



Merkblatt

Verwertung und Beseitigung von Holz- aschen



Erstellt in Zusammenarbeit:

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF)

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
2	Allgemeines	4
2.1	Anwendungsbereich und Begriffsbestimmungen	4
2.2	Eigenschaften	4
2.3	Mengenbetrachtung	5
3	Rechtliche Rahmenbedingungen	6
3.1	Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG)	6
3.2	Abfallverzeichnis-Verordnung (AVV)	7
3.3	Zuständigkeiten	7
4	Verwertung	8
4.1	Verwertung als Düngemittel	8
4.1.1	Verwertung in der Landwirtschaft	11
4.1.2	Verwertung im Wald	12
4.2	Sonstige Verwertungsmöglichkeiten	12
5	Beseitigung	13
6	Sonstige Fragestellungen	13
6.1	Staubemissionen	13
6.2	Entsorgung haushaltsüblicher Mengen	13
6.3	Beprobung und Analytik	13
7	Vorschriften und Regeln	14
8	Weiterführende Literatur, Veröffentlichungen, Informationen	15

Anhänge

1 Einleitung

Angesichts eines weltweit steigenden Energiebedarfs und der für den Klimaschutz notwendigen Beschränkung der CO₂-Emissionen gewinnt der Einsatz des nachwachsenden Energieträgers Holz weiter an Bedeutung. Bei der Verbrennung von Holz verbleibt ein vorwiegend aus den anorganischen Bestandteilen des Holzes bestehender Rückstand in Form von Aschen. Holzaschen enthalten Nährstoffe, die eine Verwertung sinnvoll erscheinen lassen, jedoch auch Schadstoffe, die in jedem Fall eine geordnete Verwertung bzw. Beseitigung notwendig machen.

Das vorliegende Merkblatt enthält Informationen zu Begriffsbestimmungen, Eigenschaften und Zusammensetzung von Holzaschen sowie eine Betrachtung der anfallenden Mengen. Auf der Basis der derzeit bestehenden rechtlichen Rahmenbedingungen werden Empfehlungen zur Verwertung und Beseitigung von Holzaschen gegeben.

2 Allgemeines

2.1 Anwendungsbereich und Begriffsbestimmungen

Gegenstand des vorliegenden Merkblatts sind Aschen aus der Verbrennung von naturbelassenem Holz, d. h. Holz, das ausschließlich mechanischer Bearbeitung ausgesetzt war und bei seiner Verwendung nicht mehr als nur unerheblich mit Schadstoffen kontaminiert wurde (§ 2 Nr. 9 der ersten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (1. BImSchV)).

Nicht in den Anwendungsbereich des Merkblatts fallen folglich Aschen, die bei der Verbrennung von gestrichenem, lackiertem oder beschichtetem Holz oder von Holzwerkstoffen wie Sperrholz, Spanplatten, Faserplatten oder sonst verleimtem Holz sowie von mit Holzschutzmitteln behandeltem Holz entstehen.

In Feuerungsanlagen können je nach Anfallort folgende Aschefractionen anfallen:

- Feuerraumasche (Grobasche, Rostasche, Brennraumasche): Im Verbrennungsteil der Feuerungsanlage, d.h. auf oder unter dem Rost bzw. in der Brennstoffmulde anfallende Fraktion.
- Zyklonasche (Feinasche, Flugasche): In den Rauchgasen mitgeführte Asche, die im Zyklon anfällt.
- Filterasche (Feinstflugasche): Im Elektro- oder Gewebefilter bzw. in Rauchgaskondensationsanlagen als Kondensatschlamm abgeschiedene Aschefraktion. Bei Feuerungsanlagen ohne filternde Abscheider verbleibt diese als Reststaub im Rauchgas.

Die im Wendekammer- und Wärmetauscherbereich der Feuerungsanlage anfallende Kesselasche wird häufig gemeinsam mit der Feuerraumasche erfasst. Sofern eine separate Entnahme der Kesselasche erfolgt, ist diese wie Zyklonasche zu handhaben.

2.2 Eigenschaften

Die stoffliche Zusammensetzung der einzelnen Aschefractionen wird durch brennstoffabhängige und anlagentechnische Größen bestimmt. Auch naturbelassenes Holz weist abhängig von Gehölzart, -alter, Rinden- und Grünanteil unterschiedliche Nähr- und Schadstoffgehalte auf. Schadstoffeinträge sind auch möglicherweise bedingt durch den Standort während des Wachstums, die Handhabung während der Holzernte und die Weiterverarbeitung sowie durch eine Verschmutzung während der Nutzungsphase (bei gebrauchtem Holz). Wesentliche anlagentechnische Einflussgrößen sind der Ausbrand, die Feuerraumtemperatur, die Temperatur, bei der die Asche anfällt, sowie die Art der Abgasreinigung. Weiterhin ist der Eintrag von Stoffen aus Ofen- und Kesselmaterialien durch Korrosionsvorgänge möglich. Die analytische Charakterisierung von Holzaschen ergibt typischerweise große Streubreiten.

Bei den Verbindungen mit niedrigem Dampfdruck, wie den Arsen-, Cadmium-, Blei-, Zink- und Quecksilberverbindungen zeigt sich eine deutliche Zunahme der Schadstoffgehalte von den Feuerraum- über die Zyklon- zu den Filteraschen. Die bei den hohen Temperaturen im Feuerraum in die Gasphase übergegangenen Verbindungen kondensieren auf dem Abgasweg an Flugascheteilchen und werden so in der entsprechenden Aschefraktion angereichert. Schwerflüchtige Verbindungen mit Chrom, Kupfer oder Aluminium bleiben entsprechend in der Feuerraumasche zurück. Bei unvollständiger Verbrennung können auch organische Schadstoffe wie polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) und polychlorierte Dibenzodioxine und -furane (PCDD/PCDF) entstehen, welche ebenfalls insbesondere in den Flugaschefraktionen angereichert sind.

Von den in der Asche enthaltenen Schadstoffen sind aus Sicht des Grundwasserschutzes insbesondere Chrom(VI)-Verbindungen als problematisch einzustufen. Bei den Milieubedingungen und den Redoxverhältnissen in belebten organischen Oberböden ist jedoch zu erwarten, dass Chrom(VI) aufgrund chemischer und biologischer Reduktion nicht lange stabil ist und weitgehend in unlösliches Chrom(III) umgewandelt wird.

Aschen aus der Verbrennung von Holz enthalten die Pflanzennährstoffe Calcium, Magnesium, Kalium und Phosphor. Durchschnittliche Nährstoffgehalte von Holz-Feuerraumaschen sind 25-45 % Calciumoxid, jeweils 3-6 % Kalium- und Magnesiumoxid und 2-3 % Phosphat. Der im Holz gebundene Stickstoff entweicht bei der Verbrennung nahezu vollständig.

Holzaschen bestehen zu 10 bis 30 % aus wasserlöslichen Verbindungen, weshalb bei der Entscheidung über den Entsorgungsweg der Eluierbarkeit eine wichtige Bedeutung zukommt. Die pH-Werte liegen zu meist im alkalischen Bereich zwischen 11 und 13. In der Feuerraumasche sind häufig Fremdstoffe, wie Nägel, Klammern, Steine sowie Schlackebrocken enthalten.

2.3 Mengenbetrachtung

Die bei der Verbrennung von Holz anfallende Aschemenge hängt stark von der Holzart, dem Rinden- und Grüngutanteil sowie der Korngröße des eingesetzten Brennmaterials ab. Außerdem spielt die Feuerungstechnik, insbesondere die Ausbrandgüte eine Rolle. Der Aschegehalt, d.h. die Menge an Rückstand, die unter festgesetzten Bedingungen beim Veraschen entsteht, liegt bei naturbelassenem Holz im Bereich von 0,4 bis 0,8 %¹. Nach der DIN 51731 und DINplus genormte Holzpellets dürfen einen Aschegehalt von 0,5 % nicht überschreiten. Rinde hat einen Aschegehalt von ca. 3 bis 4 %. Der tatsächliche Ascheanfall liegt wegen des nicht vollständigen Ascheausbrandes etwas höher als die Laborwerte. Er beträgt beispielsweise bei der Verbrennung von Waldholz in Form von Hackgut ohne Rinde durchschnittlich 0,8 bis 1,4 % und mit Rinde 1,0 bis 2,5 % (OBERNBERGER 1997). Der größte Teil der bei der Verbrennung anfallenden Aschen (ca. 60 bis 90 %) verbleibt im Feuerraum.

Statistische Daten über das Aufkommen an Holzaschen in Bayern sind nicht verfügbar. Deshalb wird das Aschenaufkommen aus der Verbrennung von Holz anhand der Studie „Energieholzmarkt Bayern“ der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF 2006) im Folgenden abgeschätzt. Bezugsjahr ist das Jahr 2005.

In Bayern werden in Haushalten über 2 Mio. Holzöfen zur Beheizung von einzelnen Wohnräumen sowie weitere 350.000 Holzheizungen (Zentralheizungen und Ofen-Hauptheizungen) betrieben, in denen 1,6 Mio. t² Holz, überwiegend in Form von Scheitholz, verbrannt wird. Hinzu kommen ca. 12.000 kleinere Hackschnitzelanlagen (meist in landwirtschaftlichen Betrieben), in denen ca. 0,2 Mio. t Waldhackschnitzel eingesetzt werden. Schreinereien und Zimmereien verbrennen ca. 0,6 Mio. t des dort bei der Be- und Verarbeitung anfallenden Industrierestholzes. Weiterhin waren in Bayern Ende 2005 ca. 170 geförderte

¹ Angabe des Aschegehalts bzw. des Ascheanfalls jeweils in Gew.-% der Brennstoff-Trockensubstanz

² Angabe der Holzmengen jeweils in t atro (absolut trocken), d.h. Holz mit einem Wassergehalt von 0 %

Heiz(kraft)werke mit einem Brennstoffbedarf von insgesamt 0,5 Mio. t in Betrieb. Zusätzlich weisen die ca. 50 nicht geförderten Anlagen einen Holzverbrauch von 0,8 Mio. t auf, so dass sich für die Gesamtzahl der bayerischen Heiz(kraft)werke ein Holzverbrauch von 1,3 Mio. t ergibt.

Tabelle 1: Verbrauch von Holz in Feuerungsanlagen in Bayern und sich daraus ergebender Ascheanfall im Jahr 2005 (nach LWF 2006, ergänzt)

Einsatzbereich ¹⁾	Feuerung		Brennstoff		Ascheanfall [t]
	Art	Anzahl	Art ¹⁾	Menge [t]	
Haushalte	Holzöfen	2.000.000	Scheitholz	1.600.000	32.000
	Holzheizungen	350.000	Überw. Scheitholz		
Landwirtschaft	Holzheizungen	12.000	Waldhackschnitzel	200.000	4.000
Schreinereien, Zimmereien	Holzheizungen	10.000	Industrierestholz	600.000	12.000
Nahwärmenetze, Kommunale Gebäude	Heiz(kraft)werke, gefördert	170	Überw. Waldhackschnitzel u. Sägenebenprodukte	500.000	10.000
Strom-, Wärmeerzeugung, Industrie	Heiz(kraft)werke, nicht gefördert	50	Industrierestholz, Altholz (siehe Fußnote)	800.000	16.000

¹⁾ Aufzählung nicht abschließend

Die in Bayern 2005 insgesamt in Feuerungsanlagen eingesetzte Holzmenge beträgt somit ca. 3,7 Mio. t. Bei einem angenommenen durchschnittlichen Ascheanfall von 2 % lässt sich daraus das Gesamtaufkommen von Holzaschen auf ca. 74.000 t/a³ abschätzen.

3 Rechtliche Rahmenbedingungen

3.1 Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG)

Aschen sind Abfälle im Sinne des KrW-/AbfG, da der Hauptzweck des Betriebes einer Holzverbrennungsanlage auf die Erzeugung von Energie und nicht auf die Produktion von Asche gerichtet ist (§ 3 Abs. 1 in Verbindung mit Abs. 3 KrW-/AbfG).

Nach den Grundsätzen der Kreislaufwirtschaft in § 5 Abs. 2 KrW-/AbfG hat die Verwertung von Abfällen Vorrang vor deren Beseitigung. Eine der Art und Beschaffenheit des Abfalls entsprechende hochwertige Verwertung ist anzustreben. Soweit dies zur Erfüllung dieser Pflichten erforderlich ist, sind die Abfälle zur Verwertung getrennt zu halten. Die an verschiedenen Orten der Anlage anfallenden und im Allgemeinen unterschiedlich belasteten Aschefractionen (Feuerraum-, Zyklon-, Filterasche) sollten möglichst getrennt erfasst werden. Gemeinsam anfallende Mischfraktionen aus Feuerraum- und Zyklonaschen unterliegen einer Einzelfallprüfung in Abhängigkeit vom beabsichtigten Entsorgungsweg und sind im Zweifelsfall wie Zyklonaschen zu handhaben. Eine Vermischung von in der Feuerungsanlage getrennt anfallenden Aschefractionen ist unzulässig, sofern dadurch ihre Verwertbarkeit eingeschränkt oder verhindert wird.

Die Verwertung hat ordnungsgemäß und schadlos zu erfolgen (§ 5 Abs. 3 KrW-/AbfG). Die Verwertung erfolgt ordnungsgemäß, wenn sie in Einklang mit dem KrW-/AbfG und anderen öffentlich-rechtlichen Vor-

³ In der genannten Holzmenge ist Altholz mit 0,4 Mio t mitberücksichtigt. Dieses entspricht jedoch nur zu einem Teil der hier betrachteten Kategorie „naturbelassenes Holz“. Über den Anteil des naturbelassenen Altholzes liegen keine Daten vor. Ohne Berücksichtigung von Altholz ergeben sich in Bayern ein Holzeinsatz in Feuerungsanlagen von ca. 3,3 Mio. t/a und ein Ascheaufkommen von ca. 66.000 t/a.

schriften steht. Eine schadlose Verwertung liegt vor, wenn insbesondere keine Schadstoffanreicherung im Wertstoffkreislauf erfolgt.

Eine stoffliche Verwertung liegt vor, wenn nach einer wirtschaftlichen Betrachtungsweise der Hauptzweck der Maßnahme in der Nutzung des Abfalls und nicht in der Beseitigung des Schadstoffpotenzials liegt (§ 4 Abs. 3 KrW-/AbfG). Bei der Ausbringung von Aschen auf landwirtschaftliche Flächen oder im Wald ist eine stoffliche Verwertung folglich nur dann anzunehmen, wenn der Nährstoffgehalt der Aschen einen vorhandenen Nährstoffbedarf deckt und eine Schadstoffanreicherung im Boden nicht zu befürchten ist. Ansonsten ist das Ausbringen der Aschen als Beseitigungsmaßnahme einzustufen und somit unzulässig.

Eine Rechtsverordnung nach § 8 Abs. 1 und 2 KrW-/AbfG, in der Anforderungen zur Sicherung einer ordnungsgemäßen und schadlosen Verwertung im Bereich der landwirtschaftlichen Düngung festgelegt werden, ist die Düngemittelverordnung (DüMV)⁴. Inhalte und Anwendung der DüMV werden in Kapitel 4.1 dieses Merkblatts erläutert.

3.2 Abfallverzeichnis-Verordnung (AVV)

Für Aschen aus der Verbrennung von Holz kommen folgende AVV-Abfallschlüssel in Frage:

- | | |
|-----------|--|
| 10 01 01 | Rost- und Kesselasche, Schlacken und Kesselstaub mit Ausnahme von Kesselstaub der unter 10 01 04 fällt |
| 10 01 03 | Filterstäube aus Torffeuerung und Feuerung mit (unbehandeltem) Holz |
| 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 05, 10 01 07 und 10 01 18 fallen. |

Die Einstufung von Aschen als gefährlicher oder nicht gefährlicher Abfall erfolgt nach § 3 Abs. 2 der AVV in Verbindung mit den Hinweisen des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) zur Anwendung der AVV vom 09. August 2005. Die mit einem Sternchen (*) versehenen Abfallarten im Abfallverzeichnis sind gefährlich im Sinne des § 41 des KrW-/AbfG.

Die Feuerraumasche (Grobasche, Rostasche) ist dem AVV-Schlüssel 10 01 01 und die Zyklonasche (Feinasche, Flugasche) dem AVV-Schlüssel 10 01 03 zuzuordnen. Für die Fraktion der Feinstflugasche, die im Elektro- oder Gewebefilter anfällt, sind die Spiegeleinträge 10 01 18* und 10 01 19 der AVV einschlägig. Zur Bestimmung der gefahrenrelevanten Eigenschaften bzw. Zuordnung sind die genannten Hinweise des BMU anzuwenden. Sofern keine Analysen vorliegen sind Filteraschen dem AVV-Schlüssel 10 01 18* zuzuordnen. Aschen, die unter den AVV-Schlüssel 10 01 18* fallen, sind gefährliche Abfälle und unterliegen nach § 42 und § 43 KrW-/AbfG i. V. m. der Nachweisverordnung (NachwV) der Register- und Nachweispflicht.

Weitere rechtliche Vorschriften, die für die verschiedenen Verwertungs- und Beseitigungswege einschlägig sind, werden in nachfolgenden Kapiteln erläutert und sind im Flussdiagramm (Anhang II) zusammenfassend aufgeführt.

3.3 Zuständigkeiten

Bei immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftigen Feuerungsanlagen obliegt es der Genehmigungsbehörde (Kreisverwaltungsbehörde oder Bezirksregierung), im Bescheid Anforderungen an die Verwertung bzw. Beseitigung der Aschen festzulegen, die im laufenden Betrieb der Anlage überwacht werden.

⁴ „Landwirtschaftliche Düngung“ bedeutet in diesem Zusammenhang die Aufbringung von Aschen als Sekundärrohstoffdünger auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich oder gärtnerisch genutzte Böden.

Zentrale Behörde für die Überwachung der Entsorgung gefährlicher Abfälle (hier: AVV-Schlüssel 10 01 18*) ist die ZSA (Zentrale Stelle Abfallüberwachung) des Bayerischen Landesamts für Umwelt (LfU). Im Rahmen dessen ist das LfU insbesondere zuständig für die Vorabkontrolle und die Verbleibskontrolle nach der NachwV. Zuständige Behörde bezüglich des Vollzugs des Abfallrechts allgemein ist die Kreisverwaltungsbehörde.

Die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) ist in Bayern zuständige Behörde für die Überwachung der Einhaltung der Vorschriften des Düngemittelrechts (www.lfl.bayern.de).

4 Verwertung

4.1 Verwertung als Düngemittel

Holzaschen können durch die Nutzung ihres Nährstoffgehalts zur Düngung eingesetzt werden. Mögliche Anwendungen sind die Verwertung auf landwirtschaftlich oder gärtnerisch genutzten Böden, die Zugabe der Aschen zu Komposten und die Verwertung der Aschen im Wald. Beim Einsatz von Aschen als Düngemittel hat die Sicherung des Schutzgutes Boden und die Erhaltung seiner Nutzbarkeit Priorität.

Holzaschen dürfen nur dann als Düngemittel in Verkehr gebracht werden, wenn sie einem nach DüMV zugelassenen Düngemitteltyp entsprechen und vorschriftsmäßig gekennzeichnet sind. Hierfür vorgeschriebene Angaben erfordern eine Untersuchung des Stoffes nach Analysemethoden, die in der Düngemittel-Probenahme- und Analyseverordnung (DüngMProbV) enthalten sind.

Mit der Neufassung vom 18. Dezember 2008 werden in der DüMV nur noch die Begriffe „Brennraumaschen“ und „Aschen aus der letzten filternden Einheit im Rauchgasweg“ verwendet. In Tabelle 2 werden diese Begriffe der DüMV den allgemeinen Bezeichnungen für die verschiedenen Aschefractionen gemäß Kapitel 2.1 dieses Merkblatts gegenübergestellt.

Tabelle 2: Überführung der allgemeinen Bezeichnungen der Aschefractionen nach ihrem Anfallort in die Begriffe der DüMV

Allgemeine Bezeichnung Aschefractionen (siehe Kap. 2.1)	Begriffe nach DüMV	
Feuerraumasche (Grobasche, Rostasche)	„Brennraumasche“	
	Fall A: Abgasreinigung besteht nur aus Zyklon <u>ohne</u> nachgeschaltetem Elektro- oder Gewebefilter	Fall B: Abgasreinigung <u>mit</u> Elektro- oder Gewebefilter
Zyklonasche (Feinasche, Flugasche)	„Asche aus der letzten filternden Einheit im Rauchgasweg“	–
Filterasche (Feinstflugasche)	Fällt nicht an	„Asche aus der letzten filternden Einheit im Rauchgasweg“

Die DüMV sieht nur eine Verwendung von Aschen aus der Verbrennung von naturbelassenen Hölzern vor. Die Verwendung von Aschen aus der letzten filternden Einheit im Rauchgasweg und von Kondensatfilterschlamm ist nicht zulässig (Anlage 2 Tab. 7.3, Z. 7.3.16 DüMV). Zyklonaschen sind folglich im Fall B grundsätzlich als Düngemittel verwertbar, im Fall von A nicht.

Zur Erreichung möglichst hochwertiger Düngemittel sollten Aschen, die an verschiedenen Orten der Anlage anfallen und im Allgemeinen unterschiedlich belastet sind, nicht vermischt werden. Für Brennraumaschen gelten z. T. besondere Regelungen. Diese Regelungen können nur dann zur Anwendung kommen, wenn es sich ausschließlich um Brennraumaschen handelt.

Im Einzelnen sind in der DüMV folgende Ausführungen enthalten:

- Verwendung von ausschließlich Aschen als Düngemittel: Brennraumaschen aus der Verbrennung von naturbelassenen pflanzlichen Ausgangsstoffen können als Kalkdünger oder Kaliumdünger in Verkehr gebracht werden.
- Verwendung als Zuschlagstoff: Brennraumasche von unbehandelten Pflanzenteilen kann zu maximal 30 % dem Düngemitteltyp „Kohlensaurer Kalk“ zugegeben werden. Aschen aus der Verbrennung pflanzlicher Stoffe können auch mineralischen Mehrnährstoffdüngern (PK-Düngern, NPK-Düngern) oder einem organisch-mineralischen Düngemittel zugegeben werden (keine Mengenbegrenzung).
- Mindestnährstoffgehalte: Die jeweils für den Düngemitteltyp festgelegten Mindestnährstoffgehalte sind einzuhalten (Tabelle 3).
- Höchstgehalte für Kupfer und Zink bei Düngemitteln mit Spurennährstoffen: Bei einem Düngemittel mit Spurennährstoffen z.B. Kupfer, Zink sind die tatsächlichen Gehalte in der Kennzeichnung anzugeben. Für Kupfer und Zink gibt es auch Höchstgehalte (Abschnitt 4.1.1 DüMV) (Tabelle 3).
- Grenzwerte: Es dürfen nur solche Aschen verwendet werden, die die Grenzwerte für Schwermetalle und weitere Schadstoffe nach Anlage 2 Tab. 1.4 Sp. 4 DüMV nicht überschreiten. Bei Brennraumaschen aus der ausschließlichen Verbrennung von unbehandeltem Holz dürfen die Grenzwerte um bis zu 50 % überschritten werden, wenn für diese Düngemittel im Rahmen der Hinweise zur sachgerechten Anwendung auf eine ausschließliche Verwendbarkeit auf forstlichen Standorten hingewiesen wird (§ 3 Abs. 2 Nr. 2 DüMV) (Tabelle 4).

„Grenzwerte–Übergangsvorschriften“: Düngemittel, zu deren Aufbereitung „Aschen aus pflanzlichen Rückständen“ entsprechend den Vorgaben nach Tabelle 7.3 Zeile 7.3.16 verwendet werden, welche Grenzwerte nach Anlage 2 Tabelle 1.4 Spalte 4 überschreiten, dürfen noch bis zum 31.12.2013 gewerbsmäßig in den Verkehr gebracht werden (§ 9 DüMV, Abs. 2, Satz 1)
- Unvermeidbare Fremdstoffe, Steine: Bei organisch-mineralischen Düngern (PK-Düngern, NPK-Düngern, P- bzw. K-Düngern) dürfen unvermeidbare Fremdstoffe einen Anteil von 0,5 % an der Trockenmasse, Steine über 10 mm Siebdurchgang einen Anteil von 5 % an der Trockenmasse nicht überschreiten.
- Weitere Einschränkungen: Für die Herstellung von Düngemittel dürfen als Ausgangsstoffe nur Stoffe verwendet werden, die einen pflanzenbaulichen, produktions- oder anwendungstechnischen Nutzen haben oder dem Bodenschutz sowie der Erhaltung und Förderung der Fruchtbarkeit des Bodens dienen und die bei sachgerechter Anwendung die Fruchtbarkeit des Bodens, die Gesundheit von Menschen, Haustieren und Nutzpflanzen nicht schädigen und den Naturhaushalt nicht gefährden.

Tabelle 3: Mögliche Düngemitteltypen für Holzaschen nach der DüMV

Typenbezeichnung	Mindestgehalte	Wesentliche Zusammensetzung, Art der Herstellung, besondere Bestimmungen	Textstelle DüMV
Kaliumdünger			
Kaliumdünger aus Asche aus der Verbrennung pflanzlicher Stoffe	10 % K ₂ O	wasserlösliches Kaliumoxid Brennraumaschen von naturbelassenen pflanzlichen Ausgangsstoffen	Anlage 1, Abschnitt 1.3.4 i. V. mit Anlage 2 Tab. 6.3., Z. 6.3.3
Kalkdünger			
Kohlensaurer Kalk	70 % CaCO 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 1.4.1 i. V. mit Anlage 2, Tab. 7.3, Z. 7.3.16
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	Anlage 1, Abschnitt 1.4.6 i. V. mit Anlage 2 Tab. 6.4, Z. 6.4.11
Mineralische Mehrnährstoffdünger			
PK-Dünger aus Asche aus der Verbrennung pflanzlicher Stoffe	2 % P ₂ O ₅ 3 % K ₂ O	Auf chemischem Wege oder durch Mischen (fest) [...] gewonnenes Erzeugnis, auch unter ausschließlicher Verwendung von Aschen aus der Verbrennung pflanzlicher Stoffe [...]. Bei trockenem Material Granulierung	Anlage 1, Abschnitt 2.3 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 ₂ O ₅ 3 % K ₂ O [...]	Auf chemischem Wege oder durch Mischen (fest) [...] gewonnenes Erzeugnis Auch unter Verwendung von Asche aus der Verbrennung pflanzlicher Stoffe Bei trockenem Material Granulierung	Anlage 1, Abschnitt 2.4 i. V. mit Anlage 2 Tab. 7.3, Z. 7.3.16
Organisch-mineralische Düngemittel			
Organisch-mineralischer P- bzw. K-Dünger	3 % P ₂ O ₅ oder 3 % K ₂ O	Auch Zugabe von Asche aus der Verbrennung pflanzlicher Stoffe	Anlage 1, Abschnitt 3.2 i. V. mit Anlage 2 Tab. 7.3, Z. 7.3.16
Organisch-mineralischer PK-Dünger	0,5 % P ₂ O ₅ 1,0 % K ₂ O		
Organisch-mineralischer NPK-Dünger	1,5 % N 0,5 % P ₂ O ₅ 1,0 % K ₂ O		
Düngemittel mit Spurennährstoffen			
Düngemittel mit Spurennährstoffen	0,02 % B 0,004 % Co 0,02 % Cu 0,04 % Fe 0,02 % Mn 0,002 % Mo 0,02 % Zn Landwirtschaft außer Gartenbau 0,1 % Fe 0,2 % Mn	Spurennährstoffe bewertet als Gesamtgehalt und wasserlöslicher Gehalt Höchstgehalte für Kupfer 0,07 % und Zink 0,5 % Für Holz-Brennraumaschen bei Rückführung auf forstliche Flächen Höchstgehalt für Kupfer 0,2 %	Anlage 1, Abschnitt 4.1.1

Tabelle 4: Kennzeichnungsschwellen und Grenzwerte¹⁾ für Schadstoffe in Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten oder Pflanzenhilfsmitteln (Anlage 2, Tabelle 1.4 i.V. mit § 3 Abs. 2 Nr. 2 DüMV)

Schadstoff	Kennzeichnung ab... [mg/kg TM oder andere angegebene Einheit]	Toleranz in % des gekennzeichneten Wertes jeweils bis zu	Grenzwert [mg/kg TM oder andere angegebene Einheit]	Grenzwert Brennraumaschen für forstliche Standorte [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 ₂ O ₅	20 mg/kg P ₂ O ₅	50	50 mg/kg P ₂ O ₅	75 mg/kg P ₂ O 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 (Tl)	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, S. 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 Perfluorooctansäure (PFOA) und Perfluorooctansulfonat (PFOS); PFT ist in Holzasche nicht zu erwarten

Einschlägige Hinweise und Merkblätter, Gesetzes- und Verordnungstexte finden sich auch im Internet unter www.lfl.bayern.de > Pflanzenbau > Verkehrs- und Betriebskontrollen.

4.1.1 Verwertung in der Landwirtschaft

Die Verwertung von Aschen oder Gemischen aus Aschen und anderen geeigneten Stoffen in der Landwirtschaft muss nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen erfolgen. Diese sind in der Düngeverordnung (DüV) und dem Düngegesetz (DüG) festgelegt. Die Düngung nach guter fachlicher Praxis dient der Erhaltung und Förderung der Bodenfruchtbarkeit und setzt voraus, dass die Düngung auf den Bedarf der Pflanzen und des Bodens ausgerichtet wird.

Auch bei Eigenverwertung müssen die Asche oder die Gemische aus Aschen und anderen geeigneten Stoffen einem zugelassenen Düngemitteltyp nach DüMV entsprechen.

Grundsätzlich können Holzaschen auch fertigen Komposten zugemischt werden. Die Verwertung eines Kompost-Asche-Gemisches auf landwirtschaftlich genutzten Flächen richtet sich sowohl nach der DüMV als auch nach der Bioabfallverordnung (BioAbfV). Zu beachten sind unter anderem die Gemischregelungen nach § 5 BioAbfV: Hiernach müssen die zur Mischung verwendeten Aschen für sich alleine bereits einem zugelassenen Düngemitteltyp nach DüMV entsprechen. Außerdem dürfen die Schwermetallgrenzwerte nach § 4 Abs. 3 BioAbfV auch in den unvermischten Aschen nicht überschritten werden. Die Untersuchungshäufigkeit nach § 4 BioAbfV und die Mengenbegrenzungen nach § 6 BioAbfV richten sich nach der Menge des Gemisches.

Bei ungenügendem Ausbrand der Aschen (z.B. TOC > 5 %) sind zusätzliche Untersuchungen auf organische Schadstoffe (insbesondere PAK) zu empfehlen. Als Richtwerte für die Konzentration an PAK können die Vorsorgewerte nach BBodSchV (für Humusgehalte ≤ 8 %) herangezogen werden. Daneben ist insbesondere auf Fremdstoffanteile (z. B. Nägel, Klammern, Steine) sowie für eine Verwertung auf Flächen ungeeignete Schlackebrocken zu achten.

4.1.2 Verwertung im Wald

Bei der Verwertung von Holzasche als Düngemittel im Wald gelten die grundsätzlichen Regelungen des Düngegesetzes (DüG). Danach ist die Düngung nach Art, Menge und Zeitpunkt der Anwendung am Bedarf der Pflanzen und des Bodens auszurichten (§ 3 Abs. 2 DüG).

Sofern eine Düngung im Wald vorgesehen ist (z. B. bei Baumbeständen mit Ernährungsstörungen oder zur Erhaltung oder Wiederherstellung der Bodenfruchtbarkeit), ist am einzelnen Bestand die Düngedürftigkeit (z. B. Nährstoffmangel) und Düngewürdigkeit (z. B. Berücksichtigung von Ausschlussstandorten) zu prüfen. Falls diese Voraussetzungen vorliegen, kann Holzasche, die den Anforderungen eines zugelassenen und geeigneten Düngemitteltyps (vgl. Tabelle 3) entspricht, ausgebracht werden (§ 3 Abs.1 DüG).

Die praktische Relevanz bei der direkten Ausbringung von Holzaschen ist derzeit allerdings begrenzt: Wegen sehr hoher pH-Werte, relativ geringer Magnesiumgehalte und aus technischen Gründen (Verunreinigungen, Staubeentwicklung) sind unbehandelte Holzaschen z. B. zum Ausgleich von Magnesiummängeln ungeeignet. Holzasche enthält ferner die Nährstoffe in sehr leicht wasserlöslichen Formen, die unter natürlichen Bedingungen im Wald nicht vorkommen. Einem begrenzten Nutzen als Düngemittel steht die Gefahr einer Überdosierung und Auswaschung von Nähr- und Schadstoffen gegenüber. Interessierte Waldbesitzer sollten daher vor einer Ausbringung fachlichen Rat einholen.

An der Entwicklung von Kreislaufkonzepten zur Rückführung der Brennräumeaschen wird derzeit intensiv geforscht.

Eine Verwertung von Gemischen aus Holzaschen und fertigen Komposten im Wald ist gemäß § 6 Abs. 3 BioAbfV nur in Ausnahmefällen nach vorheriger Genehmigung der zuständigen Behörde möglich.

4.2 Sonstige Verwertungsmöglichkeiten

Mögliche sonstige Verwertungswege sind die Verwendung als Zuschlagstoff in der Zementindustrie, als Zuschlagstoff im Straßen- und Wegebau und als Füllmaterial für Hohlräume im Bergversatz.

Aschen können, sofern die erforderlichen bautechnischen Eigenschaften gegeben sind, nach Maßgabe von Teil 3 der Deponieverordnung (DepV) im Deponiebau eingesetzt werden.

Für den Einsatz von Holzaschen im Bergversatz müssen die Anforderungen der Versatzverordnung (VersatzV) eingehalten werden. Die Verordnung regelt die Verwertung von Abfällen, die in den unter Bergaufsicht stehenden untertägigen Grubenbauen als Versatzmaterial eingesetzt werden. Wenn Abfälle als Versatzmaterial in ein Salzbergwerk nach dem Prinzip des vollständigen Einschusses eingebracht werden, müssen nach Anlage 4 Nr. 1.3 der VersatzV die gleichen Anforderungen wie bei der untertägigen Ablagerung entsprechend Anhang C der DepV gestellt werden bzw. erfüllt sein.

Ob Holzaschen für eine Verwertung in der Bauindustrie geeignet sind, richtet sich – neben der Umweltverträglichkeit – nach den jeweils geltenden produktspezifischen Anforderungen. Allgemeingültige Zulassungen müssen bei der Bundesanstalt für Straßenwesen bzw. für das Bauwesen beim Deutschen Institut für Bautechnik beantragt werden.

Grundsätzlich erfordert der Einsatz von Holzaschen in Baustoffen, dass deren chemische und physikalische Eigenschaften nur in sehr geringen, festgelegten Bandbreiten schwanken. Dies ist bei der Heterogenität von Holzaschen schwer realisierbar.

5 Beseitigung

Aschen, die nicht verwertet werden können, sind dauerhaft aus dem Stoffkreislauf auszuschließen und so zu beseitigen, dass das Wohl der Allgemeinheit nicht beeinträchtigt wird. Die Deponiefähigkeit bemisst sich nach den Vorgaben der DepV für Deponien der Klassen I bis IV. Zuordnungskriterien sind hier überwiegend nicht die Feststoffgehalte, sondern die Auslaugfähigkeit der einzelnen Schadstoffe. Feuer- raumaschen sind in der Regel so gering mit Schadstoffen belastet, dass die meisten Zuordnungswerte für die Ablagerung auf einer Deponie der Klassen I oder II (Anhang 3 DepV) unterschritten werden. Eine Ausnahme können der organische Gehalt in der Originalsubstanz und im Eluat und der wasserlösliche Anteil der Feuerraumaschen sein, die teilweise sogar die Zuordnungswerte der Deponieklasse III (Anhang 3 DepV) überschreiten. Für Flugaschen, in denen Schadstoffe wie Arsen, Blei, Cadmium, Quecksilber und Zink angereichert sind, kommt zum Teil nur eine untertägige Deponierung in Frage.

Um Staubverwehungen bei der Anlieferung und dem Einbau im Deponiekörper zu vermeiden, ist die Holz- asche angefeuchtet oder verpackt anzuliefern. Der Einbau der Holzasche sollte nicht in Monochargen, sondern im Dünnschichtbetrieb mit anderen Abfällen gemischt erfolgen.

6 Sonstige Fragestellungen

6.1 Staubemissionen

Die Lagerung, der Transport und die Verarbeitung von Aschen kann mit u. U. erheblichen Staubfreiset- zungen verbunden sein. Zur Vermeidung solcher Staubemissionen müssen ggf. behördliche Vorgaben zu Lagerung und Umschlag der Aschen auf dem Betriebsgelände der Feuerungsanlage beachtet werden. Zum Ausbringen der Asche stehen staubarme Techniken zur Verfügung (Pelletierung, Aufschlännen mit Wasser, Beimischung zu Komposten). Bei der Direktausbringung der Asche auf landwirtschaftliche Flä- chen, z. B. mit einem Schneckenkornstreuer, reduziert die Verwendung von Staubschürzen die Staubbe- lastung deutlich. Zur Vermeidung von Belästigungen der Anwohner sollten ausreichende Abstände ein- gehalten werden.

6.2 Entsorgung haushaltsüblicher Mengen

Die private Verwertung von Holzaschen, beispielsweise im Garten, unterliegt nicht dem Düngemittelrecht. Auch die BioAbfV gilt nicht für Haus-, Nutz- und Kleingärten (§ 1 Abs. 3 BioAbfV). Die Ausbringung von Aschen in Privatgärten unterliegt damit den allgemeinen Anforderungen des Bundes-Bodenschutzrechts. Danach darf eine schädliche Bodenveränderung durch die Art, Menge, Schadstoffgehalte und physikali- schen Eigenschaften der Materialien sowie nach den Schadstoffgehalten der Böden am Ort des Auf- oder Einbringens nicht hervorgerufen werden. Da für den privaten Entsorger im Normalfall weder die Schad- stoffgehalte der Aschen noch die Vorbelastung des Bodens, auf den die Asche ausgebracht werden soll, bekannt sind, wird die Verwertung von Holzaschen im Garten aus Vorsorgegründen nicht empfohlen.

Aschen aus Feuerstätten in Haushalten sind in erkaltetem Zustand der Restmüllentsorgung zuzuführen. Heiße Aschen können den Müllbehälter beschädigen und stellen eine Brandgefahr dar, sie dürfen daher ausdrücklich nicht der Restmülltonne beigegeben werden.

6.3 Beprobung und Analytik

Der Beprobungsumfang, der zur Beurteilung der anfallenden Aschen notwendig ist, kann nicht im Vorhin- ein pauschal festgelegt werden. Er richtet sich nach dem beabsichtigten Entsorgungsweg und den jeweili- gen einschlägigen Rechts- und Analysevorschriften.

Bei der Verwendung von Aschen als Düngemittel ist die Anwendung der DüngMProbV zu empfehlen. Die deklarierten Werte in der Kennzeichnung sind zu gewährleisten. Schadstoff-Grenzwerte (nach Anlage 2 Tab. 1.4 DüMV) gelten bei Nichtangabe als nicht erreicht. Bezüglich der Untersuchungshäufigkeit enthält die DüngMProbV keine Vorgaben. Es wird empfohlen, eine Untersuchung der Aschen vor der erstmaligen

Ausbringung und dann im Abstand von höchstens einem Jahr bei Anlagen mit einer Feuerungswärmeleistung weniger als 5 MW und von höchstens 6 Monaten bei Anlagen von 5 MW oder mehr auf die Nährstoffe und Nebenbestandteile (u. a. Schadstoffe) gemäß § 6 Abs. 1 DüMV durchzuführen. Bei ungenügendem Ausbrand der Aschen (z.B. TOC > 5 %) wird, wie in Kapitel 4.1.1 beschrieben, eine zusätzliche Untersuchung auf organische Schadstoffe (insbesondere PAK) empfohlen. Die Untersuchungsergebnisse sind unaufgefordert innerhalb von zwei Wochen nach deren Erhalt der (für die Genehmigung der Feuerungsanlage) zuständigen Behörde vorzulegen.

Der Chrom(VI) – Grenzwert der DüMV wird bei Holzaschen nach bisherigen Erfahrungen öfter überschritten, ebenso der Cadmium – Grenzwert bei Zyklonaschen. Es ist daher, bei Verwertung von Aschen als Düngemittel, auf die Einhaltung dieser Grenzwerte besonders zu achten.

Bei der Vermischung von Aschen mit Komposten richten sich die Anzahl der Analysen, der Parameterumfang, die Probenahme und die Analytik nach den Vorgaben der BioAbfV.

Bei der Entsorgung auf Deponien, gelten als Vorgaben zur Beprobung Anhang 4 der DepV.

Zur Festlegung der Parameter orientierender Untersuchungen bezüglich möglicher Entsorgungswege kann die Anlage 2 Tab. 1 der DüMV für die Feststoffgehalte und Anhang 3 der DepV für den organischen Anteil sowie die Eluatgehalte herangezogen werden. In Abhängigkeit des Ergebnisses der Analysen sowie des beabsichtigten Entsorgungsweges kann sich die Genehmigungsbehörde (in Abstimmung mit den zuständigen Behörden) die Entscheidung bezüglich weiterer bzw. regelmäßig durchzuführender Untersuchungen vorbehalten.

7 Vorschriften und Regeln

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

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 durch Art. 2 Gesetz vom 19. Juli 2007 (BGBl. I S. 1462)

Verordnung über das Inverkehrbringen von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln (Düngemittelverordnung – **DüMV**) vom 16. Dezember 2008 (BGBl. I Nr. 60, S. 2524)

Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnis-Verordnung – **AVV**) vom 10. Dezember 2001 BGBl. I S. 3379), zuletzt geändert durch Art. 7 Gesetz vom 15. Juli 2006 (BGBl. I S. 1619)

Verordnung über die Nachweisführung bei der Entsorgung von Abfällen (Nachweisverordnung – **NachwV**), neugefasst durch Art. 1 Verordnung vom 20. Oktober 2006 (BGBl. I S. 2298), zuletzt geändert durch Art. 4 Gesetz vom 19. Juli 2007 (BGBl. I S. 1462)

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): [Hinweise zur Anwendung der Abfallverzeichnis-Verordnung](#), erschienen am 9. August 2005 (BAnz. 148a); Schreiben des StMUGV vom 04.11.2005, Nr. 81-U8740.50-2005/2-1 zur Anwendung in Bayern.

Verordnung über Probenahmeverfahren und Analysemethoden für die amtliche Düngemittelüberwachung (Düngemittel– Probenahme– und Analyseverordnung – **DüngMProbV**) vom 19. Dezember 1977 in der Fassung der Bekanntmachung vom 27. Juli 2006 (BGBl. I S. 1822)

Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung - **DüV**) vom 10. Januar 2006 in der Fassung der Bekanntmachung vom 27. Februar 2007 (BGBl. I S. 221)

Düngegesetz (**DüG**) vom 09. Januar 2009 (BGBl. I Nr. 4, S. 54)

Waldgesetz für Bayern (**BayWaldG**) in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. Juli 2005 (GVBl S. 313)

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 Art. 5 Verordnung vom 20. Oktober 2006 (BGBl. I S. 2332)

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)

Verordnung über den Versatz von Abfällen unter Tage (Versatzverordnung – **VersatzV**) vom 24. Juli 2002 BGBl. I S. 2833), zuletzt geändert durch Art. 11 Gesetz vom 15. Juli 2006 (BGBl. I S. 1619)

Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz – **BBodSchG**) vom 17. März 1998, zuletzt geändert durch Art. 3 Gesetz vom 9. Dezember 2004 (BGBl. I S. 3214)

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

Die Originaltexte der Vorschriften und Regeln können zum Teil im [IZU Informationszentrum UmweltWirtschaft](#) des LfU unter der Kategorie Recht/Vollzug eingesehen werden.

8 Weiterführende Literatur, Veröffentlichungen, Informationen

OBERNBERGER, I. (1997), Institut für Verfahrenstechnik, TU Graz: Aschen aus Biomassefeuerungen – Zusammensetzung und Verwertung, 36 S., VDI Verlag GmbH, Düsseldorf.

BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR WALD UND FORSTWIRTSCHAFT, LWF (2006): Energieholzmarkt Bayern, Analyse der Holzpotentiale und der Nachfragestruktur, LWF-Bericht Nr. 53, 67 S., Freising.

KÖLLING, CH. UND STETTER, U. (2008): Holzasche – Abfall oder Rohstoff? Wege einer sinnvollen Verwertung, LWF aktuell 63, S. 54 - 56, Freising.

KÖLLING, CH., GÖTTLEIN, A. UND ROTHE, A. (2008): Energieholz nachhaltig nutzen – Biomassenutzung und Nährstoffentzug, LWF aktuell 61, S. 32 - 36, Freising.

BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR WALD UND FORSTWIRTSCHAFT, LWF (1997): Eigenschaften von Holzaschen und Möglichkeiten der Wiederverwertung im Wald, LWF-Wissen Nr. 14, 6 S., Freising.

FORSTWISSENSCHAFTL. FAKULTÄT DER UNIV. FREIBURG U. FVA BADEN-WÜRTTEMBERG [Hrsg.] (2002): Holzasche-Ausbringung im Wald, ein Kreislaufkonzept, Freiburger Forstliche Forschung Berichte, Heft 43, Freiburg.

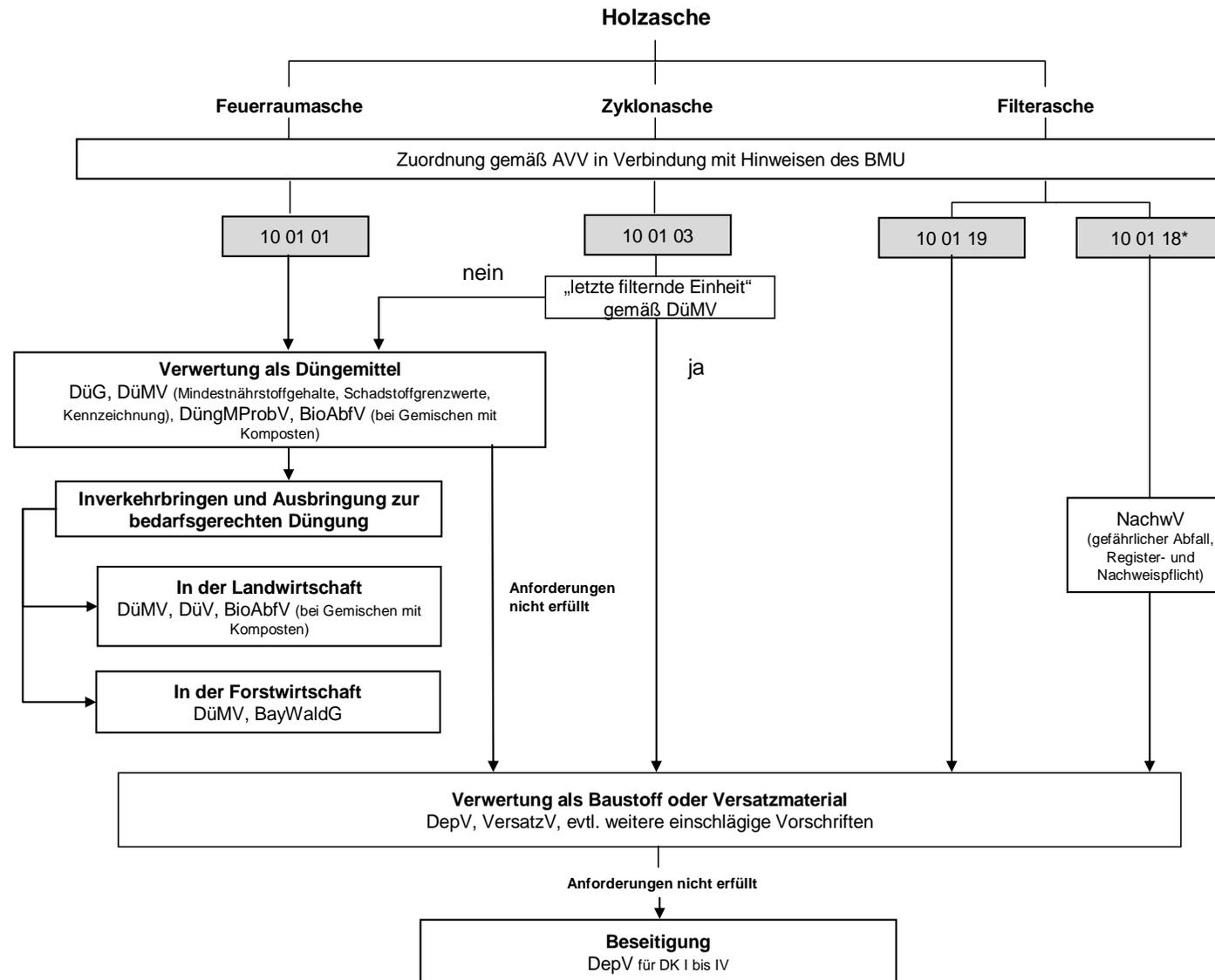
MINISTERIUM FÜR UMWELT UND VERKEHR DES LANDES BADEN-WÜRTTEMBERG, UMBW (2003): Schadstoffströme bei der Entsorgung von Holzasche, Reihe Abfall Heft 76, 79 S., Stuttgart.

LANDESAMT FÜR UMWELT, LFU (2002): Energetische Nutzung nachwachsender Rohstoffe; Forschungsergebnisse zu Emissionen und Emissionsminderungsmöglichkeiten; [zusammenfassender Bericht](#) zu 15 Teilprojekten.

Anhang I: Grenzwerte und Literaturwerte verschiedener Aschefractionen in Feststoff und Eluat

Parameter	BBodSchV	DüMV	BioAbfV	VersatzV	DepV, Kl. II	DepV, Kl. III	Mediane, LFU 2002 (n=Probenanzahl)						Min- und Max- werte, UMBW 2003 (n=5, Praxisan- lagen) Grobasche
							Feuerr- asche	n	Zyklon- aschen	n	Filter- asche	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			1,0	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 [ng TE/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	11	10	
Eluat	mg/l												
pH-Wert					5,5-13	4-13							12,83-13,16
Leitfähigkeit [µS/cm]													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	0,340	5	0,9	4	0,005-0,13
Fluorid					15	50							<0,02-0,10
Ammonium-N													0,03-0,57
AOX													<0,01-0,01
Cyanide				50	0,5	1							<0,05
Phenole					50	100							<0,05-0,1
Abdampfrückst. [%]					6	10							3,5-26,3

Anhang II: Flussdiagramm Verwertung/Beseitigung Holzaschen



Impressum:

Herausgeber:
Bayerisches Landesamt für Umwelt
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg
Telefon: (08 21) 90 71-0
Telefax: (08 21) 90 71-55 56
E-Mail: poststelle@lfu.bayern.de
Internet: <http://www.lfu.bayern.de>

Postanschrift:
Bayerisches Landesamt für Umwelt
86177 Augsburg

Stand:
01.08.2009

Bearbeitung:

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)

Abt. Abfallwirtschaft, Referat 32
Elke Reichle (Federführung)
Telefon: (0821) 90 71-53 39
E-Mail: elke.reichle@lfu.bayern.de

Abt. Abfallwirtschaft, Referat 31
Rudolf Müller
Telefon: (0821) 90 71-53 52
E-Mail: rudolf.mueller@lfu.bayern.de

Abt. Luftreinhaltung, Referat 21
Gerhard Schmoeckel
Telefon: (0821) 90 71-52 04
E-Mail: gerhard.schmoeckel@lfu.bayern.de

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
Vöttingerstr. 38
85354 Freising-Weihenstephan
Internet: <http://www.lfl.bayern.de>

Institut für Agrarökologie, Bodenschutz und Ökologi-
schen Landbau (IAB), AG Bodenschadstoffe
Christa Müller (Federführung LfL)
Telefon: (08161) 71-44 74
E-Mail: christa.mueller@lfl.bayern.de

Institut für Agrarökologie, Bodenschutz und Ökologi-
schen Landbau (IAB), AG Düngung des Ackerlandes
Dr. Matthias Wendland
Telefon: (08161) 71-54 99
E-Mail: matthias.wendland@lfl.bayern.de

Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung (IPZ),
AG Verkehrs- und Betriebskontrollen
Hans Geiger
Telefon: (08161) 71-31 37
E-Mail: hans.geiger@lfl.bayern.de

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirt-
schaft (LWF)
Am Hochanger 11
85354 Freising
Internet: <http://www.lwf.bayern.de>

SG 2.1, Standort und Bodenschutz
Ulrich Stetter
Telefon: (08161) 71-49 41
E-Mail: stt@lwf.uni-muenchen.de

SG 3.4, Holz und Logistik
Dr. Florian Zormaier
Telefon: (08161) 71-51 19
E-Mail: zor@lwf.uni-muenchen.de

Bildnachweis:

Titelbild, Foto links: LfU, Augsburg
Titelbild, Foto rechts: LfL, Freising