

## Aufbereitete Asche aus Abfallverbrennungsanlagen als Zuschlagstoff bei der Herstellung von Betonpflastersteinen

Huub Creuwels, Gert van der Wegen, Edwin Heijnsdijk und Jan Kappetein

|    |   |     |
|----|---|-----|
| 1. | Aufbereitungsverfahren von AEC-Rostasche zu AEC-Granulat.....   | 225 |
| 2. | Betontechnologische Forschung zur Bewertung von AEC-Granulat .. | 225 |
| 3. | Wiederverwendung von AEC-Beton als rezyklierte Granulate.....   | 227 |
| 4. | Regulierung.....  | 228 |
| 5. | Qualitätskontrolle, Überwachung und Zertifizierung .....        | 230 |
| 6. | Anwendungspraxis .....  | 230 |
| 7. | Schlussfolgerung .....  | 232 |
| 8. | Quellen .....   | 232 |

Haushaltsabfall – und damit gleichwertiger industrieller Abfall – wird verbrannt um Energie zurückzugewinnen und das Abfallvolumen zu verringern. Von den neun Millionen Tonnen an Haushaltsabfall, die jährlich in den Niederlanden erzeugt werden, werden ungefähr vier Millionen Tonnen verbrannt. Die Verbrennung findet in Abfallverbrennungsanlagen statt und liefert etwa eine Million Tonnen an Rostasche.

Diese Rostasche wurde in der Vergangenheit mithilfe einfacher Aufbereitungsverfahren wie Abscheidung von Metallen, Siebung und Handsortierung zu ungebundenen Zuschlagstoffen für Fundierungsanwendungen aufbereitet. Diese Rostasche wurde in den Niederlanden aufgrund der Auslaugung und der daraus resultierenden umwelthygienischen Qualität als IBC-Baustoff gekennzeichnet. IBC steht für Isolieren (I), Verwalten (B) und Kontrollieren (C).

Für die Anwendung von IBC-Baustoffen ist es notwendig, strenge Maßnahmen zu treffen, um die Umwelt zu schützen. Das Schützen der Umwelt besteht u.a. darin die verwendete Rostasche mit Folie und einer Sand-Bentonit-Mischung zu isolieren.

Der Verwalter eines IBC-Werks verpflichtet sich, dieses während einer Dauer von fünfzig Jahren zu verwalten und zu kontrollieren. Beispielsweise die Abdichtung auf Leckage zu prüfen und das Wasser, das mit der Abdichtung in Kontakt kommt, zu prüfen und zu reinigen.



Bild 1:

Aufbau eines IBC-Werks

Da die Aufbereitung sehr aufwendig ist, wird diese MVA-Rostasche vorrangig in Projekten mit großer Einsatzmenge und relativ kleiner abzudeckender Oberfläche (aufgrund des Preisvorteils) angewendet. So zum Beispiel bei Autobahnüberführungen und Lärmschutzwällen.

Im Laufe der Zeit sind Probleme mit der Abdichtungsstruktur entstanden. Die Sand-Betonit-Abdichtung hielt einer hohen Salz-Konzentration nicht stand. Durch die damalige einfache Aufbereitung war der Gehalt an Salzen hoch. Wenn die Abdichtung nicht mehr optimal funktioniert, ist der Schutz der Umwelt nicht mehr gesichert. Die Anwendung wurde von der Behörde daraufhin nicht mehr unterstützt.

Durch diesen Rückschritt entstanden in den Abfallverbrennungsanlagen sehr große Halden an Rostasche. Die Betreiber suchten nach Alternativen mit einer wertvolleren Anwendung – zum Beispiel als Beton. Aufgrund des zunehmenden Marktwertes von Metallen wurden Prozesse zur Aufbereitung von AVI-Rostaschen entwickelt. Die Entwicklung war derartig, dass die Qualität der verbliebenen Mineralfraktion (aufbereitete Rostasche) die Anwendung als Zuschlagstoff in Beton ermöglichte.

Auf Initiative der Vereniging Afvalbedrijven (VA) Vereinigung der Abfallunternehmen wurde nach Alternativen außerhalb der IBC-Anlage gesucht. Als Maßstab für die Anwendung von solch großen Mengen, die jährlich entstehen, wurden Beton und Asphalt vorgesehen. Auch die Alterung der Rostasche wurde untersucht. Diese reduziert die Auslaugung, wodurch eine Anwendung in ungebundener Form möglich ist.

Zementgebundene Anwendungen wie Beton, Fundierung und Immobilisierung lieferten die besten Perspektiven.

Im Rahmen der Niederländischen Technischen Kommission, CUR VC 89, hat SGS INTRON das Verhalten von aufbereiteter AVI-Rostasche als Zuschlagstoff für Beton untersucht.

Vor einigen Jahren wurden Abfallverbrennungsanlagen in *Abfall- und Energie-Zentrale* (AEC) umbenannt. Nicht aufbereitete Rostasche, die bei der Verbrennung freigesetzt wird, wird dann noch immer als AVI-Rostasche bezeichnet. Nachdem eine erste Aufbereitung stattgefunden hat, wird die Asche als AEC-Rostasche bezeichnet.

Durch die weitere Aufbereitung wird die Qualität der AEC-Rostasche erhöht und ist damit möglicherweise für die Anwendung als Zuschlagstoff in Beton geeignet. Wenn das Granulat als Zuschlagstoff für Beton geeignet ist, wird es als AEC-Granulat bezeichnet.

## 1. Aufbereitungsverfahren von AEC-Rostasche zu AEC-Granulat

Die übliche Aufbereitung von AVI-Rostasche geschieht durch Siebung und Trennung von Metallen. Fe-Metalle werden mithilfe von Magneten abgetrennt. Die Abtrennung von NE-Metallen, wie z.B. Aluminium, Zink und Kupfer, geschieht mit Wirbelstromscheidern.

Diese Standard-Qualität kann durch die Verarbeitung in einem zusätzlichen nassen oder trockenen Verfahren weiter erhöht werden. Das nasse Verfahren ist mit dem Waschen von verunreinigtem Boden zu vergleichen.

Das trockene Verfahren – die sogenannte ADR-Technologie – beruht auf ballistischen Prinzipien, hier wird die Wasserverbindung zwischen den feinen Partikeln aufgebrochen.

Bei beiden Aufbereitungsverfahren wird nicht nur die abgetrennte Menge an Metallen erhöht, sondern auch die der sehr porenhaften Partikel – insbesondere für die feineren Körnungen. Nach dem nassen Verfahren enthält das AEC-Granulat wesentlich weniger Feinanteile und Salze (wie Chlorid und Sulfat) als nach dem trockenen Verfahren.

## 2. Betontechnologische Forschung zur Bewertung von AEC-Granulat

Für die Anwendung von Sand, Kies und Splitten als Zuschlagstoffe in Beton sind europäische Anforderungen gestellt, um die Dauerhaftigkeit des Betons zu gewährleisten. Diese Anforderungen sind in DIN EN 12620 festgelegt.

Um AEC-Granulat in Beton verwenden zu können, wurde das Granulat charakterisiert. Die Eignung von AEC-Granulat als Zuschlagstoff in Beton wird mithilfe umfangreicher betontechnologischer Prüfungen überprüft. Bei der betontechnologischen Prüfung wird ein Teil der Zuschlagstoffe (nur Kies oder Sand und Kies) durch AEC-Granulat ersetzt.

Damit die Flexibilität der Gesteinskörnungen von AEC-Granulat in Betonmischungen möglich ist, sind sowohl feine Gesteinskörnungen (0/2 mm) als auch grobe Gesteinskörnungen (2/12 mm) in die Prüfungen mit einbezogen.

Die Charakterisierung der AEC-Granulate aus beiden Aufbereitungsverfahren erfolgt durch Untersuchung bestimmter Eigenschaften, die vor dem Hintergrund der Herkunft des Granulats möglicherweise die Qualität des Betons beeinflussen kann.

Die Eigenschaften wie Rohdichte, Wasseraufnahme, Glühverlust, Gehalt an Chlorid, Sulfat, Alkalien und Feinanteilen ( $< 63 \mu\text{m}$ ) wurden bestimmt. Zusätzlich wurde auch der Anteil an metallischem Aluminium und Zink geprüft. Diese Anteile können in hoch alkalischen Lösungen, wie dem Porenwasser, zu der Bildung von Wasserstoffgas führen.

Für die Anwendung in nicht-konstruktivem Beton muss die Kornrohddichte des feinen und groben AEC-Granulats oberhalb der Minimum-Grenze von  $2.000 \text{ kg/m}^3$  liegen. Für die Anwendung von Zuschlagstoffen in konstruktivem Beton sind Kornrohddichten von mindestens  $2.100 \text{ kg/m}^3$  (für feine AEC-Granulate) erforderlich und  $2.200 \text{ kg/m}^3$  (für grobe AEC-Granulate). Gemäß der DIN EN 12620 werden Gesteinskörnungen mit Kornrohddichten zwischen  $2.000$  bis  $3.000 \text{ kg/m}^3$  als normale Gesteinskörnung bezeichnet. Diese Kornrohddichten sind notwendig, um gute mechanische Eigenschaften des Betons zu verwirklichen.

Aufgrund dieser Kornrohddichte kann das AEC-Granulat als Zuschlagstoff für Beton angewendet werden und soll den Anforderungen in DIN EN 12620 entsprechen. Auf diese Weise kann die Qualität gesichert werden und einige Parameter wie Glühverlust, Gehalt an Chlorid und Alkalien sind durch trockene Aufbereitung höher. [6].

Um festzustellen, welcher Anteil an Kies oder Sand und Kies durch AEC-Granulat ersetzt werden kann, ist die Druckfestigkeit des Betons (nach 28 Tagen) bei verschiedenen Ersatzraten zu überprüfen.

Im Bild 2 wird der Effekt der Ersatzrate gezeigt. Die Druckfestigkeit des Referenzbetons (ohne Ersetzung durch AEC-Granulat) ist auf 100 Prozent gestellt. Der Effekt zeigt einen relativen Rückgang der Druckfestigkeit.

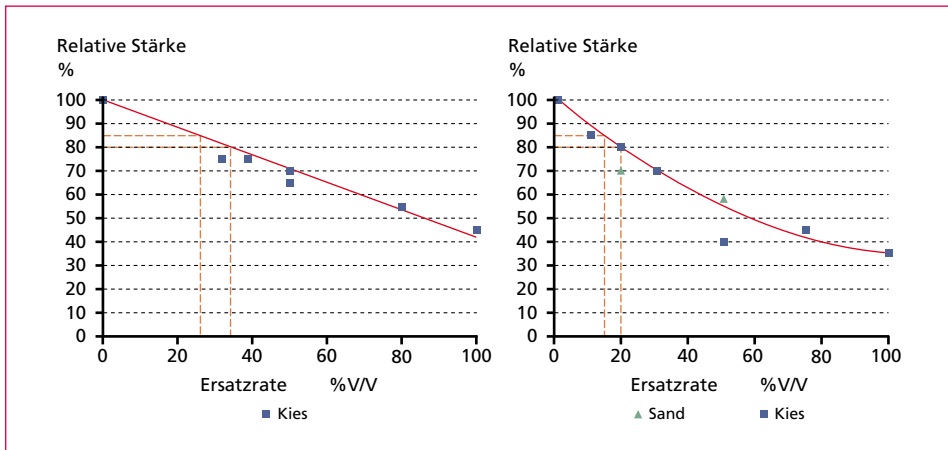


Bild 2: Effekt von Ersatzrate von Kies und Sand und Kies durch AEC-Granulat: (a) nur Ersetzung von Kies; (b) Ersetzung von Sand und Kies

Ein 15- bis 20-prozentiger Rückgang der Betondruckfestigkeit kann durch Senkung des effektiven Wasser-/Zementverhältnisses in der Betonmischung kompensiert werden.

Im Rahmen der umfangreichen betontechnologischen Forschung [5] hat sich die technische Kommission entschieden, dass nur 20 Vol.-Prozent des Kiesanteils oder 20 Vol.-Prozent an Sand und Kies ersetzt werden dürfen. In nicht-konstruktivem Beton sind jetzt Ersetzungen bis 50 Vol.-Prozent des Kiesanteils oder 50 Vol.-Prozent Sand und Kies möglich.

Aufgrund dieser Forschung ergibt sich, dass die Ersetzung von maximal 20 Vol.-Prozent Kies oder Sand und Kies keinen relevanten Einfluss auf folgende Faktoren hat:

- die Verarbeitbarkeit oder deren Abnahme über die Zeit,
- Luftporengehalt und
- Wasserabtrennung.

Die Gasbildung, aufgrund des metallischen Aluminiums (und Zink), ist geringer als 1 Vol.-Prozent, wenn der Gehalt dieser Metalle in AEC-Granulat geringer als 1 Prozent ist (m/m).

Die konstruktiven Aspekte wie Festigkeit werden durch die Ersetzung mit AEC-Granulat beeinflusst. Bei einer Ersetzung von 20 Vol.-Prozent an Kies wird 10 Prozent Rückgang in der Druckfestigkeit festgestellt, bei einer Ersetzung von 20 Vol.-Prozent an Sand und Kies ein Rückgang von 20 Prozent (Bild 3).

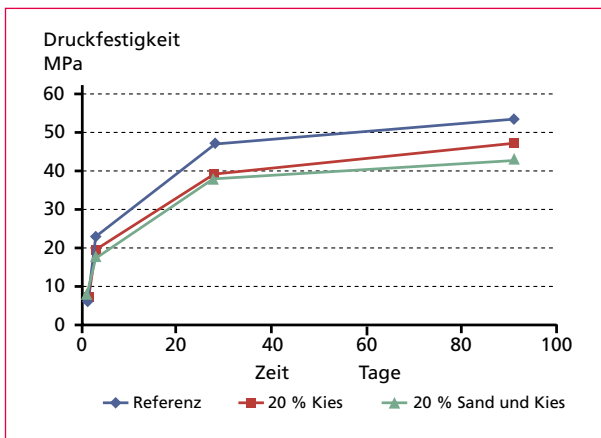


Bild 3:

Entwicklung der Druckfestigkeit

Einige betontechnologische Effekte sind durch Kompensierung des Wasser-/Zement-Verhältnisses zu verbessern. Von Beton mit porenhaften Körnungen ist bekannt, dass Schwindung und Kriechen erhöht sein können. Bei der Anwendung in konstruktivem Beton sollen diese Eigenschaften berücksichtigt werden.

Die Untersuchung von Dauerhaftigkeit, Karbonatisierung und Frost-Tausalzbeständigkeit, zeigt im Vergleich zum Referenzbeton ein gleichwertiges oder besseres Verhalten.

Vorhandene Glasteilchen und metallisches Aluminium im AEC-Granulat können Expansion beziehungsweise Alkali-Kieselsäure-Reaktion (AKR) und Gasbildung verursachen.

### 3. Wiederverwendung von AEC-Beton als rezyklierte Granulate

Um den Rohstoffkreislauf zu schließen und eine weitere Rezyklierung zu ermöglichen, wird untersucht, ob eine Anwendung von Betongranulat aus AEC-Beton möglich ist.

Mit neun Monate altem Beton, der 20 Vol.-Prozent AEC-Granulat als Zuschlagstoff enthält, wurde durch Brechen und Siebung AEC-Betongranulat in verschiedenen Korngemischen hergestellt. Mit diesem AEC-Betongranulat wurden ebenfalls Betongemische angefertigt.

In dieser Betonmischung wurde der Anteil an Kies völlig (100 Vol.-Prozent) ersetzt.

Bei den Betonmischungen sind sowohl die wichtigsten Frischbetoneigenschaften, als auch die Druckfestigkeitsentwicklung und die Spaltzugfestigkeit geprüft. Sowohl in dem Frischbeton als auch in dem ausgehärteten Beton sind diese betontechnologischen Eigenschaften gleich.

AEC-Betongranulat ist von gleicher Qualität wie die herkömmlichen Betongranulate. Eine zukünftige Anwendung von AEC-Betongranulat als Recycling-Granulat in Beton ist daher möglich.

#### 4. Regulierung

Aufbereitete AEC-Rostasche ist als Zuschlagstoff für Beton geeignet. Die Anwendung ist aber an bestimmte Grenzwerte gebunden. Zusätzliche Anforderungen an die Eigenschaften der AEC-Rostasche sind notwendig.

Aufgrund des Forschungsprogramms und weiteren betontechnologischen Erfahrungen hat eine technische Kommission (CUR VC 89) eine Empfehlung CUR-Aanbeveling 116, [4] formuliert.

In den Niederlanden ist eine solche Empfehlung einer Pre-Norm gleichzusetzen. In diese Empfehlung sind nicht nur die notwendigen Analysen und Methoden aufgenommen, sondern auch die Grenzwerte.

Auch sind die Bedingungen für die Anwendung in konstruktivem und nicht-konstruktivem Beton von AEC-Granulat aufgeführt. Zum Beispiel ist für konstruktiven Beton eine Ersetzung bis zu 20 Vol.-Prozent an Sand oder Sand und Kies möglich. Für nicht konstruktiven Beton sind Ersetzungen bis zu 50 Vol.-Prozent erlaubt.

Zur Qualitätssicherung des Produktionsprozesses des AEC-Granulats ist aufgrund der CUR-Aanbeveling eine Beurteilungsrichtlinie BRL 2307 [1] aufgestellt worden. Es ist für die Produzenten möglich, ein Produktzertifikat auf Basis der Beurteilungsrichtlinie BRL 2507 [2] zu erhalten. Damit wird die Anwendung von AEC-Granulat in Beton vereinfacht.

Neben den technischen Anforderungen wurden für die Anwendung von Baustoffen in den Niederlanden Grenzwerte für die mögliche Emission von Schwermetallen und Salzen festgelegt. Diese Emissionsgrenzwerte der unterschiedlichen Schwermetalle wurden in das Boden-Qualität-Dekret [3] aufgenommen. Alle Produkte, die in den Niederlanden auf oder im Boden angewendet werden, sollen die maximalen Grenzwerte unterschreiten.

Diese umwelthygienischen Aspekte sind auch bei Betonprodukten mit AEC-Granulat zu überprüfen (siehe Anwendungspraxis).

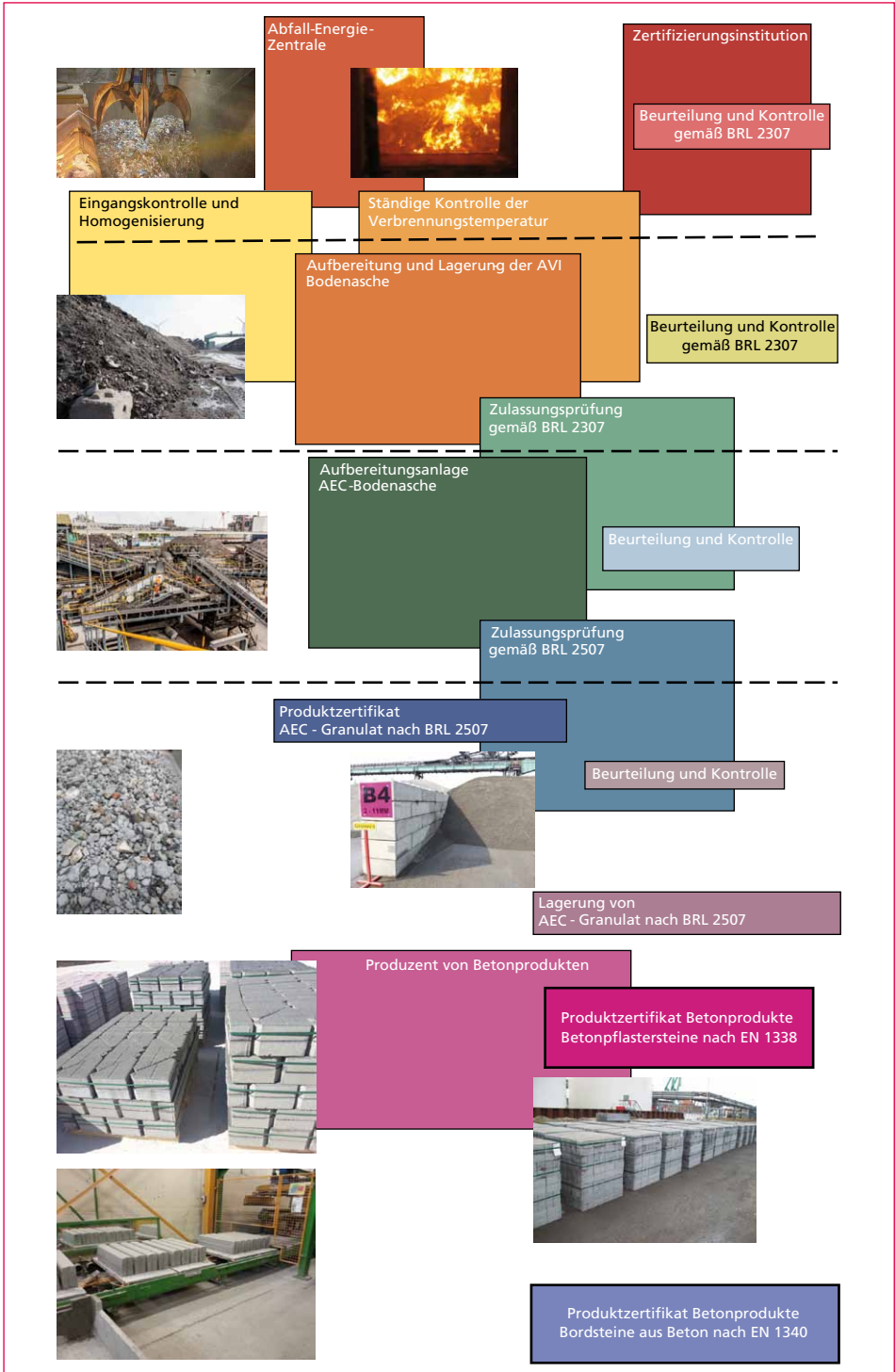


Bild 4: Qualitätskette im Rahmen der Zertifizierung der AEC-Granulate

## 5. Qualitätskontrolle, Überwachung und Zertifizierung

Die Herkunft der Abfälle, die in Abfall-Energie-Zentralen verwertet werden, ist sehr unterschiedlich. Damit die Qualität der produzierten AEC-Rostasche und damit auch die Qualität der AEC-Granulate gewährleistet ist, wird die gesamte Produktionskette ständig kontrolliert.

Die Produktionskontrolle wird nicht nur vom Produzenten ausgeführt, sondern auch von unabhängigen Auditoren verschiedener Zertifizierungsinstitutionen.

Heros Sluiskil ist in den Niederlanden der erste Produzent, der AEC-Granulat unter dem Namen GRANOVA auf den Markt bringt. Dieses AEC-Granulat ist das erste vollständig zertifizierte Produkt das als Zuschlagstoff für Beton im Markt eingesetzt werden kann.

Die meisten technischen und umwelthygienischen Daten des AEC-Granulats und des AEC-Betons aus diesem Artikel sind aufgrund der Erfahrung mit dem AEC-Granulat Granova zustande gekommen.

Die ganze Kette der Qualitätsüberwachung von Abfall-Energie-Zentrale bis zum zertifizierten Produkt ist in Bild 4 schematisch dargestellt.

## 6. Anwendungspraxis

Die Verwendung von AEC-Granulaten in Beton hat ihre Anfänge in nicht-konstruktiven Betonprodukten, da die Risiken im Vergleich zu konstruktiven Beton nicht so groß sind.

Es gibt nicht nur weniger Anforderungen für diese Betonprodukte, sondern diese sind auch leichter zu erfüllen. Aus betontechnologischer Hinsicht ist die Verwendung von eckigen Gesteinskörnungen in solchen erdfeuchten Betonmischungen vorteilhaft.

Es wird einfacher sein den Absatzmarkt für Betonprodukte mit AEC-Granulat zu durchdringen, als mit regulärem Beton.

Das hat dazu geführt, dass der Hersteller von AEC-Granulat – zusammen mit einem Produzenten – begonnen hat Betonpflastersteine, Betonplatten und Bordsteine zu produzieren. Für diese Betonprodukte ist aufgrund technischer Prüfungen die Ergänzung von Sand und/oder Kies bis zu 40 Vol.-Prozent möglich.

In den Niederlanden gibt es schon seit drei Jahren gute Praxiserfahrungen.

Um Produkte aus Beton für bestimmte Anwendungen auf den Markt zu bringen, sind die Anforderungen in spezifische europäische Standards aufgenommen:

- EN 1338 Pflastersteine aus Beton,
- EN 1339 Platten aus Beton,
- EN 1340 Bordsteine aus Beton.

In Tabelle 1 sind die technischen Daten der Pflastersteine und Platten aufgenommen:



Tabelle 1: Eigenschaften der Betonprodukte mit Ersatz von Zuschlagstoff durch AEC-Granulat

| Produkt        | Ersatz durch AEC-Granulat | Eigenschaft                  | Messwert N/mm <sup>2</sup> | Grenzwert im Standard N/mm <sup>2</sup> |
|----------------|---------------------------|------------------------------|----------------------------|---|
| Pflastersteine | 0 %                       | Spaltzugfestigkeit (35 Tage) | 4,7                        | ≥ 3,6                                   |
|                | 40 Vol.-%                 |                              | 4,3                        |   |
| Platten        | 0 %                       | Biegezugfestigkeit (35 Tage) | 6,6                        | ≥ 5,0                                   |
|                | 40 Vol.-%                 |                              | 6,0                        |   |
|                | 35 Vol.-%                 |                              | 6,0 bis 6,5                |   |

Aus Tabelle 1 wird ersichtlich, dass sowohl die Werte für Spaltzugfestigkeit als auch für Biegezugfestigkeit der Betonprodukte den Grenzwerten des Europäischen Standards entsprechen – bei einer Ersetzung bis zu 40 Vol.-Prozent.

Neben den technischen Anforderungen wurden für die Anwendung von Baustoffen in den Niederlanden Grenzwerte für die mögliche Emission von Schwermetallen und Salzen festgelegt. Diese umwelthygienischen Aspekte werden auch bei Betonprodukten mit AEC-Granulat geprüft. Die Emission der meisten Schwermetalle und Salze ist so niedrig, dass keine Auslaugung festgestellt werden kann.

Keines der Schwermetalle und Salze überschreitet die gestellten Grenzwerte für gorm-gegebene Baustoffe. Als Beispiel der sehr geringen Emission, sind die Auslaugung von Barium (Ba), Blei (Pb) und Chlorid (Cl) aus AEC-Beton in Bild 5 dargestellt. Die Emission von Barium (Ba) beträgt 5 Prozent des maximalen Grenzwerts, für Blei (Pb) und Chlorid ist die Emission weniger als 1 Prozent des maximalen Grenzwerts.

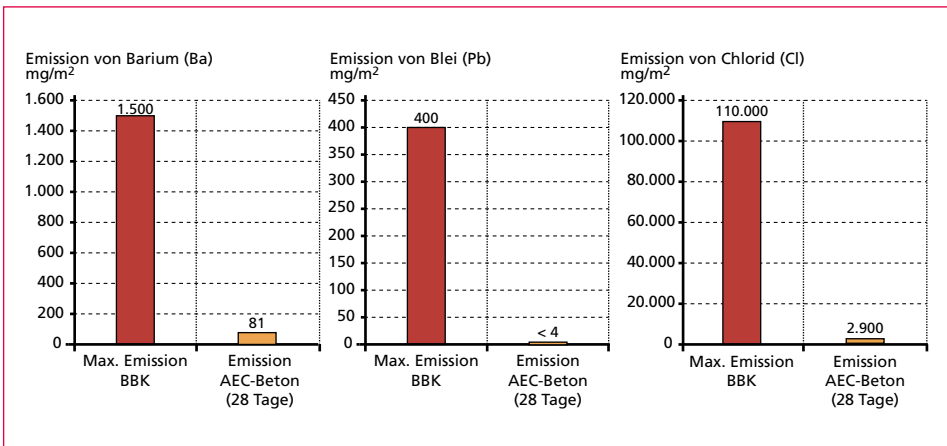


Bild 5: Emission aus AEC-Beton (40 Vol.-% Ersatz) mit dem Tanktest; (a) Barium (Ba), (b) Blei (Pb), (c) Chlorid (Cl)

Für die betontechnologischen und emissionsbedingten Prüfungen ist Heros/Granova AEC-Granulat benutzt worden.

## 7. Schlussfolgerung

- AEC-Granulat – aufbereitet aus AEC-Rostasche – ist verwendbar als Zuschlagstoff für Beton.
- Für die Anwendung von AEC-Granulaten sind im CUR-Aanbeveling 116 zusätzliche Anforderungen an die Rohdichte, den Anteil an metallischem Aluminium und Zink, den Gehalt an Sulfat und Alkalien, den Glühverlust und die Auswirkung auf den Erstarrungsprozess gestellt.
- Beton kann mit bis zu 20 Vol.-Prozent Ersetzung von Sand und/oder Kies in konstruktiver Anwendung und mit bis zu 50 Vol.-Prozent in nicht-konstruktiver Anwendung produziert werden – mit gleichwertigen Eigenschaften.
- AEC-Beton kann als rezykliertes Granulat wiederverwendet werden – in technischer als auch in umwelthygienischer Hinsicht.
- Es gibt ein gut funktionierendes System zur Qualitätssicherung (BRL 2507) des AEC-Granulats als Zuschlagstoff für Beton.
- In den Niederlanden gibt es gute Praxiserfahrungen mit Betonpflastersteinen und Bordsteinen, die mit AEC-Granulaten gefertigt wurden.
- Die Emission von Schwermetallen und Salzen von Beton mit AEC-Granulat ist viel niedriger als die gestellten maximalen Emissionswerte in den Niederlanden.

## 8. Quellen

- [1] Beoordelingsrichtlijn BRL 2307, KIWA
- [2] Beoordelingsrichtlijn BRL 2507, KIWA
- [3] Besluit Bodemkwaliteit, De Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer en de Staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat
- [4] CUR-Aaanbeveling 116, Stichting CUR, 2011
- [5] van der Wegen: CUR-rapport 243, Stichting CURNET 2012
- [6] van der Wegen: Upgraded MSWI Bottom Ash as Aggregate in Concrete, Waste and Biomass Valorisation 2013; Hofstra. Speerstra.

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

Thomé-Kozmiensky, K. J. (Hrsg.): **Mineralische Nebenprodukte und Abfälle 3**  
– Aschen, Schlacken, Stäube und Baurestmassen –  
ISBN 978-3-944310-28-2 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 2016  
Redaktion und Lektorat: Professor Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Karl J. Thomé-Kozmiensky,  
Dr.-Ing. Stephanie Thiel, Elisabeth Thomé-Kozmiensky, M.Sc.  
Erfassung und Layout: Sandra Peters, Ginette Teske, Janin Burbott-Seidel,  
Claudia Naumann-Deppe, Anne Kuhlo, 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.