

Evaluation of the Potential Release of Dangerous Substances of Mineral Construction Materials in the EU and How it May Impact German Regulation

Bernd Susset

In July 2013 the European Construction Products Regulation (CPR) came into force, creating a harmonized framework for the marketing of construction products. In particular, the amendment of basic requirement No. 3 *Hygiene, Health and Environmental Protection* strengthens aspects of environmental protection and aims to ensure a minimum European level of environmental protection.

Upon other terms mineral construction products will be investigated with regard to their potential release of dangerous substances in eluates and, for some materials, also solids content using European harmonized laboratory methods. Leachable substances and substances in solids shall be declared in harmonized product standards. Furthermore there is still an open discussion, if concentration values in eluates and solids have to be declared or classified. The regulation does not affect the right of member states to impose requirements which they consider necessary in order to ensure the protection of the environment. But in fact for harmonized products the European harmonized laboratory methods have to be enforced in regulations of the member states. Minor deviations of these EU methods (e.g. column leaching tests) from national standards may lead to significant deviations in the results, and thus have significant effects on the assessment of applicability of construction materials in the respective member state. To concretize it: Possibly differing measuring results and/or European classifications meet limits and material classes of the member states, which were derived on the basis of national standards. For example the material values for the application of mineral waste materials in technical constructions according to the upcoming recycling decree of the Federal German government from May 3, 2017 where derived on the basis of a column test acc. to DIN 19528 [6] derived by the German Standardization Institute. In view of this problem the German Environmental Agency just finished a research project with construction and demolition waste and incineration bottom ashes and industries test their materials with CEN- and DIN-methods comparatively.

In order to implement basic requirement no. 3 in harmonized standards, the technical committee (TC) CEN TC 351 *Construction products – Assessment of release of dangerous substances* is currently developing laboratory methods, including methods to assess the release of dangerous substances from construction materials. Product TCs like CEN TC 154 *Aggregates* work on a technical report to evaluate contaminant release from construction materials, where issues like need and extend of testing, kind of sampling, declaration or classification play a major role.

This conference paper focuses on the current state of progress of the working group 1 (WG 1) of CEN TC 351, for the standardization of laboratory test methods to evaluate the release of dangerous substances from mineralic construction materials as sand and gravel, natural stone and mineral waste materials (e.g. construction and demolition waste). The author of this conference paper is a member of the German mirror committee to CEN TC 351, division civil engineering in the department KOA 03: *hygiene, health and environmental protection* as well as deputy chairman of the mirror committee to WG 1 of CEN TC 351 in DIN NA Bau/NAW.

Wohin steuert Europa bei der Bewertung der Stofffreisetzungseigenschaften von mineralischen Bauprodukten und wie kann sich das auf die Regulierung in Deutschland auswirken?

Bernd Susset

1.	EU-Bauprodukteverordnung.....	40
1.1.	Novelle der Grundanforderung Nr. 3 <i>Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz</i> und Ergänzung der Grundanforderung Nr. 7 <i>Nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen</i>	42
1.2.	Mandat zur Entwicklung europäisch harmonisierter Prüfmethode n ...	43
1.3.	Mandate zur Umsetzung von BR 3 in europäisch harmonisierten Produktnormen.....	43
2.	Aktueller Stand der Normungsarbeiten	44
2.1.	Europäisch harmonisierte Prüfmethode n des CEN TC 351/WG 1	44
2.2.	Umsetzung in harmonisierte Bauprodukte-Normen.....	45
3.	Mögliche Auswirkungen auf die Regulierung in Deutschland	47
3.1.	Übernahme von EU-Prüfmethode n in deutsche Regelwerke.....	47
3.2.	Bedeutung potentiell abweichender Messergebnisse von EU-Elutionsmethode n versus DIN-Verfahren für die Regulierung in Deutschland	48
3.3.	Forschung zu den methodischen Effekten von Prüfmethode n	49
4.	Literatur	50

Seit Juli 2013 gilt die EU-Bauprodukteverordnung (EU-BauPVO), die harmonisierte Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten festlegt. Insbesondere die Novelle der Grundanforderung Nr. 3 *Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz* stärkt Aspekte des Umweltschutzes und soll ein europäisches Mindestschutzniveau gewährleisten. Unter anderem sollen harmonisierte Bauprodukte künftig mit europäisch harmonisierten Prüfmethode n auf ihre Stofffreisetzungspotentiale im Eluat (Laborsäulenversuche) und je nach Material auch auf Stoffinhalte (Extraktionsmethode n) untersucht werden. Freisetzbare Stoffe und Stoffgehalte sollen in harmonisierten Produktnormen deklariert werden. Aktuell wird diskutiert, ob über die Deklaration hinausgehend, die Höhe der Konzentrationen freisetzbarer Stoffe im Eluat und Stoffkonzentrationen im Feststoff, Schwellenwerte oder Leistungsklassen anzugeben sind. Wohin Europa bei

der Bewertung der Stofffreisetzungseigenschaften von mineralischen Bauprodukten letztendlich steuert, ist angesichts der anhaltenden kontroversen Diskussionen derzeit kaum abschätzbar. Wichtig ist, dass unter der EU-BauPVO das Recht der einzelnen Mitgliedsstaaten, eigene Umwelanforderungen an mineralische Bauprodukte in technischen Einbauweisen sicherzustellen, unberührt bleibt. Für die Umweltbewertung harmonisierter Bauprodukte sind jedoch die europäisch harmonisierten Prüfmethode anzuwenden und müssen in die Regelwerke der Mitgliedsstaaten übernommen werden. Schon geringe verfahrenstechnische Abweichungen von den bisher in den Mitgliedsstaaten eingesetzten Prüfmethode nach nationalen Normen können zu abweichenden Messergebnissen und damit zu bedeutenden Auswirkungen auf die Bewertung der Zulässigkeit von mineralischen Baustoffen in den Mitgliedsstaaten führen. Konkret heißt das: Möglicherweise abweichende Messergebnisse und darauf basierende EU-Klassifizierungen treffen auf die Grenzwertsysteme und Materialklassen der Mitgliedstaaten, die auf Basis nationaler Prüfmethode abgeleitet wurden, und wären dann nicht kompatibel. Beispielsweise wurden die Materialwerte zur Beurteilung von mineralischen Ersatzbaustoffen nach der geplanten Mantelverordnung der Bundesregierung im Entwurf vom 3. Mai 2017 [1] auf der Basis von validierten Säulenversuchen nach DIN 19528 [6] abgeleitet. Die Fragestellung der Vergleichbarkeit von Messergebnissen der CEN- und DIN-Normen wurde in Deutschland aufgegriffen: Das Umweltbundesamt hat hierzu kürzlich ein UFOPLAN-Vorhaben mit Recyclingbaustoffen und Hausmüllverbrennungssaschen abgeschlossen, Industriebranchen führen eigene Vergleichsuntersuchungen mit ihren mineralischen Bauprodukten durch.

Zur Umsetzung der Grundanforderung Nr. 3 in harmonisierte Produktnormen werden zunächst im Technischen Komitee (TC) des CEN TC 351 *Construction products – Assessment of release of dangerous substances* Prüfmethode u.a. zur Bestimmung der Freisetzung von Schadstoffen aus mineralischen Bauprodukten entwickelt. Produkt TCs wie das CEN TC 154 *Gesteinskörnungen/Zuschlagstoffe* arbeiten an Handlungshilfen zur Bewertung der Stofffreisetzung aus mineralischen Bauprodukten. Hier geht es um das Erfordernis und den Umfang von Untersuchungen, die Art der Probenahme und der Deklaration oder Klassifizierung. Dieser Fachbeitrag fokussiert auf den Stand der Arbeiten der Working Group 1 (WG 1) des CEN TC 351 zur Entwicklung und Normierung verschiedener Laborelationsverfahren zur Bewertung der Stofffreisetzung aus mineralischen Baustoffen wie Sanden und Kiesen, Natursteinen und mineralischen Ersatzbaustoffen (z.B. Recyclingbaustoffe). Der Autor dieses Fachbeitrages ist Mitglied des DIN-Spiegelausschusses zu CEN TC 351, des Fachbereiches KOA 03: *Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz* im Normenausschuss Bauwesen (NA005-53 FBR) sowie stellvertretender Obmann des Gemeinschaftsausschusses DIN Normenausschuss (NA) Bau/NA Wasserwesen, der die WG 1 des CEN TC 351 spiegelt.

1. EU-Bauprodukteverordnung

Seit Juli 2013 gilt die EU-Bauprodukteverordnung (EU-BauPVO), die harmonisierte Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten festlegt. Die übergeordnete Zielsetzung der Verordnung (EU) Nr. 305/2011 (EU-BauPVO) ist wie schon in der

vorhergehenden Richtlinie 89/106/EWG, den freien Verkehr mit Bauprodukten auf dem Binnenmarkt und ihre uneingeschränkte Verwendung zu fördern. Insbesondere die Novelle der Grundanforderung (Basic Requirement, BR) Nr. 3 *Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz* und die Ergänzung einer neuen Grundanforderung 7 *Nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen* an Bauwerke stärken Aspekte des Umweltschutzes und sollen ein europäisches Mindestschutzniveau gewährleisten. Auch andere Umweltaspekte, wie eine bessere Information der Nutzer der Bauprodukte über gefährliche Stoffe in der CE-Kennzeichnung, haben das Europäische Parlament und der Rat der Europäischen Union in der Verordnung aufgegriffen. Zudem darf die Europäische Kommission, die Bauproduktenverordnung bei Bedarf durch sogenannte delegierte Rechtsakte ergänzen, so dass die Regelungen deutlich konkreter ausgestaltet werden können [14]. Die Kommission kann somit über die Festlegung von wesentlichen Merkmalen eines Bauproduktes, die der Hersteller immer in einer Leistungserklärung zu deklarieren hat, hinausgehend, in delegierten Rechtsakten Schwellenwerte oder Leistungsklassen für wesentliche Merkmale festlegen. Für das hier betrachtete Thema der Stofffreisetzungseigenschaften von mineralischen Bauprodukten stellt sich demnach die Frage, ob die im Produkt beinhaltenen und/oder freisetzbaren Schadstoffe lediglich benannt, Messwerte (Konzentrationen) zu den benannten Schadstoffen angegeben werden oder ob aufgrund der Messwerte auch die Einhaltung von Schwellenwerten oder von bestimmten Schadstoffklassen angegeben werden. Allerdings lässt die Verordnung das Recht der Mitgliedstaaten unberührt, Anforderungen festzulegen, die nach ihrer Auffassung notwendig sind, um den Schutz der Gesundheit, der Umwelt und von Arbeitnehmern, die Bauprodukte verwenden, sicherzustellen. Zudem darf jeder Mitgliedstaat fordern, dass die europäisch erklärten Leistungen eines Bauprodukts seinen Anforderungen für die vorgesehene Verwendung entsprechen. Dies heißt übertragen auf das Schadstoffthema: Die gegebenenfalls zu entwickelnden EU-Leistungsklassen mit deklarierten Werten müssen so ausgestaltet sein, dass Mitgliedsstaaten ohne weitere Analyse die Passung zu Ihren Anforderungen für die Zulassung in bestimmten Einbauweisen herauslesen können. Das Umweltbundesamt (UBA) setzt sich für eine vereinheitlichte Deklaration von Umwelt- und Gesundheitsaspekten bei den im Binnenmarkt gehandelten Bauprodukten ein und hält die Erstellung von Leistungserklärungen lediglich entsprechend einem Katalog von wesentlichen Merkmalen am Ort des Inverkehrbringens für unzureichend [14]. Vielmehr sollen nach Meinung des UBA Leistungsklassen für die wesentlichen Merkmale von Bauprodukten in harmonisierten Normen dazu dienen, die Unterschiede in den einzelnen Mitgliedsstaaten zu berücksichtigen (u.a. klimatische, geologische und geografische Unterschiede, Details in Informationsseite des UBA).

Die EU-BauPVO selbst bestimmt nur den Rahmen. Harmonisierte Europäische Normen oder Europäische Technische Bewertungen legen die nötigen technischen Details fest. Hierzu vergibt die Europäische Kommission so genannte Mandate (Ersuchen, Normungsaufträge), unter welchen die einschlägigen Normungsgremien des CEN ihre Arbeitsprogramme zur Erstellung von Normen abarbeiten.

1.1. Novelle der Grundanforderung Nr. 3 *Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz* und Ergänzung der Grundanforderung Nr. 7 *Nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen*

Mit der EU-BauPVO wurde die Grundanforderung Nr. 3 (BR 3) novelliert und insbesondere durch die nachfolgend fett gedruckten Themen ergänzt: *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:*

- a) *Freisetzung giftiger Gase;*
- b) ***Emission von gefährlichen Stoffen, flüchtigen organischen Verbindungen, Treibhausgasen oder gefährlichen Partikeln in die Innen- oder Außenluft;***
- c) *Emission gefährlicher Strahlen;*
- 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;*
- f) *unsachgemäße Ableitung von Abwasser, Emission von Abgasen oder unsachgemäße Beseitigung von festem oder flüssigem Abfall;*
- g) *Feuchtigkeit in Teilen des Bauwerks und auf Oberflächen im Bauwerk.*

Neu aufgenommen wurde **BR 7: Nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen: Das Bauwerk muss derart entworfen, errichtet und abgerissen werden, dass die natürlichen Ressourcen nachhaltig genutzt werden und insbesondere Folgendes gewährleistet ist:**

- a) **Das Bauwerk, seine Baustoffe und Teile müssen nach dem Abriss wiederverwendet oder recycelt werden können;**
- b) **das Bauwerk muss dauerhaft sein;**
- c) **für das Bauwerk müssen umweltverträgliche Rohstoffe und Sekundärrohstoffe verwendet werden.**

Mit Ergänzungen in BR 3 und der Neuaufnahme von BR 7 wird auch die Lebenszyklusanalyse (Life Cycle Assessment bzw. LCA) verankert, nach der sämtliche Umweltwirkungen während der Produktion, der Nutzungsphase und der Entsorgung des Produktes beurteilt werden müssen.

Dieser Beitrag beschäftigt sich mit der Konkretisierung d.) von BR 3 und hier insbesondere mit dem Teilaspekt der *Freisetzung gefährlicher Stoffe in Grundwasser und Boden.*

1.2. Mandat zur Entwicklung europäisch harmonisierter Prüfmethode

Zur Umsetzung von BR 3 sollen zunächst unter dem Mandat M/366 [7] horizontale Prüfmethode u. a. zur Bestimmung der Stoffinhalte und der Freisetzung von Schadstoffen aus Bauprodukten in verschiedene Umweltmedien entwickelt werden. Dazu wurde im Jahr 2006, noch unter der früheren Bauproduktenrichtlinie (Construction Products Directive – CPD 89/106), CEN TC 351 *Construction products – Assessment of release of dangerous substances* gegründet. In der Working Group 1 des CEN/TC 351 werden ein Tank- und ein Säulenversuch zur Bewertung der Freisetzung gefährlicher Stoffe aus mineralischen Bauprodukten in Boden und Grundwasser sowie eine Handlungshilfe zur Auswahl geeigneter Prüfmethode entwickelt.

1.3. Mandate zur Umsetzung von BR 3 in europäisch harmonisierten Produktnormen

Im Wesentlichen sind hier zwei Mandate relevant. Unter dem Mandat 125/rev.1 EN für Zuschlagstoffe/Gesteinskörnungen (M 125 [7]) sollen die harmonisierten Produktnormen so überarbeitet werden, dass BR 3 eingehalten wird und CE-Produkte ohne zusätzliche nationale Anforderungen in nationalen Märkten platziert werden können. Aktuell wird auch das Mandat 124 für Straßenbaustoffe durch umweltrelevante Merkmale ergänzt (M 124 [7]). Die Anforderungen und Zielsetzungen sind in den Mandaten detailliert beschrieben und können wie folgt zusammengefasst werden:

- Sicherstellung, dass die Freisetzung von als gefährlich eingestuften Substanzen aus Bauprodukten (oder ggf. der Feststoffgehalt) jeglichen EU-/nationalen Schwellenwert unterschreiten,
- Messung der Stofffreisetzungspotentiale (oder der bloßen Präsenz verbotener Stoffe oder der Gehalte von Stoffen, die nicht im Eluat gemessen werden können) unter Verwendung der europäisch harmonisierten Prüfmethode des CEN TC 351,
- es sind alle Stoffe zu berücksichtigen, die in EU-Verordnungen und durch die EU notifizierte nationalen Verordnungen geregelt sind. In einem ersten Schritt dienen Vorschlagslisten (so genannte Indicative List) zur Orientierung, die alle 5 Jahre überprüft werden und erweiterbar sind,
- Schaffung transparenter, verständlicher Systeme für die Produktdeklaration, damit die Hersteller die Konformität ihrer Produkte mit den regulatorischen Anforderungen feststellen können,
- wenn eine eindeutige Definition und Deklaration der Produkte und/oder deren Verwendung in einer harmonisierten Produktnorm und damit verbunden ein Ausschluss bestimmter Stoffe/Komponenten/Materialien möglich ist, kann eine Laboranalyse vollständig vermieden oder auf relevante Parameter beschränkt werden und
- es sollen Produktnormen identifiziert werden, für die Deklarationskategorien für die potenzielle Freisetzung oder den potenziellen Gehalt regulierter gefährlicher Stoffe erforderlich sind, um den Regulierungsanforderungen zu entsprechen.

In den ergänzten Mandaten finden sich umfassende Tabellen mit konkreten Vorschlägen der zu verwendenden Untersuchungsmethoden und der zu untersuchenden Substanzen. Wichtige Grundlage hierfür ist die so genannte Indicative List (Indikationsliste regulierter gefährlicher Substanzen, die potentiell in Bauprodukten unter der EU-BauPVO vorkommen und/oder durch diese freigesetzt werden können [9]). Mit dieser Liste schlägt die EU KOM und ihre Expertengruppe EGDS (Expert Group Dangerous Substances in the field of Construction) dem CEN TC 351 und den Produkt TCs Substanzen und Parameter vor, die bei der Entwicklung europäisch harmonisierter Prüfmethoden und den Produktnormen betrachtet werden sollen. Die Liste basiert auf Auswertungen sämtlicher europäischer und der notifizierten nationalen Regelungen unter anderem im Bereich Boden und Grundwasser (aber auch Innenraumluft, usw.) und wird ständig aktualisiert. Gegenstand zukünftiger Aktualisierung wird auch der mittlerweile EU-notifizierte Regierungsentwurf¹ der MantelV vom 3. Mai 2017 sein. Für natürliche Gesteinskörnungen werden ausschließlich Untersuchungen im Eluat (Stofffreisetzung), für rezyklierte Gesteinskörnungen zusätzlich im Feststoff (Gehalte) gefordert. Es bleibt den Produkt-TCs überlassen, die effizienteste Vorgehensweise zu bestimmen, um die regulierten gefährlichen Stoffe zu ermitteln, die für die jeweiligen Produkte relevant sind. Der finanzielle und technische Prüfungsaufwand kann und soll vermieden werden, wenn eine klare Definition und Deklaration eines Produkts und/oder sein bestimmungsgemäßer Gebrauch in eine Produktnorm aufgenommen wird. Aus dieser muss hervorgehen, dass Hersteller und Behörden Prüfungen vollständig vermeiden oder sich dabei auf einige wenige relevante Stoffe, Bestandteile und Materialien beschränken können.

2. Aktueller Stand der Normungsarbeiten

2.1. Europäisch harmonisierte Prüfmethoden des CEN TC 351/WG 1

Durch WG 1: *Freisetzung in Boden und Wasser* des CEN TC 351 wurden mittlerweile drei verschiedene Vornormen verabschiedet:

- CEN/TS 16637-1: Bauprodukte – Bewertung der Freisetzung von gefährlichen Stoffen – Teil 1: Leitfaden für die Festlegung von Elutionsverfahren und zusätzlichen Prüfschritten [2]

¹ Verordnung der Bundesregierung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung, kurz: MantelV. Die Kabinettsfassung der Mantelverordnung wurde durch die Bundesregierung am 3. Mai 2017 verabschiedet und durch den Bundestag (Bundestagsdrucksache 18/12213 vom 05. Mai 2017) zustimmend an den Bundesrat weitergeleitet. Das EU-Notifizierungsverfahren (EU-Not. 2017-176-D) startete am 05. Mai 2017, die Stillhaltefrist endete am 07. August 2017 ohne Einwände (no contributions unter: <http://ec.europa.eu/growth/tools-databases/tris/en/search/?trisaction=search.detail&year=2017&num=176>). Damit ist die MantelV angenommen/notifiziert. Das Abstimmungsverfahren im Bundesrat (Bundesratsdrucksache 566/17) startete am 07. September 2017. Verschiedene Ausschüsse sprachen sich dafür aus, das Bundesratsabstimmungsverfahren bis zum Antritt einer neuen Bundesregierung zu vertagen, um mehr Zeit für die konstruktive Beratung der komplexen Fachverordnung zu gewinnen.

- CEN/TS 16637-2: Bauprodukte – Bewertung der Freisetzung von gefährlichen Stoffen – Teil 2: Horizontale dynamische Oberflächenelution [3]
- CEN/TS 16637-3: Bauprodukte – Bewertung der Freisetzung von gefährlichen Stoffen – Teil 3: Horizontale Perkulationsprüfung im Aufwärtsstrom [4]

CEN/TS 16637-1 dient als Leitfaden für die Auswahl der geeigneten Labormethode in Abhängigkeit der Freisetzungsszenarien von Bauprodukten in bestimmten Bauweisen, wie zum Beispiel die Perkulationsprüfung im Aufwärtsstrom (Säulenversuch) nach CEN/TS 16637-3 für granulare Materialien (z.B. ungebundene Gesteinskörnungen in Tragschichten) oder die dynamische Oberflächenelution (Tankversuch) nach CEN/TS 16637-2 für undurchlässiges monolithisches Material oder schwach durchlässige kompaktierte granulare Materialien. Weiter werden Empfehlungen zu Art und Umfang der Probenahme, Probenaufbereitung und Probenlagerung gegeben.

Für die beiden Elutionsverfahren CEN/TS 16637-2 und -3 wurden kürzlich europäische Validierungsringversuche für anorganische Stoffe erfolgreich abgeschlossen. Die Schwankungsbreiten der Standardabweichungen für die laborinterne und laborübergreifende Reproduzierbarkeit liegen im für Elutionsmethoden üblichen Bereich. Ebenfalls erfolgreich abgeschlossen wurde die Validierung der Analytiknormen, die durch CEN TC 351/WG 5: *Analyse von Feststoffgehalten und Eluat* entwickelt wurden. Noch im Herbst 2019 sollen die Umfrage zur Verabschiedung der CEN-Normen als Europäische Norm (EN) gestartet und die noch ausstehenden Validierungsdaten für organische Stoffe nachgetragen werden. Im nächsten Schritt werden in enger Abstimmung zwischen CEN TC 351 und Produkt TCs die Vor- und Nachteile verschiedener Konzepte zur Dokumentation der Testergebnisse in harmonisierten Produktnormen diskutiert. Wie oben unter Kapitel 1 erläutert, geht es hierbei um die Fragestellungen: Werden die Substanzen und Parameter lediglich benannt, deren Konzentrationen erklärt oder Leistungsklassen (bzw. hier: Schadstoffklassen) in Anlehnung an Material- und Zuordnungsklassen der Mitgliedsstaaten abgeleitet.

2.2. Umsetzung in harmonisierte Bauprodukte-Normen

Die technischen Produktkomitees (TC) legen fest, ob Bauprodukte überhaupt und wenn ja auf welche Parameter, mit welchen Labormethoden und welcher Testfrequenz untersucht und mit welchen statistischen Sicherheiten die Ergebnisse deklariert werden müssen. Das für Gesteinskörnungen/Zuschlagsstoffe zuständige CEN/TC 154 erarbeitet hierzu eine Handlungsanweisung. Zunächst wurden die betroffenen Produkte identifiziert und festgestellt, dass für das Untersuchungserfordernis die Berücksichtigung der Endanwendung maßgebend ist. Es geht also nicht immer um die Freisetzungspotentiale geregelter, gefährlicher Stoffe aus der Gesteinskörnung selbst sondern unter den Freisetzungsbedingungen der Gesteinskörnung in der relevanten Endanwendung. Wie Tabelle 1 zeigt, sind die CEN-Experten der Auffassung, dass Gesteinskörnungen in gebundenen Bauprodukten nicht untersucht werden müssen.

Tabelle 1: Diskussionstand im CEN/TC 154 zur Untersuchungserfordernis umweltrelevanter Merkmale von Gesteinskörnungen in Bauprodukten und Auswahl der Elutionsverfahren nach CEN/TS 16637-2 (Tanktest) und -3 (Säulenversuch)

Anwendungsbereich	Norm	Verwendung	Säulenversuch	Tanktest	Bemerkung
Straßen-/Hochbau Lieferkörnungen (Sand/Splitt/ Schotter/Kies)	EN 13139	GK für Mörtel	–	–	Prüfung des Mörtels
	EN 12620	GK für Beton	–	–	Prüfung des Betons
	EN 13043	GK für Asphalt	(X) bei Abstreusplitt	–	Prüfung des Asphalts
	EN 13242 (a)	GK für hydraulisch gebundene Gemische	–	–	Prüfung des gebund. Gemisches
	EN 13242 (b)	GK für ungebundene Gemische	X	(X) nur schwach durchlässige All-in-Gemische	
Wasserbau	EN 13383	WBS	(X) bei hohem Abrieb	X	
Gleisschotter	EN 13450	Gleisschotter	(X) bei hohem Abrieb	X	
unbekannt		unbekannt	X	–	

GK: Gesteinskörnung; WBS: Wasserbausteine

Prüfung theoretisch nicht erforderlich

Für Gesteinskörnungen deren Verwendungsweg unbekannt ist (letzte Zeile in Tabelle 1) und für *Ungebundene Gemische für den Straßenbau* nach DIN EN 13285, die sich im zuständigen Technischen Komitee CEN TC 227 noch im Abstimmungsverfahren befindet, wird eine Untersuchung im Säulenversuch erforderlich werden.

Weiterhin soll die Art der Leistungserklärung festgelegt werden: Welcher Messumfang und welche Testfrequenz ist notwendig und mit welchen statistischen Sicherheiten sind die Werte zu erklären. Hierzu sehen die Europäische Kommission und das CEN drei Nachweiskategorien für Bauprodukte vor:

- Nachweiskategorie I: Produkte, die *ohne Prüfung* (abgekürzt WT für *without testing*) als brauchbar gelten;
- Nachweiskategorie II: Produkte, die nach einer Erstprüfung *ohne weitere Prüfung* (abgekürzt WFT für *without further testing*) als brauchbar anerkannt werden können und
- Nachweiskategorie III: Produkte, für die eine *weitere Prüfung* (abgekürzt FT für *further testing*) in der Produktnorm als Brauchbarkeitsnachweis verlangt wird.

Unter die Nachweiskategorie I *ohne Prüfung* könnten Gesteinskörnungen fallen, die so in Produkte eingebunden sind, dass sie keine Schadstoffe freisetzen können (vgl. Tabelle 1, Zeilen 1 bis 4).

Die Chance, Bauprodukte und Endanwendungen mit potentiellen Stofffreisetzungen bereits im Vorfeld aufgrund vorhandener Daten, beispielsweise mittels so genannter WFT-Dossiers, in die Nachweiskategorie II *WFT* einzuteilen, wird derzeit aufgrund unklarer Anforderungen an die Datenqualität und die statistischen Sicherheiten als gering angesehen. Außerdem basieren vorhandene Datengrundlagen der Mitgliedsstaaten in der Regel auf nationalen Prüfmethode, die von den CEN-Methoden abweichen.

Vielmehr wird darauf gesetzt, über regelmäßige Übereinstimmungsuntersuchungen und über die *weitere Prüfung* (FT) zu zeigen, dass Deklarationswerte wie beispielsweise die Grenzwerte der Niederländischen Verordnung über die Bodenqualität (Soil Quality Directive) oder die Materialwerte nach der geplanten MantelV kontinuierlich über einen längeren Zeitraum mit einer hohen statistischen Sicherheit eingehalten werden, so dass Produkte aus der weiteren Prüfung entlassen werden können (No Further Testing, NFT). Mit regelmäßigen Übereinstimmungsuntersuchungen ist das so genannte Type- oder Compliance Testing im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle gemeint. Hierfür können vereinfachte Prüfmethode verwendet werden. So sieht CEN/TS 16637-3 einen vereinfachten Säulenkurztest bis zu einer Wasser- zu Feststoffrate von 2 l/kg vor. Der Teufel steckt hier aber im Detail: Die Festlegung des Zeitraums, der Mindestanzahlen der Proben und die Herleitung und Festlegung der Kenngrößen des statistischen Vertrauensbereichs von Deklarationswerten (z.B. Angabe eines Mittelwertes mit Standardabweichung und statistischem Faktor zur Bestimmung der Testfrequenz) stehen noch am Anfang der Diskussion.

Eine weitere Herausforderung ist die Festlegung der Art der Probenahme (Haufwerksbeprobung, Beprobung aus dem Silo, vom Band), des Probenahmezeitpunktes – es soll eine repräsentative Fraktion des lieferfähigen Marktprodukts, also nach Durchlaufen des üblichen Produktionsprozesses beprobt werden – und die Clusterbildung für vergleichbare Rohstoffquellen – wie können Produktfamilien von z.B. Typgesteinen ähnlicher Geologie gebildet werden, um den Untersuchungsaufwand zu reduzieren.

Abschließend wäre dann in Abstimmung mit dem CEN TC 351 zu klären, ob Leistungsklassen (bzw. hier: Schadstoffklassen) in Anlehnung an Material- und Zuordnungsklassen der Mitgliedsstaaten abgeleitet werden. Für die Nachweiskategorie II *WFT* wäre nach dem Mandat 125 (Kapitel 1.3. erster Spiegelanstrich) wohl nur eine Leistungsklasse denkbar, im Rahmen derer Werte deklariert werden, die sicherstellen, dass die Freisetzung von als gefährlich eingestuften Substanzen aus Bauprodukten (oder ggf. der Feststoffgehalt) jeglichen EU-/nationalen Schwellenwert unterschreiten. Für die Nachweiskategorie III *FT* könnten Leistungsklassen an den Grenzwertesystemen der Mitgliedsstaaten orientiert werden. Allerdings würden in den Niederlanden nach der Soil Quality Directive alleine für granulare Materialien mindestens drei Klassen (offene, geschlossene und gebundene Bauweisen) und in Deutschland für jeden mineralischen Ersatzbaustoff spezifische und bis zu drei Materialklassen resultieren. Die Spiegelung aller Materialklassen in den EU-Leistungsklassen ist eine Herausforderung.

3. Mögliche Auswirkungen auf die Regulierung in Deutschland

3.1. Übernahme von EU-Prüfmethode in deutsche Regelwerke

Wie im Fachbeitrag zur Berliner Konferenz *Mineralische Nebenprodukte und Abfälle* im Jahr 2015 berichtet [10], sind viele mineralische Ersatzbaustoffe (MEB) im Regelungsbereich der geplanten Ersatzbaustoffverordnung (EBV) im Regierungsentwurf der MantelV zugleich mineralische Bauprodukte im Sinne der EU-BauPVO.

Andere mineralische Ersatzbaustoffe sind Abfälle oder nicht harmonisierte Produkte. Neben dem in Kapitel 2.1. erläuterten EU-Säulenversuch für Bauprodukte, der voraussichtlich im Jahr 2020 als validierte Europäische Norm (EN) vorliegt, wird unter der EU-Landfill-Directive auch ein EU-Säulenversuch für Abfälle nach DIN EN 14405 [5] *Charakterisierung von Abfällen – Untersuchung des Elutionsverhaltens – Perkolationsprüfung im Aufwärtsstrom (unter festgelegten Bedingungen)* zu einer vollwertigen EN für den Abfall-/Deponiebereich weiterentwickelt. Im neuen CEN/TC 444 *Test methods for environmental characterization of solid matrices*, sollen mindestens die Normen aus dem Abfallrecht zusammengeführt und harmonisiert werden.

Die Bedeutung der europäischen Prüfnormen für die geplante EBV hängt entscheidend davon ab, ob es MEB gibt, die gleichzeitig Bauprodukte im Sinne der EU-BauPVO sind. Nach Einschätzung von Ilvonen et al. [8] ist dies für viele MEB in der EBV der Fall. Für diese MEB bzw. Bauprodukte kann in Deutschland dann keine weitere Prüfung des gleichen Leistungsmerkmals nach einem anderen Verfahren verlangt werden. Dieses Vorgehen gilt für harmonisierte Bauprodukte, die aufgrund des Aufbereitungs- und des Herstellprozesses nach der harmonisierten Produktnorm die Abfalleigenschaft verloren haben und als Bauprodukt eingesetzt werden sollen. Für Abfälle – auch solche unter der EBV – sind voraussichtlich die europäischen Prüfnormen für Abfälle des CEN TC 444 in Bezug zu nehmen, sobald diese als validierte EN vorliegen. Ob und wann die DIN-Normen innerhalb der MantelV durch europäische Normen tatsächlich abgelöst werden, ist noch nicht abschließend geklärt.

3.2. Bedeutung potentiell abweichender Messergebnisse von EU-Elutionsmethoden versus DIN-Verfahren für die Regulierung in Deutschland

Wie in Susset [10] berichtet, wurde der Normungsprozess durch kontroverse Fachdiskussionen zu den Probenaufbereitungsschritten und Prüfbedingungen stark verzögert: Während sich niederländische Delegierte für eine Zerkleinerung der Proben auf 95 Massenprozent < 4 mm entsprechend der niederländischen Norm einsetzten, hatten die deutschen Delegierten versucht die DIN 19528 durchzusetzen, bei der die Proben in der Originalkörnung, so wie sie später tatsächlich eingesetzt wird, untersucht werden. Mit einer nahezu vollständigen Probenzerkleinerung auf < 4 mm hätte aus dem Bauproduktenrecht ein Säulenversuch gedroht, der die Eluatkonzentrationen von Bauprodukten aufgrund der Veränderung von Lieferkörnungen (Kornzerkleinerung, neue frische Kontaktflächen anderes pH-Milieu) systematisch stark überschätzt. Vor dem Hintergrund dieser technischen Diskussion im CEN TC 351 WG 1 wurden die Autoren aus den Niederlanden und Deutschland, die an den Grenzwertableitungen für die Soil Quality Directive (J. Dijkstra, A. van Zomeren) bzw. für die geplante Ersatzbaustoffverordnung in Deutschland (B. Susset) beteiligt waren, von der damaligen DG Enterprise der EU KOM damit beauftragt, die Wirkungsabschätzungsmodelle für Boden und Grundwasser und die daraus abgeleiteten Grenzwerte der beiden Länder miteinander zu vergleichen. Susset et al. [11] wiesen nach, dass die Einbaugrenzwerte in den Niederlanden für den offenen und teiloffenen Einbau von körnigen mineralischen Ersatzbaustoffen drei- bis zwölfmal

höher bzw. weniger konservativ sind als die Materialwerte und medianschutzbasierten Einbauwerte in der geplanten Ersatzbaustoffverordnung in Deutschland. Die niederländischen Einbaugrenzwerte wären mit dem deutschen Besorgnisgrundsatz zum vorsorgenden Boden- und Grundwasserschutz nicht vereinbar (siehe Begründungen in [10]). Bei Übernahme der EU-Normen als Prüfmethode für die Güteüberwachung von mineralischen Ersatzbaustoffen in deutschen Regelwerken könnten aufgrund der methodisch bedingten Konzentrationsüberschätzungen die vergleichsweise konservativen deutschen Grenzwerte nicht mehr eingehalten werden. Ähnliche Probleme würden sich auch bezüglich der gegebenenfalls festzulegenden EU-Leistungsklassen ergeben (Kapitel 2.2.), da diese nicht direkt auf die Materialklassen in Deutschland übertragen werden könnten.

Vor dem Hintergrund der Ergebnisse der Studie für die EU KOM hatte das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMUB) im Jahr 2015 die EU KOM (DG Enterprise, und DG Environment) angeschrieben und die Befürchtung geäußert, dass die EU-Elutionsnormen zu einem Ausschluss von Bauprodukten und Abfällen aus der Verwertung und einer vermehrten Deponierung führen. Damit würden die Ressourceneffizienz- und Verwertungsziele der Bundesregierung ohne Erfordernis aus Sicht des Medianschutzes gefährdet.

Nach jahrelangem fachlichen Disput wurde nun mit der Verabschiedung der Vornorm CEN TS 16637-3 ein Kompromiss umgesetzt: Der Korngrößenanteil < 4 mm soll bei Materialien, die aufbereitet werden müssen, mindestens 45 Massenprozent bis maximal 55 Massenprozent betragen, und es wird eine mittlere Pumprate entsprechend einer Kontaktzeit von etwa 7,5 Stunden eingestellt. Unter Ausnutzung der zulässigen Abweichungen von der Säulengeometrie und der Pumprate kann der Versuch, was die Versuchsdauer, also den Zeit- und Kostenaufwand angeht, nun nahe an der deutschen Norm DIN 19528 betrieben werden, womit im Rahmen des Verordnungsprozesses zur geplanten Mantelverordnung umfassende Erfahrungswerte vorliegen. Wenig praktikabel bleibt die Anforderung an den Korngrößenanteil < 4 mm mit mindestens 45 bis maximal 55 Massenprozent. Zwar ist dies gegenüber der ursprünglichen Forderung, die gesamte Körnung auf mindestens 95 Massenprozent < 4 mm zu zerkleinern schon ein deutlicher Fortschritt. Da aber die meisten gängigen Kornverteilungen (z.B. 0/32, 0/45) weniger als 45 Massenprozent einer Kornfraktion < 4 mm besitzen, ist in Zukunft oftmals ein umständlicher Aufbereitungsschritt durch Sieben und Zerkleinern erforderlich. Neben diesem praktischen Problem, kann die Aufbereitung auch nach diesem Kompromiss noch zu einer Veränderung des Materials und dessen Freisetzungseigenschaften führen.

3.3. Forschung zu den methodischen Effekten von Prüfmethode

Die Fragestellung der Vergleichbarkeit von Messergebnissen der CEN- und DIN-Normen wurde in Deutschland aufgegriffen: Das Umweltbundesamt hat hierzu ein UFOPLAN-Vorhaben durchgeführt, Industriebranchen führen eigene Vergleichsuntersuchungen mit ihren mineralischen Bauprodukten durch.

Mineralische Ersatzbaustoffe

Das Zentrum für Angewandte Geowissenschaften der Universität Tübingen (ZAG Tübingen) hat aktuell das Projekt *Evaluierung der Bewertungsverfahren im Kontext mit der Verwertung mineralischer Abfälle in/auf Böden, Teil I: Stofffreisetzungverhalten mineralischer Abfälle* für das Umweltbundesamt (FKZ: 371374228/1) abgeschlossen [13]. Es wurden die Freisetzungspotentiale von Recycling-Baustoffen und Hausmüllverbrennungsaschen vergleichend an Parallelproben nach DIN- (DIN 19528) und EU-Säulenversuchen (DIN EN 14405 aus dem Abfallrecht und CEN/TS 16637-3 aus dem Bauproduktrecht) untersucht. Es kann gezeigt werden, dass die Konzentrationsüberschätzungen gegenüber dem DIN-Säulenversuch mit zunehmendem Anteil der auf < 4 mm zerkleinerten Kornfraktion zunehmen. Deutliche Überschätzungen gibt es deshalb nach der Säulennorm DIN EN 14405 aus dem EU-Abfallrecht (nach wie vor Forderung eines Anteils der Kornfraktion < 4 mm von mindestens 90 Massenprozent) gegenüber der DIN-Norm. Die Abweichungen zwischen dem nun verabschiedeten Kompromiss für den Säulenversuch aus dem Bauproduktenrecht und der deutschen Norm sind für die hier untersuchten RC-Baustoffe und Hausmüllverbrennungsaschen geringer und liegen nur selten im bewertungsrelevanten Bereich. Das heißt, der EU-Säulenversuch nach CEN/TS 16637-3 führt kaum zu Klassenverschiebungen bei der Materialklassifizierung nach geplanter MantelV (vgl. [13] und [12]).

Mineralische Primärrohstoffe

Nach wie vor gibt es für natürliche Gesteinskörnungen in Deutschland keine technischen oder gesetzlichen Vorschriften, aus denen Umwelanforderungen für das in Verkehr bringen natürlicher Gesteinskörnungen ableitbar wären. So bestätigt beispielsweise das Umweltministerium Baden-Württemberg weiterhin, dass der hierzu einschlägige Erlass über die *Nichtanwendbarkeit abfalltechnischer Regelwerke auf mineralische Primärrohstoffe* von 2002 vom damaligen Ministerium für Umwelt und Verkehr unbefristet gültig ist. Allerdings bleibt den Behörden in speziellen Einzelfällen immer vorbehalten, aus Gründen des Grundwasser- und/oder Bodenschutzes verschärfende Anforderungen auch an die einzusetzenden Primärrohstoffe zu stellen. Vor dem Hintergrund der Diskussionen um die CE-Kennzeichnung *Umwelt* im Rahmen der BauPVO führt die Industrie derzeit Pilotstudien zur vergleichenden Untersuchung ausgewählter Gesteine und Sedimente mit verschiedenen DIN- und EU-Säulenversuchen durch.

4. Literatur

- [1] Bundesministeriums für Umwelt, Natur- und Verbraucherschutz, Bau und Reaktorsicherheit: Verordnung der Bundesregierung im Entwurf des Bundesministeriums für Umwelt, Natur- und Verbraucherschutz, Bau und Reaktorsicherheit zur Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung vom 05. Mai 2017, Bundestagsdrucksache 18/12213 vom 17. Juli 2017, www.bundesrat.de
- [2] CEN/TS 16637-1: Bauprodukte – Bewertung der Freisetzung von gefährlichen Stoffen – Teil 1: Leitfaden für die Festlegung von Elutionsverfahren und zusätzlichen Prüfschritten. In: Beuth-Verlag DIN SPEC 18046-1:2018-12, Ausgabe 12/2018, www.beuth.de

- [3] CEN/TS 16637-2: Bauprodukte – Bewertung der Freisetzung von gefährlichen Stoffen – Teil 2: Horizontale dynamische Oberflächenelution. In: Beuth-Verlag DIN SPEC 18046-2:2014-11, Ausgabe 11/2014, www.beuth.de
- [4] CEN/TS 16637-3: Bauprodukte – Bewertung der Freisetzung von gefährlichen Stoffen – Teil 3: Horizontale Perkolationsprüfung im Aufwärtsstrom. In: Beuth-Verlag DIN SPEC 18046-3:2016-12, Ausgabe 12/2016, www.beuth.de
- [5] DIN EN 14405: Charakterisierung von Abfällen – Untersuchung des Elutionsverhaltens – Perkolationsprüfung im Aufwärtsstrom (unter festgelegten Bedingungen). In: Beuth-Verlag DIN EN 14405:2017-05, Ausgabe 05/2017, www.beuth.de
- [6] DIN 19528: Elution von Feststoffen – Perkolationsverfahren zur gemeinsamen Untersuchung des Elutionsverhaltens von organischen und anorganischen Stoffen für Materialien mit einer Korngröße bis 32 mm – Grundlegende Charakterisierung mit einem ausführlichen Säulenversuch und Übereinstimmungsuntersuchung mit einem Säulenschnelltest, Deutsches Institut für Normung – DIN, In: Beuth-Verlag DIN 19528:2009-01, Ausgabe 01/2009, www.beuth.de
- [7] EU KOM DG Growth: Diverse Mandate (M 124, M 125, M 366). In: Mandates Database, <http://ec.europa.eu/growth/tools-databases/mandates/index.cfm?fuseaction=search.detail&id=250>
- [8] Ilvonen, O.; Kalbe, U.; Susset, B.; Wurbs, J.: Diskussionspapier zu den Auswirkungen europäisch genormter Säulentests für Bauprodukte und Abfälle auf die deutsche DIN 19528 (Perkolationsverfahren für Feststoffe) und die Ersatzbaustoffverordnung. In: DIN-, CEN-live-link (NA 119-01-02-05 UA N 691), Berlin, 2013
- [9] Nederlands Normalisatie-instituut: Indicative List of Regulated Dangerous Substances possibly associated with Construction Products under the CPD = DS 041/051 rev.12. In: Nederlands Normalisatie-instituut, Delft, 2012, <https://www.nen.nl/>
- [10] Susset, B.: Einheitliches Analyseverfahren für mineralische Ersatzbaustoffe auf EU-Ebene vor dem Hintergrund uneinheitlicher Umwelanforderungen in den Mitgliedsstaaten. In: Thomé-Kozmiensky, K. J. (Hrsg.): Mineralische Nebenprodukte und Abfälle – Aschen, Schlacken, Stäube und Baurestmassen-, Band 2. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2015, S. 79-90
- [11] Susset, B.; Dijkstra, J.; Van Zomeren, A.: Vergleich der Grenzwertableitungskonzepte für den Pfad Boden-Grundwasser in Deutschland und den Niederlanden vor dem Hintergrund der Normung von technischen Grundlagen eines europäischen Säulenversuches (TS 3) zur Bestimmung der Stofffreisetzung aus Bauprodukten. Endbericht, Übersetzung vom 20.10.2014 aus: Technical principles underlying limit values for release of substances for the percolation test TS3: comparison DE and NL, In: Internetseiten des Umweltbundesamtes und des Deutschen Ausschuss für Stahlbeton, www.dafstb.de/application/Uebersetzung_E13059_Final_Report_Regulations_Susset_Zomeren_Dijkstra_FinalSu03_11_14s.pdf; www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/produkte/bauprodukte/eu-recht-fuer-bauprodukte. Klicken Sie weiter unter: Bewertungskonzepte für Auslaugung in Deutschland und Niederlande, Berlin/Dessau, 2014
- [12] Susset, B.; Mayer, U.; Finkel, M.; Grathwohl, P.: Weiterentwicklung von Kriterien zur Beurteilung des schadlosen und ordnungsgemäßen Einsatzes mineralischer Ersatzbaustoffe und Prüfung alternativer Wertevorschläge. In: UBA-Texte, UBA Text 26/2018, Dessau, 2018, <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/weiterentwicklung-von-kriterien-zur-beurteilung-des>
- [13] Susset, B.; Grathwohl, P.; Finkel, M.; Oest, J.; Betz, A.: Evaluierung der Bewertungsverfahren im Kontext mit der Verwertung mineralischer Abfälle in/auf Böden, Teil I: Stofffreisetzungsverhalten mineralischer Abfälle. In: UBA-Texte, UBA Text 112/2017, Dessau, 2017, <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/evaluierung-der-bewertungsverfahren-im-kontext-der>
- [14] Umweltbundesamt: Auszüge aus Informationsseite des UBA zur BauPVO. Online: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/produkte/bauprodukte/eu-recht-fuer-bauprodukte/eu-bauproduktenverordnung>

Ansprechpartner



Dr. rer. nat. Bernd Susset

Geschäftsführer/Inhaber Gutachterbüro SiWaP

Galgenbergstraße 70

72072 Tübingen, Deutschland

+49 711 32732131

b.susset-siwap@t-online.de

Umweltgerechte Aufbereitung, Verwertung und Entsorgung



SORTATEC
SORTIER- UND ANLAGENTECHNIK

PROFITABLE
RECYCLING-
ANLAGEN



Erfüllen Sie mit uns die Anforderungen nach der Gewerbeabfallverordnung

Bauabfallsortierung
Recyclingprodukte
Altholzrecycling
Abbruch
Logistik



Voll in
unserem
Element

WIR BIETEN IHNEN

- ANLAGEN ZUR AUFBEREITUNG VON INDUSTRIELLEN NEBENPRODUKTEN (MV-SCHLACKE)
- NICHEISENSCHEIDEANLAGEN
- SIEB-UND BRECHANLAGEN
- SICHTUNGS-UND SORTIERTECHNIK
- SPEZIALAPPARATEBAU

info@heidemann-recycling.de
www.heidemann-recycling.de

info@sortatec.de
www.sortatec.de
Tel.: 04144/69897 0

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar

Stephanie Thiel, Elisabeth Thomé-Kozmiensky,
Thomas Pretz, Dieter Georg Senk, Hermann Wotruba (Hrsg.):

Mineralische Nebenprodukte und Abfälle 6
– Aschen, Schlacken, Stäube und Baurestmassen –

ISBN 978-3-944310-47-3 Thomé-Kozmiensky Verlag GmbH

Copyright: Elisabeth Thomé-Kozmiensky, M.Sc., Dr.-Ing. Stephanie Thiel
Alle Rechte vorbehalten

Verlag: Thomé-Kozmiensky Verlag GmbH • Neuruppin 2019
Redaktion und Lektorat: Dr.-Ing. Stephanie Thiel, Dr.-Ing. Olaf Holm,
Elisabeth Thomé-Kozmiensky, M.Sc.
Erfassung und Layout: Elisabeth Thomé-Kozmiensky, Claudia Naumann-Deppe, Sarah Pietsch,
Janin Burbott-Seidel, Ginette Teske, Roland Richter,
Cordula Müller, Gabi Spiegel
Druck: Universal Medien GmbH, München

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.