr. Rainer Schrägle, Technologica GmbH, Leonberg, auf der ‘Conference on Recycling of Biomass Ashes‘, in Innsbruck, 22.-23.03.2010.

[III] „ Qualitätssicherung für Holzasche“. Präsentation von Dr. Rainer Schrägle, Technologica GmbH, Leonberg, auf der Fachtagung ‚Aschen aus Holzfeuerungsanlagen- Einstufung von Rost und Kesselaschen zur Beurteilung des Entsorgungsweges‘ des Holzenergiefachverbandes Baden-Württemberg e.V. (HEF), Stuttgart, 13.04.2010, unveröffentlicht.

[IV] LfU-Merkblatt: „Verwertung und Beseitigung von Holzaschen“. Merkblatt des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU) vom 01.08.2009. Herausgeber: LfU Bayerisches Landesamt für Umwelt, Bürgermeister-Ulrich-Straße 160, 86179 Augsburg.

Anwendbare Rechtsbestimmungen

[1] 1. BImSchV - Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen – 1. BImSchV), vom 14. März 1997 (BGBl. I S. 490), zuletzt geändert durch Artikel 4 der Verordnung vom 14. August 2003 (BGBl. I S. 1631).

[2] 4. BImSchV - Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen - 4. BImSchV), vom 14. März 1997 (BGBl. I s. 504, zuletzt geändert durch Gesetz vom 11.08.2009 (BGBl. I S. 2723).

[3] 13. BImSchV - Dreizehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Großfeuerungs- und Gasturbinenanlagen - 13. BImSchV) vom 20. Juli 2004 (BGBl. I S. 1717, 2847), zuletzt geändert durch Gesetz vom 27.01.2009 (BGBl. I S. 127).

[4] AVV - Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnis-Verordnung - AVV) vom 10. Dezember 2001 (BGBl. I S. 3379), zuletzt geändert durch Artikel 7 des Gesetzes vom 15. Juli 2006 (BGBl. I S. 1619). Stand: Zuletzt geändert durch Art. 7 Gesetz v. 15.7.2006 (BGBl. I S. 1619).

[4a] Hinweise zur Anwendung der Abfallverzeichnis-Verordnung vom 09.08.2005 (BAnz. 148a)

[5] KrW/AbfG - Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen (Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz - KrW/AbfG) vom 27. September 1994 (BGBl. I S. 2705), zuletzt geändert Art. 2 Gesetz vom 19. Juli 2007 (BGBl. I S. 1462).

[6] NachwV - Nachweisverordnung Verordnung über die Nachweisführung bei der Entsorgung von Abfällen Vom 20. Oktober 2006 (BGBl. I S. 2298), zuletzt geändert durch Artikel 4 Gesetz vom 19.7.2007 (BGBl. I S. 1462).

[7] DüMV - Verordnung über das Inverkehrbringen von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln (Düngemittelverordnung - DüMV), vom 16. Dezember 2008 (BGBl. I S. 1619).

[8] BioAbfV - Verordnung über die Verwertung von Bioabfällen auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden (Bioabfallverordnung - BioAbfV) vom 21. September 1998 (BGBl. I S. 2955), zuletzt geändert durch Artikel 5 Verordnung zur Vereinfachung der abfallrechtlichen Überwachung vom 20. Oktober 2006 (BGBl. I S. 2332).

[9] DüV - Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen, vom 27. Februar 2007 (BGBl. I S. 221) zuletzt geändert durch Artikel 18 Gesetz vom 30.07.2009 (BGBl I S. 2585).

[10] PEFC - Pan-European Forest Certification, PEFC Deutschland e.V., Danneckerstr. 37, D - 70182 Stuttgart. Website: www.pefc.de.

[11] DFZR - Deutscher Forst-Zertifizierungsrat, PEFC-Standards für Deutschland vom 19.01.2005, geändert am 11.01.2006. PEFC Deutschland e.V., Danneckerstr. 37, D - 70182 Stuttgart. Website: www.pefc.de.

[12] DepV - Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung – DepV), erlassen als Art. 1 der Verordnung zur Vereinfachung des Deponierechts vom 27.April 2009 (BGBl. I S. 900).

[13] LAGA PN 98 - Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen, chemischen und biologischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Verwertung/Beseitigung von Abfällen LAGA PN 98 - Grundregeln für die Entnahme von Proben aus festen und stichfesten Abfällen sowie abgelagerten Materialien, Stand 2002.

[14] DüngMProbV - Verordnung über Probenahmeverfahren und Analysemethoden für die amtliche Düngemittelüberwachung (Düngemittel-Probenahme- und Analyseverordnung DüngMProbV) vom 27. Juli 2006 (BGBl I S. 1822).

[15] BBergG - Bundesberggesetz vom 13. August 1980 (BGBl. I S. 1310), zuletzt geändert durch Artikel 16a des Gesetzes vom 17. März 2009 (BGBl. I S. 550) Stand: Zuletzt geändert durch Art. 16a G v. 17.3.2009 I 550.

[16] VersatzV - Verordnung über den Versatz von Abfällen unter Tage (Versatzverordnung - VersatzV), vom 24.07.2002 (BGBl. I S. 2833), zuletzt geändert durch Artikel 11 Gesetz vom 15. Juli 2006 (BGBl. I S. 1619).

[17] BBodSchV - Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 1554), geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 23. Dezember 2004 (BGBl. I S. 3758).

[18] AltholzV - Verordnung über Anforderungen an die Verwertung und Beseitigung von Altholz (Altholzverordnung – AltholzV), vom 15. August 2002 (BGBl. I S. 3302) zuletzt geändert durch Artikel 2a der Verordnung vom 20. Oktober 2006 (BGBl. I, Nr. 48, S. 2298) in Kraft getreten am 1. Februar 2007.

IMPRESSUM

Herausgeber
Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. (BGK)

Bearbeitung
Dr. Bertram Kehres (v.i.S.d.P.)

Anschrift
Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V.
Von-der-Wettern-Straße 25
51149 Köln-Gremberghoven
Tel.: 02203/35837-0
Fax: 02203/35837-12
Email: info@kompost.de
Internet: www.kompost.de

Datum
11.05.2010