

Zertifizierte Steinkohlenflugasche im Spannungsfeld zwischen Bauproduktenrecht und Abfallrecht

Ulrich Stock, Rüdiger Schultz-Sternberg und Gerhard Waldner

1.	Steinkohleflugasche – Anfall und Verwendung.....	661
2.	Das Spannungsverhältnis zwischen Abfallrecht und Bauproduktenrecht	663
2.1.	Das Verhältnis der beiden Rechtsgebiete im Allgemeinen	663
2.2.	Einzelfallprüfung der Nebenprodukteigenschaft gemäß § 4 KrWG ...	665
3.	Bewertungsrahmen in Hinblick auf die Nebenprodukteigenschaft von zertifizierter Steinkohlenflugasche.....	665
3.1.	Bewertung hinsichtlich einer Einstufung als Bauprodukt nach Bauproduktenrecht.....	665
3.2.	Bewertung von zertifizierter Steinkohlenflugasche hinsichtlich einer Einstufung als Nebenprodukt nach Abfallrecht.....	667
4.	Ausblick.....	673
5.	Literatur	673

1. Steinkohleflugasche – Anfall und Verwendung

Bei der Verbrennung von Steinkohle in Trockenfeuerungen, Schmelzkammerfeuerungen und Rostfeuerungen entsteht Steinkohlenflugasche (SFA). Sie besteht aus den in der Steinkohle enthaltenen Mineralstoffpartikeln, die im Abgasstrom mitgeführt und als Flugasche mit Elektrofiltern abgeschieden werden [1].

In den letzten Jahrzehnten gab es eine Reihe von Aktivitäten, Steinkohlenflugasche von einem Reststoff zu einem Baustoff zu entwickeln [2]. Dies ist vor allem auf die Puzzolanität der Steinkohlenflugasche zurückzuführen, aufgrund derer sich zusammen mit Kalk eine hochfeste Verbindung ergibt. Dabei entstehen wie bei der Hydratation von Portlandzement Calciumsilikat- und Calciumaluminathydrate, die zu einem festen Gestein verwachsen.

Der überwiegende Anteil der Steinkohlenflugasche wird in Deutschland als Zusatzstoff in Beton verwendet. Weitere Einsatzgebiete sind der Bergbau (Verfüllbaustoff, Bergbaumörtel), der Erd-, Tief-, Straßen- und Wegebau sowie die Verfestigung von Klärschlamm [1]. Die in Deutschland anfallenden Steinkohlenflugaschen in einer Menge von

4,4 Millionen Tonnen pro Jahr werden zu nahezu hundert Prozent verwertet. Etwa 3,1 Millionen Tonnen (70 %) gehen als Zuschlagstoff in die Beton- bzw. Zementproduktion, etwa 0,8 Millionen Tonnen (18 %) werden als Verfüllbaustoff bzw. Bergbaumörtel verwendet, etwa 0,3 Millionen Tonnen (7 %) Steinkohlenflugaschen mit niedriger Qualität werden im Erd-, Tief-, Straßen- und Wegebau verwertet und 0,2 Millionen Tonnen (5 %) gehen in sonstige Verwendungen wie Formsteine, Füllstoffe und Wärme- und Schallsisolierungen [3] (Zahlen für 2004). Aus dem Westen Deutschlands wird Steinkohlenflugasche nach Benelux exportiert, entlang der Grenzen zu Polen und Tschechien werden Abnehmer von Steinkohlenflugasche aufgrund der günstigeren Transportkosten vorwiegend aus den ausländischen Kraftwerken bedient, so dass sich Export- und Importmengen an Steinkohlenflugasche bundesweit die Waage halten [2].

Der größte Teil des in Deutschland produzierten Betons wird nach Einschätzung von Backes et al. [2] heute mit Steinkohlenflugasche als Betonzusatzstoff hergestellt, der jährliche Bedarf an hochwertigen Steinkohlenflugaschen für Anwendungen im Transportbeton, in der Betonproduktion, zur Herstellung von Mörteln und anderen zementgebundenen Baustoffen wird von ihnen auf rund 3,8 Millionen Tonnen beziffert. Steinkohlenflugasche, die in Kohlekraftwerken bei der Stromerzeugung als Koppelprodukt entsteht, verbraucht zu ihrer Herstellung weder zusätzliche Ressourcen noch werden dabei Naturräume zerstört.

Betonbauwerke mit Flugasche zeichnen sich nachweislich durch eine höhere Lebensdauer sowie einen geringeren Instandhaltungsaufwand aus [4].

Die Anwendung von Steinkohlenflugasche als Betonzusatzstoff führt nicht nur zur Rohstoffeinsparung sondern kann auch die Betoneigenschaften verbessern. Bei Festbeton führt die Zugabe von Steinkohlenflugasche nach Angaben des Bundesverbandes für Kraftwerksnebenprodukte e.V. unter anderem zur Verbesserung der Nachhärtung, zum besseren Korrosionsschutz der Bewehrung, zum größeren Widerstand gegen chemische Angriffe und gegen Karbonatisierung [5]. Nach Untersuchungen von Wiens ist eine Verringerung der Chloridkorrosionskoeffizienten in flugaschehaltigen Mörteln und Betonen um mehr als eine Zehnerpotenz im Vergleich zu Betonen mit Portlandzement festzustellen.

Die technische Einsatzfähigkeit als Baustoff wurde im Laufe der Zeit durch bautechnische Regelwerke beschrieben. Die Einhaltung normierter Produkteigenschaften wird im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle und Gütesicherungsnachweise nach DIN 18 990 [6] sichergestellt [2]. Es gilt die Euronorm 450-1, umgesetzt in deutsches Recht als DIN-EN 450-1 [7]. Steinkohlenflugasche ist also als Betonzuschlagstoff im Bauproduktenrecht etabliert.

Im Zusammenhang mit Steinkohlenflugasche sind aber auch die Regelungen des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG) [8] relevant. Insoweit stellt sich als erstes die Frage, ob bzw. unter welchen Voraussetzungen es sich bei Steinkohlenflugasche um Abfall handelt oder nicht. In dieser Hinsicht sind die §§ 3, 4 KrWG in den Blick zu nehmen. Nach der allgemeinen Begriffsbestimmung des § 3 Abs.1 KrWG sind Abfälle alle Stoffe oder Gegenstände, derer sich ihr Besitzer entledigt, entledigen will oder entledigen muss. Der Wille zur Entledigung im Sinne des Absatzes 1 ist u.a. hinsichtlich solcher

Stoffe oder Gegenstände anzunehmen, die bei der Energieumwandlung, Herstellung, Behandlung oder Nutzung von Stoffen oder Erzeugnissen oder bei Dienstleistungen anfallen, ohne dass der Zweck der jeweiligen Handlung hierauf gerichtet ist (§ 3 Abs. 3 Nr.1 KrWG). In § 4 KrWG hat der Gesetzgeber allerdings eine spezielle Regelung zu Nebenprodukten geschaffen. Ein Stoff oder Gegenstand, der bei einem Herstellungsverfahren anfällt, ohne dass der hauptsächliche Zweck dieses Verfahrens darauf gerichtet ist, ist unter den in § 4 KrWG genannten Voraussetzungen als Nebenprodukt und nicht als Abfall anzusehen. Diese Vorschrift enthält mit der Definition für Nebenprodukte eine Abgrenzung zum Abfall: Wenn die Voraussetzungen des § 4 KrWG vorliegen, handelt es sich bei dem Stoff oder Gegenstand von vorneherein nicht um Abfall. Für Steinkohlenflugasche stellt sich daher die Frage, ob bzw. unter welchen Voraussetzungen es sich um ein Nebenprodukt handelt.

In diesem Zusammenhang sei angemerkt, dass bis dato für Steinkohlenflugasche keine speziellen Regelungen zum Abfallende nach Artikel 6 Abs.2 der Richtlinie 2008/98/EG [9] erlassen worden sind und auch die Bundesregierung nicht von der Verordnungsermächtigung des § 5 Abs.2 KrWG Gebrauch gemacht hat.

Im Folgenden wird zunächst allgemein das Verhältnis zwischen Bauproduktenrecht und Abfallrecht dargestellt. Anschließend werden Bewertungen hinsichtlich der Nebenprodukteigenschaft von zertifizierter Steinkohlenflugasche aufgrund der für Steinkohlenflugasche geltenden Regelungen aus dem Bauproduktenrecht und dem Abfallrecht beispielhaft durchgeführt. Hierbei wird ausschließlich Steinkohlenflugasche mit dem konkreten Verwendungszweck als Betonzuschlagsstoff betrachtet, die

- aus einem Werk stammt, das eine aktuelle bauaufsichtliche Zulassung besitzt und die
- nach DIN EN 450-1 zertifiziert und güteüberwacht ist.

2. Das Spannungsverhältnis zwischen Abfallrecht und Bauproduktenrecht

2.1. Das Verhältnis der beiden Rechtsgebiete im Allgemeinen

Zunächst stellt sich die Frage, in welchem Verhältnis das Abfallrecht zum Bauproduktenrecht steht. Bauprodukte sind nicht generell vom sachlichen Geltungsbereich des Kreislaufwirtschaftsgesetzes ausgenommen (vgl. hierzu den sog. Negativkatalog in § 2 Abs.2 KrWG). Es gibt auch keine allgemeine Konkurrenzregelung, wonach etwa dem Bauproduktenrecht ein Anwendungsvorrang eingeräumt wäre. Beide Materien kommen daher nebeneinander zur Anwendung. Für das Kreislaufwirtschaftsgesetz bedeutet dies, dass im Einzelfall für den betreffenden Stoff bzw. für das Bauprodukt zu prüfen ist, ob es sich begrifflich um Abfall handelt oder nicht und welche Anforderungen sich dann ggf. aus dem Abfallrecht ergeben.

Beide Rechtsgebiete verfolgen unterschiedliche Regelungsziele. Das Bauproduktenrecht legt u.a. Normen und sonstige technische Spezifikationen hinsichtlich der Bauprodukte fest und geht von einem freien Warenverkehr aus. Bauprodukte, die den für sie einschlägigen Regelungen genügen, können entsprechend den nach diesen Regelungen zulässigen Verwendungszwecken eingesetzt werden. Aus dem abfallrechtlichen Regime können demgegenüber im Einzelfall weitergehende Anforderungen im Hinblick auf den Umwelt- bzw. Gesundheitsschutz bestehen. Zusätzliche abfallseitige Anforderungen, bei denen an die Merkmale oder den Inhalt der Stoffe oder Gegenstände selbst angeknüpft wird (wie z.B. Qualitätsanforderungen oder Inhaltsstoffe) schränken damit faktisch Warenverkehrsfreiheit ein.

Dieses aus den unterschiedlichen Regelungszielen resultierende Spannungsverhältnis findet seine Entsprechung in den Anforderungen eines Binnenmarkts einerseits und Umweltschutzanforderungen andererseits, die auch in den Gemeinschaftsverträgen ihren Ausdruck gefunden haben (siehe z.B. Art.34, 36 des Vertrags über die Arbeitsweise der Europäischen Union [10]).

Die Anforderungen der Warenverkehrsfreiheit im Bereich der Bauprodukte ist durch entsprechende sekundärrechtliche Vorschriften umgesetzt worden. Die Bauproduktenrichtlinie 89/106/EWG [11] (bzw. die in seinen wesentlichen Teilen ab 1. Juli 2013 geltende Verordnung (EU) Nr.305/2011 vom 9. März 2011 (EU-BauPV) [12], die dann die Bauproduktenrichtlinie 89/106/EWG ersetzt) zielt auf den ungehinderten Warenverkehr innerhalb des europäischen Binnenmarktes. Die Mitgliedstaaten dürfen dementsprechend nach Art.6 der Bauproduktenrichtlinie den freien Verkehr, das Inverkehrbringen und die Verwendung von Produkten, die dieser Richtlinie entsprechen, auf ihrem Gebiet nicht behindern. Eine entsprechende Regelung ist in Art.8 Abs.4 EU-BauPV enthalten.

Die Bauproduktenrichtlinie ist in Deutschland seinerzeit im Bauproduktengesetz (BauPG) von 1998 [13] umgesetzt worden. Dieses Gesetz enthält entsprechend seinem Zweck, die Bauproduktenrichtlinie umzusetzen, inhaltliche Regelungen u.a. zu den Anforderungen an Bauprodukte, dem Konformitätsnachweisverfahren und der CE-Kennzeichnung. Des Weiteren enthält das BauPG von 1998 in § 4 Abs.5 BauPG eine Regelung, wonach Rechtsvorschriften, die das Inverkehrbringen von Bauprodukten u.a. aus Gründen des allgemeinen Gesundheitsschutzes oder des Umweltschutzes weitergehend einschränken oder verbieten, unberührt bleiben.

Im Hinblick auf die EU-BauPV ist Ende 2012 das Gesetz zur Durchführung der Verordnung (EU) Nr.305/2011 – BauPG [14] beschlossen worden, das am 1. Juli 2013 in Kraft getreten ist und das alte BauPG aus dem Jahre 1998 ersetzt. Da die EU-BauPV in jedem Mitgliedstaat unmittelbar gilt, sind im neuen BauPG nur einige wenige Durchführungsvorschriften enthalten.

Auch nach der EU-BauPV bleiben die Mitgliedstaaten für die sich aus dem Bauwerk ergebenden Anforderungen an Bauprodukte zuständig. Europarechtlich werden allerdings die Verfahren des Nachweises, dass ein Produkt diese Anforderungen erfüllt, vereinheitlicht. Dies erfolgt mittels harmonisierter technischer Normen und durch einzelproduktbezogene technische Bewertungen.

Die EU-BauPV wirft sowohl einige grundsätzliche Fragen (z.B. welche Änderungen sich gegenüber der bisherigen Rechtslage ergeben) als auch Fragen der praktischen Anwendung auf, die allerdings – ebenso wie überhaupt Fragen des Bauproduktenrechts und ihrer Handhabung in der Praxis – nicht Gegenstand dieses Beitrags sind (vgl. zu aktuellen Fachbeiträgen z.B. Wirth [15], [16]; aus der aktuellen Rechtsprechung z.B. Verwaltungsgericht Gelsenkirchen [17]). Soweit daher im Folgenden hiervon gesprochen oder von der derzeitigen Praxis – soweit sie für den Umweltbereich relevant ist – ausgegangen wird, geschieht dies lediglich zur Veranschaulichung und Konkretisierung des hier interessierenden Themas, nämlich der Gegenüberstellung fachlicher Anforderungen aus dem Bauprodukten- und dem Abfallbereich.

2.2. Einzelfallprüfung der Nebenprodukteigenschaft gemäß § 4 KrWG

Da neben dem Bauproduktenrecht auch das Abfallrecht im Rahmen seines Geltungsbereichs zur Anwendung kommt, ist im Einzelfall für den betreffenden Stoff bzw. für das Bauprodukt zu prüfen, ob es sich begrifflich um Abfall handelt oder nicht. Die Abgrenzung ist – wie bereits ausgeführt – anhand von § 4 KrWG zu treffen: Fällt ein Stoff oder Gegenstand bei einem Herstellungsverfahren an, dessen hauptsächlicher Zweck nicht auf die Herstellung dieses Stoffes oder Gegenstandes gerichtet ist, ist er unter bestimmten Voraussetzungen als Nebenprodukt und nicht als Abfall anzusehen. Diese Voraussetzungen werden im Folgenden insbesondere hinsichtlich der Umwelt- und Gesundheitsschutzanforderungen aus fachlicher Sicht diskutiert.

Die Diskussion wird dabei am Beispiel der Steinkohlenflugasche geführt. Die Praxis ist in diesem Punkt sehr uneinheitlich. Aus Sicht der Verfasser wäre es wünschenswert, wenn hierzu eine Regelung erlassen würde, die eine einheitliche Handhabung sicherstellt. Die nachfolgende Erörterung zur Frage, welche fachlichen Anforderungen aus Sicht des Kreislaufwirtschaftsgesetzes erforderlich sind, soll daher primär als ein fachlicher Diskussionsbeitrag im Hinblick auf eine zu schaffende Regelung verstanden werden und hierzu Denkanstöße geben.

3. Bewertungsrahmen in Hinblick auf die Nebenprodukteigenschaft von zertifizierter Steinkohlenflugasche

3.1. Bewertung hinsichtlich einer Einstufung als Bauprodukt nach Bauproduktenrecht

Für den Einsatz von Bauprodukten im Bauwesen hat die Normung einen besonderen Stellenwert. Bevor neue Bauprodukte und neue Anwendungsregeln Eingang in die Normung finden, ist die intensive Mitarbeit in Normungsgremien und Fachausschüssen erforderlich. Die technische Einsatzfähigkeit als Baustoff wurde im Laufe der Zeit durch bautechnische Regelwerke beschrieben. Im Jahre 1994 wurde die EN 450 vom CEN als europäische Norm angenommen, im darauffolgenden Jahr wurde sie als DIN EN 450-1 in Deutschland bauaufsichtlich als Baustoffnorm eingeführt [2].

Die stofflichen Anforderungen an Steinkohlenflugaschen nach DIN EN 450-1 betreffen chemische und physikalische Eigenschaften der Steinkohlenflugasche in Hinblick auf die technische Betonqualität. Anforderungen hinsichtlich möglicher Umweltwirkungen sind in der DIN EN 450-1 nicht aufgeführt. Nach Kap. 4.3 der DIN EN 450-1 ist geregelt, dass falls weitergehende nationale Gesetze, Regelungen und Verwaltungsvorschriften hinsichtlich der Flugasche, des Eluats von mit Flugasche hergestelltem Beton und des Mitverbrennungsstoffes bestehen, diese im Hinblick auf die Umweltverträglichkeit zu berücksichtigen sind. Die Übereinstimmung mit relevanten Regelungen muss vor der Herstellung nachgewiesen werden.

Zur Überprüfung der Umwelanforderungen an Bauprodukte im Rahmen der bauaufsichtlichen Zulassung hat das DIBt ein Merkblatt für die Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser [18] erstellt. Dem Merkblatt haben die Bund-/Länderarbeitsgemeinschaften Bodenschutz (LABO), Abfall (LAGA) und Wasser (LAWA) zugestimmt. Dieses Merkblatt ist auch für die Zulassung von Steinkohlenflugaschen als Bauprodukt anzuwenden.

In Deutschland erteilt das Deutsche Institut für Bautechnik in Berlin (DIBt) Zulassungen und stellt entsprechende Prüfbescheide aus.

Die Sicherstellung genormter Produkteigenschaften von Steinkohlenflugasche erfolgt im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle und von Gütesicherungsnachweisen nach DIN 18 990 *Flugasche für Beton – Übereinstimmungsnachweis*.

Im Rahmen des Verfahrens der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung des Steinkohlenflugasche produzierenden Werkes wird vom DIBt ein Kontrollmanagement für Steinkohlenflugasche festgelegt, das üblicherweise aus einer Zertifizierung (z.B. Übereinstimmungszertifikat, EU-Konformitätszertifikat), einer werkseigenen Produktionskontrolle durch den Hersteller, einer Fremdüberwachung durch eine bauaufsichtlich anerkannte Überwachungsstelle sowie einer behördlichen Kontrolle durch das DIBt selbst und der obersten Bauaufsichtsbehörde besteht. Hierdurch wird eine Überprüfung der Einhaltung der Mindestanforderungen der DIN EN 450-1 und der in der Zulassung festgelegten und sich aus dem o.g. Merkblatt ergebenden Schwermetallgrenzwerte durch die Flugasche ermöglicht. Damit ist für die Herstellung der zertifizierten Steinkohlenflugasche ein Qualitäts- und Überwachungsmanagement gegeben und der Hersteller ist berechtigt, die Steinkohlenflugasche als in der Zulassung gelistetes und zertifiziertes Bauprodukt zu vertreiben und mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) zu kennzeichnen.

Um während des Transportes eine Identifikation der zertifizierten Flugasche zu gewährleisten, werden im Rahmen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung für die Steinkohlenflugasche des jeweiligen Werkes für Lagerung und Transport der Flugasche konkrete Anforderungen festgelegt, wie

- die Gültigkeit der Bestimmungen von DIN EN 450-1 für Lagerung und Transport
- die Lagerung der Flugasche in einem entsprechenden Behälter (Silo)
- eine deutliche Beschriftung des Behälters mit Namen der zugelassenen Flugasche und der Zulassungsnummer

- das Abfüllen der Flugasche nur in saubere und von Rückständen früherer Lieferungen freie Transportbehälter
- eine Gewährleistung der Verhinderung einer Verunreinigung auch während des Transports.

Weiterhin werden in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Festlegungen für die Kennzeichnung der Flugasche getroffen, um während des Transportes eine Identifikation der zertifizierten Flugasche sicherzustellen. Hierzu sollten die Bauprodukte in verschlossenen Gebinden transportiert werden, um spätere Vermischungen auszuschließen. Die Gebinde des Bauproduktes sowie die Lieferscheine des Bauproduktes werden vom Hersteller mit dem Ü-Zeichen gekennzeichnet. Diese Kennzeichnung darf nur erfolgen, wenn u.a. die in der Zulassung beschriebenen Voraussetzungen erfüllt sind.

Bei der Kennzeichnung der zertifizierten Flugasche auf dem Lieferschein sowie auf den Säcken wird durch die Behörde in der Regel das Aufführen folgender Elemente festgelegt: Bezeichnung des Betonzuschlagstoffes (z.B. Flugasche für Beton *Namen der zugelassenen Flugasche*), Herstellwerk (Kraftwerksname), Übereinstimmungszeichen mit Zulassungsnummer, Gewicht (Brutto-Gewicht des Gebindes oder Nettogewicht bei loser Flugasche). Die Lieferscheine für lose Flugasche sollten außerdem mit den Angaben zum Tag der Lieferung, dem polizeiliches Kennzeichen des Fahrzeuges sowie dem Auftraggeber, dem Auftragnehmer und dem Empfänger versehen sein.

3.2. Bewertung von zertifizierter Steinkohlenflugasche hinsichtlich einer Einstufung als Nebenprodukt nach Abfallrecht

Aus abfallrechtlicher Sicht ist zu prüfen, ob die nach Bauproduktenrecht überwachte und zertifizierte Steinkohlenflugasche Abfall im Sinne des § 3 KrWG ist oder ob sie als Nebenprodukt eingestuft werden kann, indem sie die Anforderungen des § 4 KrWG erfüllt.

Fällt ein Stoff oder Gegenstand bei einem Herstellungsverfahren an, dessen hauptsächlicher Zweck nicht auf die Herstellung dieses Stoffes oder Gegenstandes gerichtet ist, ist er gemäß § 4 Abs.1 KrWG als Nebenprodukt und nicht als Abfall anzusehen, wenn

1. sichergestellt ist, dass der Stoff oder Gegenstand weiter verwendet wird,
2. eine weitere, über ein normales industrielles Verfahren hinausgehende Vorbehandlung hierfür nicht erforderlich ist,
3. der Stoff oder Gegenstand als integraler Bestandteil eines Herstellungsprozesses erzeugt wird und
4. die weitere Verwendung rechtmäßig ist; dies ist der Fall, wenn der Stoff oder Gegenstand alle für seine jeweilige Verwendung anzuwendenden Produkt-, Umwelt- und Gesundheitsschutzanforderungen erfüllt und insgesamt nicht zu schädlichen Auswirkungen auf Mensch und Umwelt führt.

Das Erfüllen dieser Kriterien ist einzelfallbezogen vom jeweiligen Erzeuger nachzuweisen. Im Folgenden werden wichtige Aspekte der Prüfung des § 4 Abs.1 KrWG beispielhaft beschrieben. Hierbei werden insbesondere die Punkte betrachtet, bei denen sich aus abfallrechtlicher Sicht Anforderungen ergeben, die nicht durch das Überwachungsmanagement der bauaufsichtlichen Zulassung berücksichtigt sind.

- (1) Die Sicherstellung der weiteren Verwendung als erste Voraussetzung eines Nebenprodukts setzt im Sinne der EuGH-Rechtsprechung eine *gesicherte positive Prognose* über ihre geplante (rechtmäßige) Verwendung voraus. Die Frage ist, unter welchen tatsächlichen Umständen dies anzunehmen ist. Als Indizien hierfür können das Bestehen eines Marktes und ein positiver Marktpreis sowie der Bestand langfristiger Handelsverträge mit den Verwendern, die den vollständigen Absatz langfristig sichern, herangezogen werden (Cosson [19] § 4 Rn.6-8; Verstyl [20] § 4 Rn.17-20). Dabei muss bereits im Herstellungsverfahren nachgewiesen sein, welche Verwendungsabsicht der Produzent hinsichtlich des Stoffes oder Gegenstandes hat (Schink [21] S. 206). Die genannten Kriterien sind im jeweiligen Einzelfall nachzuweisen. Das Bestehen eines Marktes für Steinkohlenflugasche für sich allein genügt also nicht.
- (2) Die Voraussetzungen des § 4 Abs.1 Nr.2 KrWG liegen jedenfalls dann vor, wenn Stoffe ohne weitere Aufbereitung weiterverwendet werden können (Schink [21] S. 206). Im Übrigen sind alle Verfahren zulässig, die auch bei der Primärproduktion üblich und nicht abfalltypisch sind (Schink [21] S. 206). Ein Indiz für ein übliches industrielles Verfahren ist z.B. die gezielte Beeinflussung stofflicher Eigenschaften mittels entsprechender technischer Maßnahmen vor der Entstehung des Stoffes (Verstyl [20] § 4 Rn. 22). Verfahren, die dem Zweck dienen, Verunreinigungen zu entfernen, um den Stoff einsetzen zu können, stellen demgegenüber eine abfalltypische Behandlung dar, die die Einstufung als Nebenprodukt ausschließt (Schink [21] S. 206). Steinkohlenflugasche, die die Anforderungen der DIN EN 450-1 einhält, kann direkt dem Beton als Zuschlagstoff zugegeben werden. Eine weitere Bearbeitung vor der Anwendung im Beton ist nicht erforderlich.
- (3) Im Unterschied zur Nr. 2 bezieht sich die in § 4 Abs.1 Nr. 3 KrWG geregelte Voraussetzung auf die Frage, wie der Stoff erzeugt worden ist. Letztlich geht es um die Aufbereitung des Materials für eine spätere Verwendung und die Gewährleistung, dass der Stoff tatsächlich einer Verwendung zugeführt werden kann. Der Inhalt dieses Kriteriums dürfte sich allerdings nicht wesentlich von dem der Nr.2 unterscheiden (in diesem Sinne auch: Schink [21] S. 206). Zur Bewertung, ob die Steinkohlenflugasche als integraler Bestandteil des Herstellungsprozesses entsteht, können folgende Aspekte herangezogen werden:
 - Besteht die Möglichkeit, das Hauptprodukt herzustellen, ohne dass das betreffende Material anfällt?
 - Entsteht das Material im Rahmen eines kontinuierlichen Produktionsprozesses?
 - Wird der Produktionsprozess dahin gehend beeinflusst, dem betreffenden Material spezielle technische Merkmale zu verleihen?

Die Möglichkeit des Kraftwerkbetriebs ohne Anfall von Steinkohlenflugasche besteht nicht, da bedingt durch die heutige Verbrennungstechnik immer Steinkohlenflugasche in den Feuerungsanlagen der Kraftwerke entsteht. Der Betrieb eines Kraftwerkes erfolgt nicht, weil der Nachfrage an Steinkohlenflugasche entsprochen werden soll, sondern er ist an der Energieerzeugung ausgerichtet. Die Erstellung von Steinkohlenflugasche ist im Rahmen eines kontinuierlichen Produktionsprozesses gegeben. Soweit Steinkohlenflugasche entsprechend der DIN EN 450-1 erzeugt wird, ist der Produktionsprozess im Kohlekraftwerk von den Ausgangsstoffen für die Verbrennung und dem Verfahren nicht allein auf die Erzeugung von Energie aus Steinkohle eingerichtet, sondern auch auf die Erzeugung von Steinkohlenflugasche einer bestimmten Qualität. So darf in Deutschland nur ein in der bauaufsichtlichen Zulassung definierter Ascheanteil von Sekundärbrennstoffen in der Gesamtasche enthalten sein (DIN EN 450-1 Abschnitt 4.1). Über die gezielte Zusammensetzung der Brennstoffe kann der Verbrennungsprozess dahin gehend beeinflusst werden, dass die Steinkohlenflugasche die spezifischen Kennwerte für Glühverlust, Feinheit und Freikalkgehalt einhält. Auch ein hierauf ausgerichteter Einsatz anlagentechnischer Parameter, wie Sichter, Brenner, Kohlenmühlen u.s.w. ist in deutschen Steinkohlenkraftwerken seit längerem Stand der Technik [2].

(4) § 4 Abs.1 Nr.4 KrWG definiert die Voraussetzung der Rechtmäßigkeit der weiteren Verwendung. Eine wesentliche Anforderung bildet dabei die Umweltverträglichkeit des betreffenden Stoffes, die über die bestehenden Produktregelungen hinausgeht. Letztlich muss der Stoff für seinen Einsatzbereich die gleichen Umweltschutz- und Sicherheitsstandards erfüllen wie ein Hauptprodukt (Verstyl [20] § 4 Rn. 24; Petersen/Doumet/Stöhr [22], S. 522f.). Maßstab ist daher der Vergleich mit Hauptprodukten (Verstyl [20] § 4 Rn. 24). Darüber hinaus verlangt § 4 Abs.1 Nr.4 KrWG, dass der Einsatz des Stoffes insgesamt nicht zu schädlichen Auswirkungen auf Mensch und Umwelt führt.

Die Kriterien des § 4 Abs.1 Nr.4 KrWG sollen im Folgenden im Hinblick auf die hier in Rede stehende Steinkohlenflugasche vertieft diskutiert werden. Als Ausgangspunkt für die fachliche Diskussion sei folgende Überlegung vorangestellt. Da Erzeugnisse auch aus umweltschädlichen Rohstoffen hergestellt werden können, ist für die Abgrenzung als Nebenprodukt entscheidend, ob das Erzeugnis größere negative Umweltauswirkungen hat als der Rohstoff, der durch den Einsatz des Erzeugnisses substituiert wird.

Im Rahmen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung wird durch das DIBt das Merkblatt zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser insbesondere durch Festlegung von Schwermetallgrenzwerten für die zu zertifizierende Steinkohlenflugasche berücksichtigt. Für eine abfallrechtliche Bewertung als Nebenprodukt wäre hierbei zu prüfen, ob diese Festlegung den umweltrechtlichen Anforderungen hinsichtlich der Berücksichtigung des Umwelt- und Gesundheitsschutzes genügen. Im Hinblick auf eine inhaltliche Konkretisierung des DIBT-Merkblatts für die Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser hat die LAGA den Beschluss gefasst, dass aus Sicht des Abfallrechts die Anforderungen des Eckpunktepapiers der LAGA [23] für eine *Verordnung über die Verwertung von mineralischen Abfällen in technischen Bauwerken* von 2004 auch für die Bewertung von Bauprodukten einzuhalten sind.

Beispiele aus der Verwaltungspraxis zeigen, dass die im Eckpunktepapier der LAGA [23] genannten Anforderungen wie Eluatwerte für Chlorid, Sulfat, Arsen, Cadmium, Chrom gesamt und Quecksilber sowie pH-Wert und Leitfähigkeit im Kontrollregime konkreter bauaufsichtlicher Zulassungen nicht immer vollständig berücksichtigt werden. Im Einzelfall liegen die in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung vorgegebenen Grenzwerte für die Schwermetalle Blei, Kupfer und Quecksilber, die für die Erstprüfung und die Güteüberwachung für einen Abfalleinsatz in Produkten aufgestellt werden, über den von der LAGA im Eckpunktepapier genannten Feststoffwerten. Hierbei ist jedoch zu bedenken, dass sowohl das Eckpunktepapier [23] als auch das LAGA-Merkblatt M20 [24] die Formulierung von Anforderungen an die Verwertung von Abfällen und nicht die Einstufung von Stoffen als Nebenprodukt zum Ziel haben.

Im hier betrachteten Zusammenhang stellt sich die Frage, wie sinnvoll es ist, unterschiedliche Maßstäbe für die Bewertung der Verwertbarkeit und für die Einstufung als Nebenprodukt heranzuziehen. Grundsätzlich wird es aus fachlicher Sicht für sinnvoll gehalten, vergleichbare fachliche Anforderungen an die Verwertbarkeit eines Abfalls und an die in § 4 Abs.1 Nr.4 genannten Voraussetzungen für die Anerkennung als Nebenprodukt in Bezug auf den Umwelt- und Gesundheitsschutz zu formulieren. Umweltwirkungen eines Erzeugnisses existieren unabhängig von dessen Status als Abfall oder als Nebenprodukt und sind daher nach vergleichbaren Maßstäben zu bewerten. Im konkreten Fall der zertifizierten Steinkohlenflugasche sind jedoch mit der Verwertung von Abfällen in Bauwerken und dem Einsatz zertifizierter Steinkohlenflugasche im Beton unterschiedliche Einsatzgebiete gegeben, bei denen sich auch die Umweltrisiken unterscheiden. So kann durchaus die Frage gestellt werden, ob der im LAGA-Merkblatt vorgegebene Bewertungsrahmen für den Einsatz in Bauwerken inhaltlich einer vorsorgenden Bewertung des Einsatzes in Beton genügt.

Das Eckpunktepapier benennt unter Punkt 6 als Anforderungen an die Verwertung von mineralischen Abfällen in Bauprodukten die Einhaltung der dort aufgeführten Zuordnungswerte (Feststoff und Eluat) als Höchstwerte für den jeweiligen Abfall. Die Zuordnungswerte dürfen im unvermischten Zustand für mineralische Schadstoffe dann überschritten werden, wenn die Stoffgehalte im zu substituierenden Primärrohstoff höher liegen. Im Hinblick auf die Schadlosigkeit der Verwertung in Bauprodukten muss außerdem sichergestellt sein, dass die bestimmungsgemäße Verwendung des jeweiligen Bauproduktes gegeben ist. Zuordnungswerte (Eluatwerte) für Steinkohlenflugasche aus der Trocken- und Schmelzfeuerung sind im Eckpunktepapier aufgeführt.

Die Berücksichtigung von Eluatwerten der Steinkohlenflugasche ist für die Beurteilung einer möglichen Umweltschädigung durch eine Verwendung in Bauprodukten (als Verwertung von Abfällen als auch als Nebenprodukt) dann fachlich sinnvoll, wenn die Steinkohlenflugasche beim Einbau in ihrer Eluierbarkeit nicht oder nur unwesentlich verändert wird. Dies ist z.B. der Fall, wenn Steinkohlenflugasche für den Straßenunterbau Verwendung findet. Beim Einsatz im Beton findet eine Immobilisierung der Steinkohlenflugasche statt, sodass eine mögliche Umweltwirkung nur anhand von Eluatwerten des entstandenen Betons zu beurteilen ist. Für die Beurteilung, ob beim Einsatz von mit geeigneter Steinkohlenflugasche hergestelltem Beton die Besorgnis

einer schädlichen Umweltwirkung entsteht, ist eine Beurteilung über Eluatgehalte der Steinkohlenflugasche, wie es das LAGA-Eckpunktepapier beschreibt, nicht hilfreich.

Das Prüfkonzept des Merkblattes des DIBt sieht die Ermittlung und Bewertung der mobilisierbaren Inhaltsstoffe des zu bewertenden Bauproduktes (dort Punkt 4.2) unter Berücksichtigung des Ortes der Beurteilung für den Schutz von Boden und Grundwasser vor. Kann die Unbedenklichkeit eines Bauproduktes nicht nachgewiesen werden, so sind nach dem Merkblatt biologische Testverfahren (aquatisch und terrestrisch) durchzuführen und in der Gesamtbewertung entsprechend den dort genannten Kriterien zu berücksichtigen.

Das Bundesumweltministerium erstellt zur Zeit eine Mantelverordnung für die Anforderungen an den Einbau mineralischer Ersatzbaustoffe in technische Bauwerke [25], die künftig regeln soll, unter welchen Voraussetzungen mineralische Ersatzbaustoffe die für ihre weitere Verwendung erforderlichen Umweltschutzanforderungen im Sinne des § 4 Absatz 1 Nummer 4 des Kreislaufwirtschaftsgesetzes erfüllen. Im aktuellen Entwurf dieser Verordnung vom 31.10.2012 sind in § 18 mineralische Ersatzbaustoffe (MEB) definiert, die bei Einhaltung der in § 4 genannten grundsätzlichen Anforderungen insgesamt nicht zu schädlichen Auswirkungen auf Mensch und Umwelt führen und als Nebenprodukt anzusehen sind. Dort sind Stahlwerkschlacke der Klasse 1 (SWS-1), Edelstahlschlacke der Klasse 1 (EDS-1), Kupferhüttenmaterial der Klasse 1 (CUM-1) sowie Hüttensand (HS) genannt. Steinkohlenflugasche ist nicht aufgeführt.

Für die Bewertung der Schadlosigkeit beim Einsatz von Steinkohlenflugasche im Beton sollte unserer Ansicht nach neben den Direktwirkungen auf die angrenzenden Umweltkompartimente außerdem betrachtet werden, ob die Verwendung zu einer Schadstoffanreicherung im Wertstoffkreislauf führt (§ 7 Abs.3 KrWG). Hierbei stellt das Bauschuttrecycling nach Beendigung der Nutzung des Bauwerks einen möglichen Wertstoffkreislauf dar. Tabelle 1 zeigt typische Feststoffgehalte in Beton und Betonzuschlagstoffen.

	Pb	Cd	Cr (ges)	Ni	Hg	Th	Zn
	mg/kg						
Steinkohlenflugasche Maximalwerte	820	7	360	300	0,7	4	1.450
Steinkohlenflugasche Minimalwerte	23	0,2	30	45	< 0,5	0,7	50
Zement	260	6	130	100	0,2	4	680
Kalkstein	17	0,4	18	26	0,1	0,2	40
Hüttensand	10	0,5	75	10	0,2	0,5	20
Beton	100	3	100	50	0,2	2	200
Z2-Wert ¹	700	10	600	500	10	7	1.500
Z1-Wert ¹	210	3	180	150	1,5	2,1	450

Tabelle 1:

Feststoffgehalte in Steinkohlenflugasche, Betonzuschlagstoffen und Beton im Vergleich mit den Zuordnungswerten der LAGA M20

Quellen:

Länderarbeitsgemeinschaft Abfall: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen – Technische Regeln, Teil I: Allgemeiner Teil. Stand 06.11.2003. Mitteilung der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA), 2003, Nr. 20

Nonte, W.: Einsatz mineralischer Abfälle in Bauprodukten – Abfallwirtschaftliche Aspekte. www.luwg.rlp.de – gerundet –

Lutze, D.; vom Berg, W.: Handbuch Flugasche im Beton. Verlag Bau U. Technik – gerundet –

¹ Z2-Feststoffgehalte LAGA TR Boden 2004; Umweltbundesamt: Bericht zu den Auswirkungen von REACH auf Recycling/Verwertung. 2. ergänzte Fassung vom 21. Februar 2008

Steinkohlenflugasche kann im Vergleich zu den Betonzuschlagsstoffen, die durch ihren Einsatz ersetzt werden (z.B. Zement, Kalkstein, Hüttsand) bis zu achtfach erhöhte Schwermetallgehalte in der Festsubstanz aufweisen (Tabelle 1). Auch die Schwermetallgehalte, die üblicherweise im Beton selbst zu finden sind, werden durch Steinkohlenflugaschen häufig um das mehrfache überschritten. Als Folge dessen ergeben sich erhöhte Schwermetallgehalte im Beton, dem größere Mengen an Steinkohlenflugasche beigegeben werden.

Typische Feststoffgehalte, wie sie üblicherweise in Beton zu finden sind (Tabelle 1), ermöglichen langfristig einen Einsatz als späteres Recyclingmaterial unter Z1-Einbaubedingungen (Offener Einbau in Bauwerke). Steinkohlenflugaschen, die die Feststoffgehalte für Zement überschreiten (Tabelle 1) entsprechen schadstoffseitig nicht mehr den Merkmalen der zu substituierenden Rohstoffe, so dass eine Anreicherung von Schadstoffen im Wertstoffkreislauf zu besorgen ist. Für sie muss anhand eines solchen Bewertungsrahmens die Schadlosigkeit verneint werden.

Das Umweltbundesamt [29] stimmt einer Einstufung von Steinkohlenflugasche als Nebenprodukt aus fachlicher Sicht zu, ohne die Eigenschaften der Steinkohlenflugasche näher zu beschreiben. Einschränkungen werden jedoch bei Abfall mitverbrennenden Kohlekraftwerken gesehen. Inwieweit eine Einstufung der hier entstehenden Steinkohlenflugasche als Nebenprodukt in Frage kommt, sei behördlicherseits im Einzelfall zu bestimmen [29]. Die Art des Abfalls, seine Aufbereitung und der auf ihn entfallende Anteil an der gesamten Feuerungswärmeleistung des Kraftwerks spielen nach Auffassung des Umweltbundesamtes dabei eine wichtige Rolle, werden aber nicht näher spezifiziert. Zur Frage, ob die in der DIN EN 405-1 vorgegebene Beschränkung der Mitverbrennung von Abfällen im Kohlekraftwerk eine Schadstoffanreicherung in der Steinkohlenflugasche hinreichend verhindert, liegen uns keine Informationen vor.

Aus unserer Sicht wäre es sinnvoller, anstelle oder in Ergänzung der Beschränkung der Mitverbrennung die o. g. Feststoffgehalte, die eine Recycelbarkeit des Produktes gewährleisten, als Obergrenzen eines Nebenproduktes Steinkohlenflugasche festzulegen. Als Folge dessen wären höher mit Schwermetall belastete Steinkohlenflugaschen zwar nicht mehr im Beton einsetzbar, längerfristig wäre aber eine Kreislaufwirtschaft für diese Baustoffe möglich.

Eine Verwendung von Steinkohlenflugaschen außerhalb der Betonindustrie wie z.B. als Einbau in Tragschichten des Straßenbaus ist nicht an die Einhaltung der DIN EN 450-1 gebunden. Wenn Steinkohlenflugasche, ob zertifiziert oder nicht, in diesem Anwendungsbereich verwendet wird, geschieht das nicht aufgrund der speziellen Eigenschaften als Betonzuschlagstoff gemäß den Anforderungen der DIN EN 206-1 [30]. Steinkohlenflugasche mit dieser Verwendung ist als Abfall einzustufen, die Verwendung selbst stellt eine abfallrechtliche Entsorgung (Verwertung) dar und unterliegt der abfallrechtlichen Überwachung nebst Dokumentationspflichten.

Für Stoffe und Zubereitungen, die nicht Abfälle sind, ist die REACH-Verordnung einschlägig. Als Voraussetzung für oder auch Folge von einer weiteren Verwendung als Nebenprodukt ist die Konformität hinsichtlich der EU-Verordnung REACH (Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe) zu prüfen.

Für zertifizierte Steinkohlenflugasche, die abfallrechtlich als Nebenprodukt eingestuft ist, ist eine ordnungsgemäße Registrierung nach den REACH-Anforderungen nachzuweisen. Für Nebenprodukte aus der Kraftwerkswirtschaft, die vermarktet/importiert werden, ist gemäß REACH jeder einzelne Hersteller/Importeur zur Registrierung seiner Stoffe bei der Europäischen Chemikalienagentur in Helsinki (ECHA) verpflichtet. Aschen, die dem Substance Identity Profile (SIP) entsprechen, wurden seitens der Hersteller/Importeure von Kraftwerksnebenprodukten bei der ECHA zum 1.12.2010 registriert, so dass eine künftige Erfassung von als Nebenprodukt eingestuftem Steinkohlenflugaschen über REACH möglich ist.

4. Ausblick

Während zertifizierte Steinkohlenflugasche als Betonzusatzstoff nach Bauproduktenrecht in großem Maße zum Einsatz kommt, ist die Einstufung dieser Steinkohlenflugasche als Nebenprodukt nach Abfallrecht nicht bundeseinheitlich geregelt. Bisherige abfallrechtliche Bewertungsmaßstäbe wie das LAGA-Eckpunktepapier oder der Entwurf der Mantelverordnung richten sich mit ihrer Bewertung der Eluierbarkeit vorwiegend auf die direkte Umweltwirkung der in Bauwerken eingebauten Asche auf die benachbarten Schutzgüter Boden und Grundwasser.

Für die Einstufung von nach DIN EN 405-1 hergestellter Steinkohlenflugasche als Nebenprodukt nach § 4 KrWG sollte aus unserer Sicht beachtet werden, dass die Schadstoffgehalte in der Steinkohlenflugasche die Schadstoffgehalte im Zement, der durch die Steinkohlenflugasche substituiert wird, nicht überschreiten. So kann sichergestellt werden, dass die Verwendung der Steinkohlenflugasche als Betonzuschlagstoff der Anforderung aus § 7 Abs 3 KrWG genügt, damit es zu keiner Schadstoffanreicherung im Wertstoffkreislauf kommt.

Für als Nebenprodukt eingestufte Steinkohlenflugasche nach DIN EN 405-1 sollte über die Umsetzung des Bauproduktenrechtes weiterhin sichergestellt werden, dass die unter 3. genannten Überwachungs- und Dokumentationsstandards eingehalten werden. Das betrifft auch importierte Steinkohlenflugasche. Für die hierzu notwendige Harmonisierung sind die abfall- und bauproduktrechtlichen Anforderungen durch die bestehenden Bund-/Ländergremien der jeweiligen Rechtsbereiche abzustimmen.

Der Artikel gibt die persönliche Meinung der Autoren wieder

5. Literatur

- [1] Bundesverband Kraftwerksnebenprodukte e.V.(2006): Baustoffinformationen. www.bvk-online.com
- [2] Backes, H. P.; Brandenburger, D.; Meißner, M.: Modernes Baustoffmanagement am Beispiel von Steinkohlenflugasche. VGB PowerTech 12/2005
- [3] Dehoust, G.; Küppers, P.; Gebhardt, P.; Rheinberger, U.; Hermann, A.: Aufkommen, Qualität und Verbleib mineralischer Abfälle. Forschungsprojekt im Auftrag des Umweltbundesamtes FuE-Vorhaben Förderkennzeichen 204 33 325, November 2008

- [4] vom Berg, W.: Flugasche als Betonzusatzstoff. VDB Information 87/01. Hrsg.: Verband Deutscher Betoningenieure e.V. Verlag Bau und Technik GmbH, Düsseldorf.
- [5] Bundesverband Kraftwerksnebenprodukte e.V.: BVK Baustoffinformationen. www.bvk-online.com, 2011
- [6] DIN 18 990: Flugasche für Beton – Übereinstimmungsnachweis. Berlin: Beuth-Verlag GmbH
- [7] DIN-EN 450-1: Flugasche in Beton – Teil 1: Definition, Anforderungen, Konformitätskriterien. Deutsche Fassung EN 450-1;2005+A1_2007. Berlin: Beuth-Verlag GmbH
- [8] Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz – KrWG) vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212)
- [9] Richtlinie 2008/98/EG des Europäischen Parlaments und des Rates v. 19.11.2008 über Abfälle und zur Aufhebung bestimmter Richtlinien (ABl. EU Nr. L 312 v. 22.11.2008, S. 3, Nr. L 127 v. 26.05.2009, S. 24)
- [10] Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union (AEUV) i.d.F. der Bekanntmachung vom 9. Mai 2008 (ABl. Nr. C 115, S. 47)
- [11] Richtlinie 89/106/EWG des Rates vom 21. Dezember 1988 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten über Bauprodukte (ABl. Nr. L 40 v. 11.02.1989, S. 12)
- [12] Verordnung (EU) Nr. 305/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. März 2011 zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten und zur Aufhebung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates, ABl. Nr. L 88/5 vom 4.4.2011
- [13] Gesetz über das Inverkehrbringen von und den freien Warenverkehr mit Bauprodukten zur Umsetzung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates vom 21. Dezember 1988 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten über Bauprodukte und anderer Rechtsakte der Europäischen Gemeinschaften (Bauproduktengesetz – BauPG) vom 28.04.1998 (BGBl. I S. 812)
- [14] Gesetz zur Durchführung der Verordnung (EU) Nr.305/2011 zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten und zur Umsetzung und Durchführung anderer Rechtsakte der Europäischen Union in Bezug auf Bauprodukte (BauPG) vom 5. Dezember 2012 (BGBl. I S. 2449, 2450)
- [15] Wirth, H.-R.: Die Auswirkungen der neuen EU-BauPV in der Praxis, NZBau 4/2013, 193-198
- [16] Wirth, H.-R. : Das Ü-Zeichen ist tot. Es lebe das Ü-Zeichen?, BauR 3/2013, 405-414
- [17] VG Gelsenkirchen, Urteil vom 10.12.2012, 9 K 906/10, zit. n. juris
- [18] Deutsches Institut für Bautechnik: Neues DIBt-Merkblatt für die Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser. Internes Merkblatt
- [19] Giesberts, L.; Reinhardt, M. (Hrsg.): Beck'scher Online-Kommentar Umweltrecht, Stand: 01.07.2013
- [20] Versteyl, L.-A.; Mann, T.; Schomerus, T.: Kreislaufwirtschaftsgesetz, 3. Aufl. München 2012
- [21] Schink, A.: Der Abfallbegriff im Kreislaufwirtschaftsgesetz, UPR 2012, 201-209
- [22] Petersen, F.; Doumet, J.; Stöhr, G.: Das neue Kreislaufwirtschaftsgesetz, NVwZ 2012, 521-530
- [23] Länderarbeitsgemeinschaft Abfall: Eckpunkte (EP) der LAGA für eine *Verordnung über die Verwertung von mineralischen Abfällen in technischen Bauwerken*, 2004
- [24] Länderarbeitsgemeinschaft Abfall: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen – Technische Regeln, Teil I: Allgemeiner Teil. Stand 06.11.2003. Mitteilung der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA), 2003, Nr. 20
- [25] Verordnung zur Festlegung von Anforderungen für das Einbringen oder das Einleiten von Stoffen in das Grundwasser, an den Einbau von Ersatzstoffen und für die Verwendung von Boden

und bodenähnlichem Material – Arbeitsentwurf der Mantelverordnung Grundwasser Ersatzbaustoffe/Bodenschutz der Bundes vom 31. Oktober 2012

- [26] Nonte, W.: Einsatz mineralischer Abfälle in Bauprodukten – Abfallwirtschaftliche Aspekte. www.luwg.rlp.de
- [27] Lutze, D.; vom Berg, W.: Handbuch Flugasche im Beton. Verlag Bau U. Technik.
- [28] Länderarbeitsgemeinschaft Abfall: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen – Technische Regeln, Teil II: 1.2 Bodenmaterial (TR Boden), Stand 05.11.2004. Mitteilung der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) Nr. 20, 2004
- [29] Umweltbundesamt: Bericht zu den Auswirkungen von REACH auf Recycling/Verwertung. 2. ergänzte Fassung vom 21. Februar 2008
- [30] DIN EN 206-1: 2005-09. Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität. Beuth-Verlag GmbH, Berlin

Waste Management



Waste Management, Volume 1

Publisher: Karl J. Thomé-Kozmiensky,
Luciano Pelloni
ISBN: 978-3-935317-48-1
Company: TK Verlag
Karl Thomé-Kozmiensky
Released: 2010
Hardcover: 623 pages
Language: English, Polish and
German
Price: 35.00 EUR

Waste Management, Volume 2

Publisher: Karl J. Thomé-Kozmiensky,
Luciano Pelloni
ISBN: 978-3-935317-69-6
Company: TK Verlag
Karl Thomé-Kozmiensky
Release: 2011
Hardcover: 866 pages, numerous
coloured images
Language: English
Price: 50.00 EUR

Waste Management, Volume 3

Publisher: Karl J. Thomé-Kozmiensky,
Stephanie Thiel
ISBN: 978-3-935317-83-2
Company: TK Verlag
Karl Thomé-Kozmiensky
Release: 10. September 2012
Hardcover: ca. 780 pages, numerous
coloured images
Language: English
Price: 50.00 EUR

CD Waste Management, Volume 2

Language: English, Polish and German
ISBN: 978-3-935317-70-2
Price: 50.00 EUR

CD Waste Management, Volume 3

Language: English
ISBN: 978-3-935317-84-9
Price: 50.00 EUR

110.00 EUR
save 125.00 EUR

Package Price

Waste Management, Volume 1 • Waste Management, Volume 2 • CD Waste Management, Volume 2
Waste Management, Volume 3 • CD Waste Management, Volume 3



Order now on www.vivis.de
OR

Dorfstraße 51
D-16816 Nietwerder-Neuruppin
Phone: +49.3391-45.45-0 • Fax +49.3391-45.45-10
E-Mail: tkverlag@vivis.de

vivis
TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Aschen • Schlacken • Stäube

– aus Abfallverbrennung und Metallurgie –

Karl J. Thomé-Kozmiensky.

– Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2013

ISBN 978-3-935317-99-3

ISBN 978-3-935317-99-3 TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky

Copyright: Professor Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Karl J. Thomé-Kozmiensky
Alle Rechte vorbehalten

Verlag: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky • Neuruppin 2013

Redaktion und Lektorat: Professor Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Karl J. Thomé-Kozmiensky,
Dr.-Ing. Stephanie Thiel, M.Sc. Elisabeth Thomé-Kozmiensky

Erfassung und Layout: Ginette Teske, Ina Böhme, Petra Dittmann, Cordula Müller,
Fabian Thiel, Martin Schubert

Druck: Mediengruppe Universal Grafische Betriebe München GmbH, München

Foto auf dem Buchdeckel: Dipl.-Ing. Daniel Böni, KEZO Kehrrechtverwertung Zürcher
Oberland

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien, z.B. DIN, VDI, VDE, VGB Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.