

# Qualitätssicherung und ökologische Bewertung von Recyclingbaustoffen

Brigitte Strathmann

1.	Bauaufsichtliche Anforderungen an die Umweltverträglichkeit von Betonausgangsstoffen.....	467
2.	Bewertungskonzept.....	469
2.1.	Allgemeines Bewertungskonzept.....	470
2.2.	Bewertung von Betonausgangsstoffen.....	471
3.	Anforderungen an die Qualitätssicherung.....	475
4.	Zusammenfassung und Ausblick.....	476
5.	Quellen.....	477

Bauprodukte dürfen nur verwendet werden, wenn sie bei ihrer Verwendung in baulichen Anlagen die Anforderungen der Bauordnungen der Länder erfüllen. In den Bauordnungen der Länder, sind die Schutzziele definiert, nach denen bauliche Anlagen zu errichten sind. Zu diesen Schutzziele gehören außer der Standsicherheit, dem Brandschutz und anderen auch Leben, Gesundheit und die natürlichen Lebensgrundlagen. Auf europäischer Ebene wird in der Grundanforderung 3 *Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz* der EU-Bauproduktenverordnung [17] ausgeführt:

### **3. Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz**

Das Bauwerk muss derart entworfen und ausgeführt sein, dass es während seines gesamten Lebenszyklus weder die Hygiene noch die Gesundheit und Sicherheit von Arbeitnehmern, Bewohnern oder Anwohnern gefährdet und sich über seine gesamte Lebensdauer hinweg weder bei Errichtung noch bei Nutzung oder Abriss insbesondere durch folgende Einflüsse übermäßig stark auf die Umweltqualität oder das Klima auswirkt:

[...]

d) Freisetzung gefährlicher Stoffe in Grundwasser, Meeresgewässer, Oberflächengewässer oder Boden;

e) Freisetzung gefährlicher Stoffe in das Trinkwasser oder von Stoffen, die sich auf andere Weise negativ auf das Trinkwasser auswirken

Die Grundanforderung 3 für Bauprodukte in den europäischen technischen Spezifikationen ist bisher inhaltlich kaum ausgeführt worden. Für die mangelhafte

Berücksichtigung von umwelt- und gesundheitsschutzbezogenen Leistungsmerkmalen in den Normen war insbesondere das Fehlen eines deutlichen Arbeitsauftrages an CEN<sup>1</sup> und EOTA<sup>2</sup> in den Bauproduktmandaten der Europäischen Kommission verantwortlich. Die Mandate werden zurzeit von der Europäischen Kommission um Anforderungen bezüglich des Umwelt- und Gesundheitsschutzes ergänzt. Die Anforderungen an die technischen Spezifikationen für Bauprodukte können derzeit noch nicht umgesetzt werden, weil harmonisierte Prüfverfahren für die Freisetzung von gefährlichen Stoffen in Boden und Wasser sowie in den Innenraum noch nicht standardisiert sind. Diese wurden in den letzten Jahren vom CEN/TC 351<sup>3</sup> entwickelt und befinden sich im Validierungsprozess [11].

Bei den europäischen technischen Spezifikationen für Bauprodukte der ersten Generation wurden hilfswise ganz allgemeine Formulierungen zum Umwelt- und Gesundheitsschutz gewählt und teilweise bis heute beibehalten. So ist im Anhang ZA der harmonisierten europäischen Normen für Bauprodukte in der Regel folgende Anmerkung enthalten:

#### **Anmerkung 1**

Zusätzlich zu den konkreten Abschnitten dieser Norm, die sich auf gefährliche Stoffe beziehen, kann es weitere Anforderungen an die Produkte, die in den Anwendungsbereich dieser Norm fallen, geben, z.B. umgesetzte europäische Rechtsvorschriften und nationale Rechts- und Verwaltungsvorschriften. Um die Bestimmungen der EG-Bauproduktenrichtlinie zu erfüllen, müssen die besagten Anforderungen, sofern sie Anwendung finden, ebenfalls eingehalten werden.

#### **Anmerkung 2**

Eine Informations-Datenbank über europäische und nationale Bestimmungen über gefährliche Stoffe ist auf der Website der Kommission EUROPA (Zugang über <http://ec.europa.eu/enterprise/construction/cpd-ds/>) verfügbar.

Diese Formulierungen weisen auf den nationalen Weg zur Ausgestaltung der Anforderungen hin. Die technischen Spezifikationen selbst berücksichtigen den Umwelt- und Gesundheitsschutz folglich nicht hinreichend.

Für harmonisierte europäische Produktnormen, in denen das nationale deutsche Schutzniveau für den Umwelt- und Gesundheitsschutz nicht ausreichend berücksichtigt wurde, ist für die Verwendung in Deutschland eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung als Nachweis der Einhaltung der Anforderungen des Gesundheits- und Umweltschutzes erforderlich.

---

<sup>1</sup> Europäisches Komitee für Normung (Comité Européen de Normalisation)

<sup>2</sup> Europäische Organisation für Technische Zulassungen (European Organisation for Technical Approvals)

<sup>3</sup> Technisches Komitee bei CEN zur Entwicklung von Prüfverfahren für die Freisetzung von gefährlichen Stoffen in Innenräume bzw. Boden und Grundwasser im Rahmen von ER 3 der Bauproduktenrichtlinie

Die Erteilung der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen für den Umweltschutz erfolgt auf Basis von Zulassungsgrundsätzen. Für erdberührte Bauteile hat das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) die *Grundsätze zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser* [10] unter Beteiligung der betroffenen Industrieverbände sowie der Bund-/Länderarbeitsgemeinschaften Wasser, Boden und Abfall erarbeitet.

Im Folgenden werden die umweltschutzbezogenen Anforderungen an Recyclingbaustoffe für die Verwendung in Beton dargestellt. Dabei wird der Begriff Recyclingbaustoffe für Baustoffe verwendet, die aus Abfällen/Sekundärrohstoffen hergestellt wurden. Außerdem werden hier nur die Ausgangsstoffe für Beton nach DIN EN 206-1<sup>4</sup> in Verbindung mit DIN 1045-2<sup>5</sup> behandelt, die den Landesbauordnungen unterliegen. Von den Landesbauordnungen ausgenommen ist der Verkehrswegebau. Daher gelten diese Darlegungen nicht für diesen Bereich. Bei der Verwendung von Recyclingbaustoffen im Verkehrswegebau gelten die Anforderungen des jeweiligen Rechtsbereichs.

Es werden die bei der Bewertung der umweltschutzbezogenen Anforderungen verwendeten *Grundsätze zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser* [10] sowie die Festlegungen zur Qualitätssicherung der Recyclingbaustoffe im Rahmen der Erteilung der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen erläutert.

## 1. Bauaufsichtliche Anforderungen an die Umweltverträglichkeit von Betonausgangsstoffen

Ob durch die Verwendung von Sekundärstoffen in Bauprodukten das Risiko einer Schadstoffanreicherung im Wertstoffkreislauf oder einer Schadstofffreisetzung in Boden und Grundwasser besteht, ist im Zulassungsverfahren zu überprüfen. Eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung kann nur erteilt werden, wenn keine Schadstoffanreicherung im Wertstoffkreislauf entsprechend § 7 Abs. 3 des Kreislaufwirtschaftsgesetzes [8] erfolgt und es nicht zu schädlichen Verunreinigungen des Grundwassers kommt.

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen werden für nicht geregelte Bauprodukte erteilt. Nicht geregelt sind Bauprodukte, die wesentlich von den in Bauregelliste A Teil 1 [5] bekannt gemachten technischen Regeln abweichen oder für die es keine solchen Regeln gibt. Europäische harmonisierte Produktnormen werden vom DIBt

---

<sup>4</sup> DIN EN 206-1:2001-07 Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität  
 DIN EN 206-1/A1:2004-10 Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Deutsche Fassung EN 206-1:2000/A1:2004  
 DIN EN 206-1/A2:2005-09 Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Deutsche Fassung EN 206-1:2000/A2:2005

<sup>5</sup> DIN 1045-2:2008-08 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton; Teil 2: Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität – Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1

Tabelle 1: Regelungen zum Umweltschutz für Normen für Betonausgangsstoffe

Bauprodukt	Derzeitige Regelung zum Umweltschutz
Sulfathüttenzement DIN EN 15743 <sup>6</sup>	Bauregelliste B Teil 1 Ifd. Nr. 1.1.1.5 zusätzlich gilt: <b>Anlage 07:</b> Das Bauprodukt/der Bausatz darf nur dann als Außenbauteil, d.h. im unmittelbaren oder mittelbaren Kontakt mit Wasser und Boden, verwendet werden, wenn der Nachweis der Umweltverträglichkeit durch eine allgemein bauaufsichtliche Zulassung geführt wird.
Flugasche für Beton DIN EN 450-1 <sup>7</sup> und DIN EN 450-2 <sup>8</sup>	BRL B Teil 1 Ifd. Nr. 1.1.2.3 zusätzlich gilt: <b>Anlage 1/1.5</b> Die Umweltverträglichkeit der Flugaschen ist mit einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung nachzuweisen.
Pigmente für Beton DIN EN 12878 <sup>9</sup>	Bauregelliste B Teil 1 Ifd. Nr. 1.1.2.5 zusätzlich gilt: <b>Anlage 1/1.10:</b> Für die Verwendung in standsicherheitsrelevanten Bauteilen aus Stahlbeton oder Spannbeton ist für Pigmente in Lieferform (Pigmentmischungen und wässrige Pigmentpräparationen) gemäß Bauregelliste A Teil 1, Ifd. Nr. 1.3.3.3, nachzuweisen, dass das Pigment keine korrosionsfördernde Wirkung auf den im Beton eingebetteten Stahl hat. Für organische Pigmente ist die Umweltverträglichkeit mit einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung nachzuweisen.
Gesteinskörnungen für Beton DIN EN 12620 <sup>10</sup>	Bauregelliste B Teil 1 Ifd. Nr. 1.1.3.1 zusätzlich gilt: <b>Anlage 1/1.3:</b> 1. Gesteinskörnungen dürfen für tragende Bauteile nur verwendet werden, wenn deren Konformität gemäß dem System „2+“ bescheinigt wird. 2. Für rezyklierte und industriell hergestellte Gesteinskörnungen außer kristalliner Hochofen stückschlacke, Hüttensand und Schmelzkammergranulat ist die Umweltverträglichkeit mit einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung nachzuweisen. 3. Für Gesteinskörnung bei Lieferung von einem Zwischenhändler zum Verwender gilt Bauregelliste A Teil 1, Ifd. Nr. 1.2.9. 4. Bei natürlichen und rezyklierten Gesteinskörnungen für die Verwendung in tragenden Bauteilen gilt im Hinblick auf die Alkali-Kieselsäure-Reaktion Bauregelliste A Teil 1, Ifd. Nr. 1.2.7.1 bzw. 1.2.7.2.
Leichte Gesteinskörnung für Beton DIN EN 13055-1 <sup>11</sup> und DIN EN 13055 1/ Berichtigung 1 <sup>12</sup>	BRL B Teil 1 Ifd. Nr. 1.1.3.2 zusätzlich gilt: <b>Anlage 1/1.4</b> 1. Gesteinskörnungen dürfen für tragende Bauteile nur verwendet werden, wenn deren Konformität gemäß dem System „2+“ bescheinigt wird. 2. Für rezyklierte und industriell hergestellte Gesteinskörnungen außer Blähglimmer (Vermikulit), Bläherplit, Blähschiefer, Blähton und Ziegelsplitt aus ungebrauchten Ziegeln ist die Umweltverträglichkeit mit einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung nachzuweisen. Der Nachweis ist bei gesinterter Steinkohlenflugasche und Kesselsand aus Wärmekraftwerken gemäß DIN 1045 2, Abschnitt 5.2.3.6, nur dann zu führen, wenn außer Kohle Sekundärbrennstoffe mitverbrannt werden. 3. Für leichte Gesteinskörnung bei Lieferung von einem Zwischenhändler zum Verwender gilt Bauregelliste A Teil 1, Ifd. Nr. 1.2.10. 4. Bei natürlichen leichte Gesteinskörnungen außer Tuff, Naturbims und Lava ist die Alkaliempfindlichkeit für die Verwendung in tragenden Bauteilen mit einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung nachzuweisen.

<sup>6</sup> DIN EN 15743:2010-04 Sulfathüttenzement – Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien; Deutsche Fassung EN 15743:2010

<sup>7</sup> DIN EN 450-1:2012-10 Flugasche für Beton – Teil 1: Definition, Anforderungen und Konformitätskriterien; Deutsche Fassung EN 450-1:2012

<sup>8</sup> DIN EN 450-2:2005-05 Flugasche für Beton – Teil 2: Konformitätsbewertung; Deutsche Fassung EN 450 2:2005

<sup>9</sup> DIN EN 12878 Pigmente zum Einfärben von zement- und/oder kalkgebundenen Baustoffen – Anforderungen und Prüfverfahren; Deutsche Fassung EN 12878:2005 + AC:2006

<sup>10</sup> DIN EN 12620:2008-07 Gesteinskörnungen für Beton; Deutsche Fassung EN 12620:2002+A1:2008

<sup>11</sup> DIN EN 13055-1:2002-08 Leichte Gesteinskörnungen – Teil 1: Leichte Gesteinskörnungen für Beton, Mörtel und Einpressmörtel; Deutsche Fassung EN 13055-1:2002

<sup>12</sup> DIN EN 13055-1 Berichtigung 1:2004-12 Berichtigung zu DIN EN 13055-1:2002-08

in der Bauregelliste B Teil 1 [5] veröffentlicht. Reicht die europäische harmonisierte Produktnorm nicht aus, um die Anforderungen an den Boden- und Grundwasserschutz abzudecken, wird in der Bauregelliste B Teil 1 darauf hingewiesen, dass eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für den Umweltschutz erforderlich ist.

In Tabelle 1 sind die Betonausgangsstoffe nach harmonisierten europäischen Normen dargestellt, die eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für den Umweltschutz benötigen.

Für rezyklierte Gesteinskörnungen existierte früher die DIN 4226-100<sup>13</sup>: Diese Norm war in der Bauregelliste A Teil 1 bekannt gemacht worden. Die Norm DIN 4226-100<sup>13</sup> enthielt die Anforderungswerte des Kapitels *Bauschutt* der LAGA Mitteilungen M 20 [12] und umfasste daher außer dem Nachweis der betontechnologischen Eignung auch die Anforderungen an die Auswirkungen auf Boden und Grundwasser. Nach der Veröffentlichung von europäischen harmonisierten Normen sind generell entsprechende nationale Normen zurückzuziehen. Daher wurde nach der Veröffentlichung von DIN EN 12620<sup>10</sup> die DIN 4226-100<sup>13</sup> aus der Bauregelliste A Teil 1 gestrichen. DIN EN 12620<sup>10</sup> umfasst außer natürlichen Gesteinskörnungen auch rezyklierte und industriell hergestellte Gesteinskörnungen. Anforderungen an die Auswirkungen auf Boden und Grundwasser werden in der Norm nicht gestellt und waren daher national über die Anlage 1/1.3 der Bauregelliste B Teil 1 [1] hinzuzufügen.

Die Bauproduktenverordnung [17] schafft den Rahmen für das Inverkehrbringen von Bauprodukten in Europa. Für die Verwendung gelten weiterhin die Anforderungen des jeweiligen Mitgliedstaates, in Deutschland die Landesbauordnungen. Für die in Tabelle 1 dargestellten Bauprodukte hat daher der Hersteller für das Inverkehrbringen in Europa eine Leistungserklärung auf Basis der betreffenden Norm zu erstellen und die CE-Kennzeichnung anzubringen. Für die Verwendung in Deutschland ist für die Umweltverträglichkeit der in Tabelle 1 genannten Bauprodukte eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung beim DIBt zu beantragen. Im Rahmen des Zulassungsverfahrens sind die Anforderungen der *Grundsätze zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser* [10] nachzuweisen, die im Folgenden erläutert werden.

## 2. Bewertungskonzept

Das DIBt hat die *Grundsätze zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser* [10] in Zusammenarbeit mit den Bund-/Länderarbeitsgemeinschaften Wasser, Abfall und Boden, des Umweltbundesamts, des Bundesbau- und Bundesumweltministeriums sowie Vertretern von Hochschulen, Prüfstellen und Industrieverbänden erarbeitet.

Die Grundsätze beinhalten in Teil I das allgemeine Bewertungskonzept. In einem Teil II wird das Bewertungskonzept für ausgewählte Bauprodukte konkretisiert. Derzeit liegen Kapitel für Betonausgangsstoffe, Kanalsanierungsmittel und Schleierinjektionen vor.

<sup>13</sup> DIN 4226-100:2002-02 Gesteinskörnungen für Beton und Mörtel – Teil 100: Rezyklierte Gesteinskörnungen

Weitere Bauprodukte werden nach Prüfprogrammen beurteilt, die auf Basis des allgemeinen Bewertungskonzeptes erarbeitet wurden. Im Teil III werden die Analyseverfahren aufgelistet, die bei der Prüfung anzuwenden sind.

## 2.1. Allgemeines Bewertungskonzept

Für die Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser sind die Lage des Einbauorts zum Grundwasser sowie die Materialeigenschaften maßgebend. Daraus ergibt sich eine Unterscheidung in wasserdurchlässige und wasserundurchlässige Bauweisen (Bild 1).

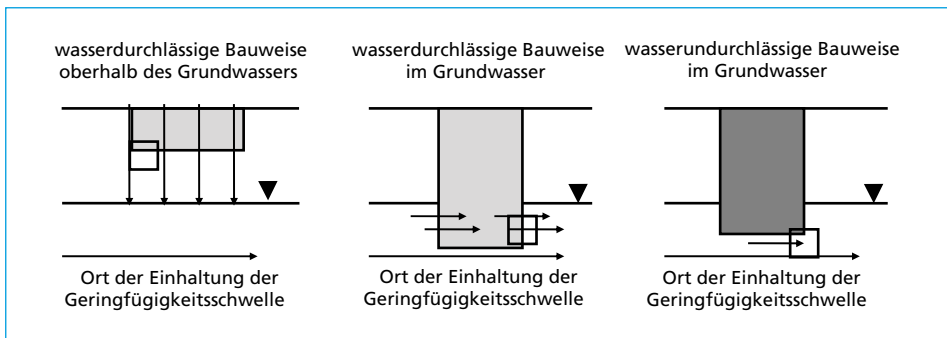


Bild 1: Bauweisen und Ort der Beurteilung (Ort der Einhaltung der Geringfügigkeitsschwelle)

Wird das Bauprodukt im Grundwasser eingebaut, wird es vom Grundwasser umströmt oder durchströmt. Der vom Wasserrecht festgelegte Ort der Beurteilung ist der Kontaktbereich zwischen dem Bauprodukt und dem Grundwasser. Für die wasserrechtliche Vorsorge für das Grundwasser ist der Ort der Beurteilung bei Bauprodukten, die über dem Grundwasser eingebaut werden (d.h. mindestens 1 m über dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand), die Unterkante des Bauprodukts. Die wasserrechtlichen Vorgaben für die Festlegung des Ortes der Beurteilung sind in den *Grundsätzen des vorsorgenden Grundwasserschutzes bei Abfallverwertung und Produkteinsatz (GAP-Papier)* der Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) [15] niedergelegt.

Am Ort der Beurteilung müssen die Anforderungen des Wasserhaushaltsgesetzes [9] eingehalten werden. Von der LAWA wurde mit Geringfügigkeitsschwellen [14] definiert, wann eine Änderung der Beschaffenheit des Grundwassers als geringfügig eingestuft wird. Werden die Geringfügigkeitsschwellen am Ort der Beurteilung überschritten, wird von einer Grundwasserverunreinigung ausgegangen.

Das allgemeine Bewertungskonzept sieht ein zweistufiges Verfahren vor. In Stufe 1 werden zunächst alle Inhaltsstoffe ermittelt und bewertet. Dies geschieht zumeist anhand der vom Hersteller gegenüber dem DIBt offenzulegenden Rezeptur. Bei der Bewertung der Inhaltsstoffe werden u.a. folgende Kriterien herangezogen:

- gesetzliche Verwendungsverbote oder Beschränkungen sind einzuhalten,
- mutagene und kanzerogene Stoffe dürfen nicht enthalten sein,
- Abfälle müssen die abfallrechtlichen Anforderungen erfüllen,
- Stoffe, die als *umweltgefährlich* nach der CLP-Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 [16] zu kennzeichnen sind, sind zu vermeiden.

In Stufe 2 werden die mobilisierbaren Inhaltsstoffe ermittelt und bewertet. Zur Prognose der zu erwartenden Konzentrationen am Ort der Beurteilung ist ein praxisnahes Eluat der Bauprodukte herzustellen. Das Eluat wird hinsichtlich allgemeiner Parameter (z.B. pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit), stofflicher Parameter (z.B. Schwermetalle) sowie ggf. biologischer Parameter untersucht und bewertet. Bei der Bewertung von Schwermetallen werden mit einer Übertragungsfunktion die im Eluat gemessenen Konzentrationen in die am Ort der Beurteilung auftretenden Werte umgerechnet und diese mit den Geringfügigkeitsschwellen der LAWA verglichen.

Bei Freisetzung von organischen Inhaltsstoffen, für die in der Regel keine Geringfügigkeitsschwellen existieren, sind die Auswirkungen auf Grundwasser und Boden mit biologischen Parametern (ökotoxikologische Tests) wie Daphnien-, Leuchtbakterien-Lumineszenz- oder Algentests zu bewerten.

Im Rahmen des Zulassungsverfahrens sind die auf der Grundlage dieses Bewertungskonzeptes erzielten Ergebnisse derart zu berücksichtigen, dass bei Nichterfüllen der Anforderungen die Zulassung nicht erteilt werden kann. Werden die Anforderungen erfüllt, ist davon auszugehen, dass das bewertete Bauprodukt im betrachteten Anwendungsfall keine schädlichen Bodenveränderungen oder eine Grundwasserverunreinigung zur Folge hat und auch die abfallwirtschaftlichen Anforderungen eingehalten sind und die Zulassung kann erteilt werden.

## 2.2. Bewertung von Betonausgangsstoffen

Im Kapitel 1 *Betonausgangsstoffe und Beton* von [10] wird das unter Abschnitt 2.1. dargestellte allgemeine Bewertungskonzept für Betonausgangsstoffe konkretisiert. Die Bewertung von Ausgangsstoffen für Zementsuspensionen im Erd- und Grundbau ist nicht Bestandteil des Kapitels, da Zementsuspensionen keine mit Konstruktionsbeton vergleichbaren w/z-Werte aufweisen.

Beton kann in der gesättigten sowie in der ungesättigten Bodenzone eingesetzt werden. Er wird als Frischbeton verarbeitet und liegt, sobald er erhärtet ist, als Festbeton vor. Gefügedichter Beton wird als wasserundurchlässig eingestuft. Da wasserundurchlässige Bauarten über dem Grundwasserspiegel in der Regel aus Sicht des Grundwasser- und Bodenschutzes unproblematischer als der Einbau im Grundwasser sind, wird der Anwendungsfall einer wasserundurchlässigen Bauart im Grundwasser untersucht und bewertet.

Da bei der Bewertung von Sekundärrohstoffen als Betonausgangsstoffe keine Rezeptur hinterlegt werden kann, werden die Inhaltsstoffe gemäß Stufe 1 durch Prüfung der Stoffgehalte im Feststoff und Eluat gemäß den LAGA Mitteilungen M 20 [12] ermittelt und bewertet. Als zulässige Obergrenze für den Einsatz in Bauprodukten gemäß der Landesbauordnungen gelten für die Stoffgehalte im Feststoff die Werte aus Tabelle 1 des Anhangs 3 der Eckpunkte (EP) der LAGA für eine *Verordnung über die Verwertung von mineralischen Abfällen in technischen Bauwerken* [7]. Für die Stoffgehalte im Eluat gelten die jeweiligen abfallspezifischen Z<sub>2</sub>-Werte, wenn es für den Sekundärrohstoff ein abfallspezifisches Kapitel gibt (z.B. Kapitel Bauschutt). Wenn dies nicht der Fall ist, gelten die Z<sub>2</sub>-Werte Boden der LAGA TR Boden 2004 [13]. Liegen für bestimmte Parameter keine Obergrenzen in den zitierten Regelwerken vor, wird eine zulässige Obergrenze nach Beratung im zuständigen Sachverständigenausschuss des DIBt festgelegt.

Bei Überschreitung der Zuordnungswerte Z<sub>2</sub> (Eluat oder Feststoff) kann keine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung erteilt werden. Werden die jeweiligen Zuordnungswerte Z<sub>2</sub> eingehalten, ist die Freisetzung der mobilisierbaren Schwermetalle zu untersuchen und zu bewerten.

Hierfür wird der Standtest gemäß Richtlinie des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton *Bestimmung der Freisetzung anorganischer Stoffe durch Auslaugung aus zementgebundenen Baustoffen, Teil 1: Grundlagenversuch zur Charakterisierung des Langzeitauslaugverhaltens* (DAfStb-Richtlinie) [5] durchgeführt. Beim Standtest nach DAfStb-Richtlinie wird ein Betonprobekörper mit vorgegebenen Probekörperabmessungen in deionisiertes Wasser gelegt. In bestimmten Abständen wird das Eluat gewechselt und untersucht; die gesamte Prüfdauer beträgt 56 Tage. Im Rahmen des in der Einleitung erwähnten CEN/TC 351 wird ein Entwurf einer harmonisierten Prüfnorm für einen Standtest (prCEN/TS 16637-3; noch unveröffentlicht) erarbeitet. Dieser Normentwurf ähnelt in wesentlichen Teilen dem der DAfStb-Richtlinie. Die Eluatwechsel und die Prüfdauer stimmen jedoch nicht exakt überein. Sobald die harmonisierte Prüfnorm vorliegt, wird sie auch im Rahmen der Zulassungsverfahren angewendet werden.

Da die Ergebnisse des Laborversuchs (Standtest nach DAfStb-Richtlinie) nicht der in der Realität auftretenden Konzentration entsprechen, sind die Ergebnisse der Laborversuche mit Übertragungsfunktionen auf die Realität umzurechnen. Beim Einbau von Beton im Grundwasser entstehen an der Oberfläche der Betonkonstruktion hohe Stoffkonzentrationen, die aber mit der Zeit und Entfernung stark abnehmen. Daher ist bei der Festlegung der Übertragungsfunktion eine kleinräumige und zeitliche Mittelung der Stoffeinträge zulässig (siehe auch [15]). Die Übertragungsfunktion für die Bewertung von Beton mit dem Standtest ist in Anhang II-B des Teiles II von [10] ausführlich beschrieben. Im Ergebnis existiert eine Formel, mit der die Geringfügigkeitsschwellen für anorganische Parameter in zulässige Freisetzungsraten für den Standtest umgerechnet werden. In Bild 2 ist die Übertragungsfunktion



schematisch dargestellt. Werden im Standtest von den Betonprobekörpern die zulässigen Freisetzungsraten für alle relevanten Parameter eingehalten, ist die Einhaltung der Grundsätze nach [10] nachgewiesen.

Bei dem dargestellten Verfahren werden die mobilisierbaren Inhaltsstoffe der Betonausgangsstoffe mit einem Elutionsversuch mit Betonprobekörper bewertet. Für die Herstellung des zu untersuchenden Betons ist die Zusammensetzung vorgegeben.

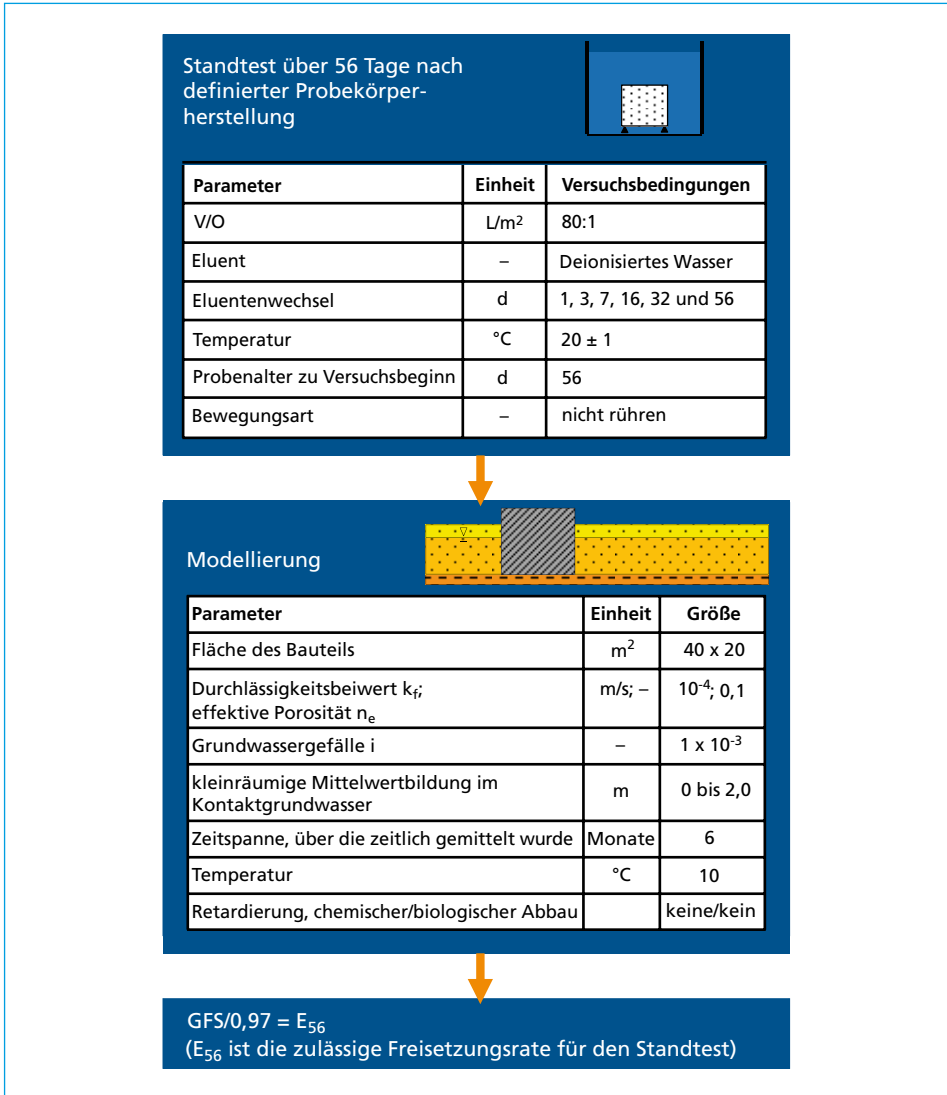


Bild 2: Übertragungsfunktion Beton

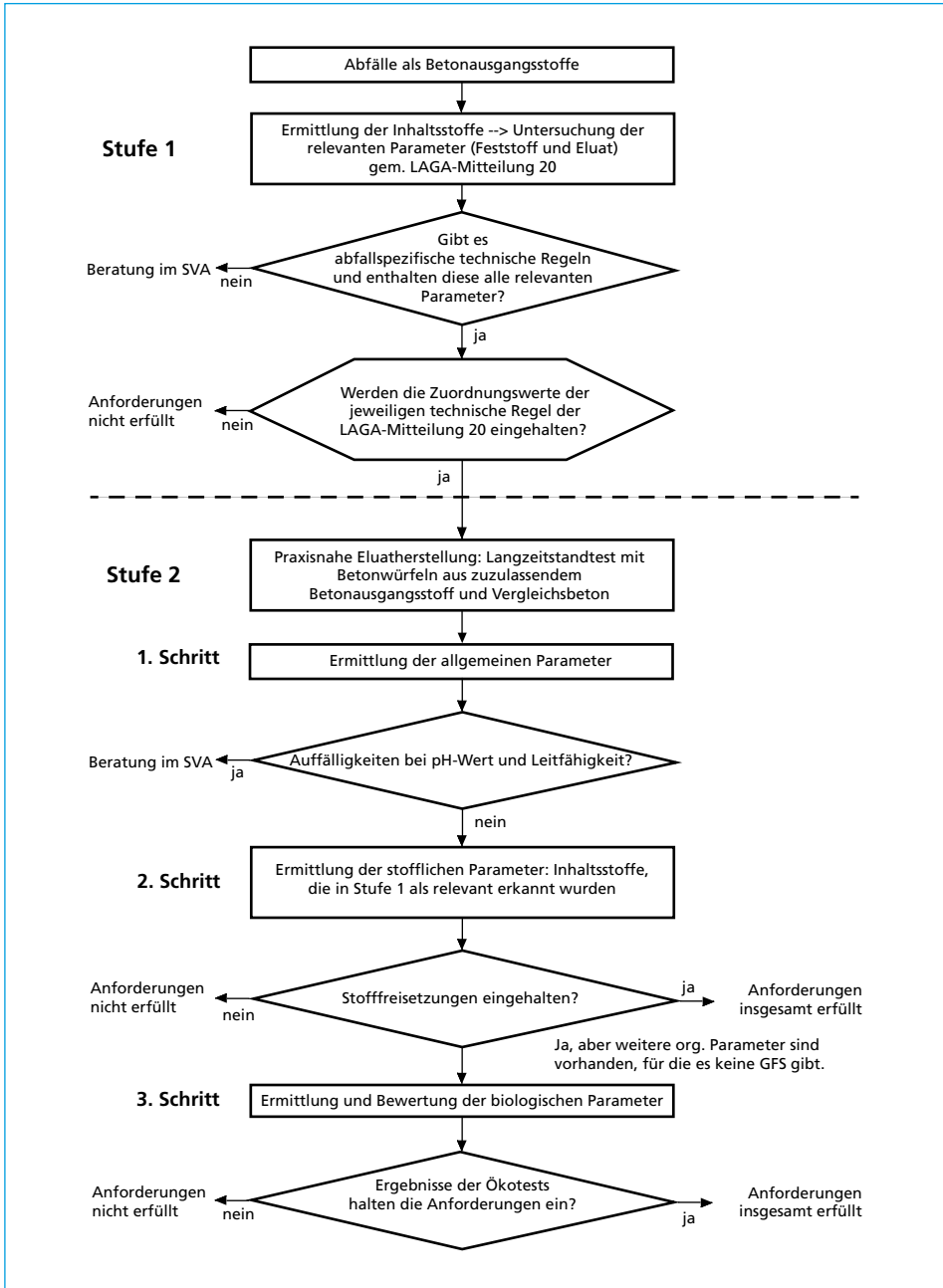


Bild 3: Ablaufschema zur Bewertung von Abfällen als Betonausgangsstoffe

Da bei der Untersuchung von Betonprobekörpern eine Zuordnung der freigesetzten Parameter zu dem zuzulassenden Betonausgangsstoff schwierig ist, wird auch eine Vergleichsmischung der Betonrezeptur ohne den zuzulassenden Betonausgangsstoff untersucht. Soll also eine rezyklierte oder industriell hergestellte Gesteinskörnung

zugelassen werden, wird ein Betonprobekörper mit dieser zuzulassenden Gesteinskörnung (ggf. bis zu dem für die Anwendung beantragten Höchstgehalt) hergestellt. In der Vergleichsmischung wird eine natürliche Gesteinskörnung verwendet.

Der Standtest ist derzeit nur für die Untersuchung von anorganischen Parametern standardmäßig geeignet. Organische Parameter können ggf. auch im Standtest untersucht werden. Bei der Untersuchung und Bewertung von organischen Stoffen wird aber immer der zuständige Sachverständigenausschuss des DIBt einbezogen, da noch keine ausreichenden Erfahrungen für die Bewertung organischer Parameter vorliegen.

Der Standtest ist derzeit nur für die Untersuchung von anorganischen Parametern standardmäßig geeignet. Organische Parameter können ggf. auch im Standtest untersucht werden. Bei der Untersuchung und Bewertung von organischen Stoffen wird jedoch der zuständige Sachverständigenausschuss des DIBt einbezogen, da ausreichende Erfahrungen für die Bewertung organischer Parameter noch nicht vorliegen.

In Bild 3 ist das Ablaufschema der Bewertung von Abfällen als Betonausgangsstoffe im Überblick dargestellt.

Die Bewertung der mobilisierbaren Inhaltsstoffe mit dem Standtest umfasst nur die Festbetonphase. Für die Fälle, in denen der Beton im Kontakt mit Grundwasser aushärtet (z.B. Unterwasserbeton) müssen andere Prüf- und Bewertungsverfahren gewählt werden. Hierzu wurden in den letzten Jahren umfangreiche Forschungsvorhaben [2, 3, 4] durchgeführt. Die Prüf- und Bewertungsverfahren befinden sich aber noch in der Entwicklung.

Teilweise können bei Betonausgangsstoffen auch die Ermittlung und die Bewertung der Radioaktivität notwendig sein. Die Radioaktivität von Betonausgangsstoffen hat aber eher eine Relevanz für die Nutzer von Gebäuden und weniger für Boden und Grundwasser. Deshalb wird sie in diesem Artikel nicht behandelt.

### 3. Anforderungen an die Qualitätssicherung

Bezüglich der Qualitätssicherung von Recyclingbaustoffen ist im Zulassungsverfahren des DIBt vorgesehen, dass die Zulassungsprüfungen (wie in Abschnitt 2.2. beschrieben) nur von Prüfstellen durchgeführt werden können, die vom DIBt hierfür benannt werden. Auf der Liste des DIBt befinden sich nur Stellen, die sich an Laborvergleichsuntersuchungen zum Standtest beteiligt haben.

Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung wird in der Regel für fünf Jahre erteilt und kann auf Antrag um weitere fünf Jahre verlängert werden. Für den Nachweis der Übereinstimmung der Bauprodukte mit der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung sind in den Landesbauordnungen verschiedene Übereinstimmungsnachweisverfahren vorgesehen. Für Betonausgangsstoffe hat die Bestätigung der Übereinstimmung mit einem Übereinstimmungszertifikat einer für die Bauproduktgruppe anerkannten Zertifizierungsstelle auf Basis einer werkseigenen Produktionskontrolle und einer Fremdüberwachung durch eine anerkannte Überwachungsstelle zu erfolgen.

Umfang und Häufigkeit der werkseigenen Produktionskontrolle sind vom jeweiligen Betonausgangsstoff abhängig. Ferner werden in der Zulassung die einzuhaltenden Obergrenzen für Schwermetalle und die entsprechenden Prüfverfahren vorgegeben. In der Regel sind Sekundärrohstoffe als Betonausgangsstoffe im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle und Fremdüberwachung auf die im Zulassungsverfahren geprüften Schwermetalle nach den Prüfverfahren der LAGA Mitteilungen M 20 [12] im Feststoff und/oder Eluat zu untersuchen. Untersuchungen von Betonprobekörpern werden im Rahmen von werkseigener Produktionskontrolle und Fremdüberwachung nicht mehr verlangt.

Die Ergebnisse der werkseigenen Produktionskontrolle sind aufzuzeichnen und auszuwerten. Die Aufzeichnungen sind mindestens fünf Jahre aufzubewahren und der für die Fremdüberwachung eingeschalteten Überwachungsstelle vorzulegen. Entsprechen die Ergebnisse den festgelegten Überwachungswerten nicht, sind vom Hersteller unverzüglich die erforderlichen Maßnahmen zur Abstellung des Mangels zu treffen. Die werkseigene Produktionskontrolle ist durch eine Fremdüberwachung regelmäßig, mindestens jedoch zweimal jährlich, zu überprüfen.

Im Rahmen der Verlängerung der Geltungsdauer der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung sind die Ergebnisse der Fremdüberwachung vorzulegen. Ändern sich die Prüfbedingungen oder Anforderungen während der Laufzeit der Zulassung, können weitere Prüfungen für die Verlängerung der Geltungsdauer der Zulassung gefordert werden.

## 4. Zusammenfassung und Ausblick

Bei der Verwendung von Abfällen/Sekundärbaustoffen in Bauprodukten sind gemäß den Landesbauordnungen in Deutschland die Anforderungen an die Auswirkungen auf Boden und Grundwasser nachzuweisen. Unterliegen die Bauprodukte europäisch harmonisierten Normen, in denen der Umweltschutz noch nicht ausreichend berücksichtigt wird, ist die Umweltverträglichkeit mit einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung nachzuweisen. Für welche Bauprodukte dies gilt, ist den Bauregellisten zu entnehmen. Die Umweltverträglichkeit im Rahmen der Erteilung allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassungen wird auf Basis der *Grundsätze für die Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser* [10] bewertet.

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen für Betonausgangsstoffe sind im Zulassungsverzeichnis 3 *Betontechnologie* auf der Internetseite des DIBt [www.dibt.de](http://www.dibt.de) zu finden. Die vom DIBt erteilten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen können gegen eine Gebühr von dieser Internetseite bezogen werden.

Sobald die harmonisierten Prüfmethode für die Freisetzung von gefährlichen Stoffen des CEN/TC 351 vorliegen, sollen die Normenausschüsse die Freisetzung von gefährlichen Stoffen in die jeweiligen harmonisierten Produktnormen aufnehmen. Die europäische Kommission überprüft derzeit alle Normungsmandate, um zu klären, in welchen Mandaten Anforderungen an die Freisetzung von gefährlichen Stoffen zu ergänzen sind.

Das Mandat M/125 *Gesteinskörnungen* wurde schon hinsichtlich der nationalen Anforderungen zur Freisetzung von gefährlichen Stoffe, z.B. denen aus Deutschland (Tabelle 1) ergänzt. Dementsprechend sind zukünftig bei einer Überarbeitung der DIN EN 12620<sup>10</sup> und der DIN EN 13055-1<sup>11</sup> die Prüfanforderungen hinsichtlich der Auswirkungen der Gesteinskörnungen auf Boden und Grundwasser aufzunehmen. Für das Inverkehrbringen in Deutschland wird die Angabe der Prüfergebnisse als Leistungsmerkmal der Leistungserklärung notwendig sein.

Die Bewertung der Ergebnisse ist den Mitgliedstaaten vorbehalten. So wären dann für die Verwendung in Deutschland die ausgewiesenen Prüfergebnisse mit den zulässigen Freisetzungsraten zu vergleichen. Weitere Informationen zur Umsetzung der Prüfverfahren in harmonisierte Normen können den Vorträgen des DIN-Workshop *Europäische Harmonisierung der Bewertung der Freisetzung gefährlicher Stoffe aus Bauprodukten – der aktuelle Stand* vom 13. Februar 2014 entnommen werden [6]. Wenn die Prüfung der Freisetzung aller in Deutschland relevanten Parameter aus den Gesteinskörnungen in der DIN EN 12620<sup>10</sup> und DIN EN 13055-1<sup>11</sup> enthalten wären und somit über die Ausweisung der Prüfergebnisse eine Bewertung der Auswirkungen der Gesteinskörnungen auf Boden und Grundwasser möglich wäre, würde die Notwendigkeit für eine zusätzliche allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für den Nachweis der Umweltverträglichkeit entfallen.

## 5. Quellen

- [1] Bauregelliste A, Bauregelliste B und Liste C; DIBt; Ausgabe 2014/1
- [2] Brameshuber, W.; Vollpracht, A.: Prüfverfahren und Entwicklung von Prüfkriterien zur Bewertung der Auslaugung umweltrelevanten Stoffe aus Frischbeton. Aachen: Institut für Bauforschung, 2003. – Forschungsbericht Nr. 817
- [3] Brameshuber, W.; Vollpracht, A.: Prüfverfahren und Entwicklung von Prüfkriterien zur Bewertung der Auslaugung umweltrelevanten Stoffe aus Frischbeton - Fortsetzungsprojekt. Aachen: Institut für Bauforschung, 2005. – Forschungsbericht Nr. 817/1
- [4] Brameshuber, W.; Vollpracht, A.: Erarbeitung eines Bewertungskonzepts zur Auslaugung aus Frischbeton. Aachen: Institut für Bauforschung, 2007. – Forschungsbericht Nr. 944
- [5] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, DAfStb-Richtlinie: Bestimmung der Freisetzung anorganischer Stoffe durch Auslaugung aus zementgebundenen Baustoffen, Teil 1: Grundlagenversuch zur Charakterisierung des Langzeitauslaugverhaltens, Ausgabe Mai 2005, Beuth Verlag, Berlin und Köln
- [6] DIN-Workshop Europäische Harmonisierung der Bewertung der Freisetzung gefährlicher Stoffe aus Bauprodukten – der aktuelle Stand; <http://www.beuth.de/de/artikel/workshop-gefaehrlicher-stoffe-aus-bauprodukten-download>
- [7] Eckpunkte (EP) der LAGA für eine Verordnung über die Verwertung von mineralischen Abfällen in technischen Bauwerken vom 31.08.2004

<sup>10</sup> DIN EN 12620:2008-07 Gesteinskörnungen für Beton; Deutsche Fassung EN 12620:2002+A1:2008

<sup>11</sup> DIN EN 13055-1:2002-08 Leichte Gesteinskörnungen – Teil 1: Leichte Gesteinskörnungen für Beton, Mörtel und Einpressmörtel; Deutsche Fassung EN 13055-1:2002

- [8] Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschafts und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz – KrWG) vom 24.02.2012
- [9] Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz – WHG) vom 31.07.2009
- [10] Grundsätze zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser, Teile I-III, 2011, herunterzuladen von der DIBt-Homepage [www.dibt.de](http://www.dibt.de)
- [11] Ilvonen, O., Kirchner, D.: Europäische Harmonisierung der Prüfnormen für die Freisetzung gefährlicher Stoffe aus Bauprodukten – auf dem Weg zu einer CE-Kennzeichnung mit Emissionsklassen. DIBt Mitteilungen 4/2010, S. 151-158
- [12] LAGA Mitteilung M 20: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von Mineralischen Abfällen – Technische Regel, Erich Schmidt Verlag
- [13] Länderarbeitsgemeinschaft Abfall: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen: Teil II: Technische Regeln für die Verwertung, 1.2 Bodenmaterial (TR Boden), Stand 05.11.2004, herunterzuladen von LAGA-Homepage [www.laga.de](http://www.laga.de)
- [14] Länderarbeitsgemeinschaft Wasser: Ableitung von Geringfügigkeitsschwellen für das Grundwasser, Dezember 2004, herunterzuladen von der LAWA-Homepage [www.lawa.de](http://www.lawa.de)
- [15] Länderarbeitsgemeinschaft Wasser: Grundsätze des vorsorgenden Grundwasserschutzes bei Abfallverwertung und Produkteinsatz (GAP-Papier), Mai 2002, herunterzuladen von der LAWA-Homepage [www.lawa.de](http://www.lawa.de)
- [16] Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006
- [17] Verordnung (EU) Nr. 305/2011 vom 09.03.2011, Amtsblatt der Europäischen Union Nr. L88/5