

TEXTE

50/2011

Harmonisierung von Prüfmethoden für den Vollzug der EG-Bauprodukten-Richtlinie

Validierung eines europäischen Auslaugtests für Bauprodukte

Kurzfassung

UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES
BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT,
NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT

Forschungskennzahl 3709 95 303
UBA-FB 001487/KURZ

Harmonisierung von Prüfmethoden für den Vollzug der EG-Bauprodukten-Richtlinie

Validierung eines europäischen Auslaugtests für Bauprodukte

Kurzfassung

von

Dr. Jörg Rickert, Dr. Gerhard Spanka
Verein Deutscher Zementwerke e. V., Düsseldorf

Dr. Holger Nebel
Institut für Bauforschung der RWTH Aachen, Aachen

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

UMWELTBUNDESAMT

Diese Kurzfassung ist ausschließlich als Download unter
<http://www.uba.de/uba-info-medien/4153.html>
verfügbar. Hier finden Sie auch die Langfassung auf Deutsch
und Englisch sowie eine englische Kurzfassung.

Die in der Studie geäußerten Ansichten
und Meinungen müssen nicht mit denen des
Herausgebers übereinstimmen.

ISSN 1862-4804

Durchführung
der Studie:

Verein Deutscher
Zementwerke e.V.
Tannenstraße 2
40476 Düsseldorf

Institut für Bauforschung
der RWTH Aachen (ibac)
Schinkelstraße 3
52062 Aachen

Abschlussdatum:

Februar 2011

Herausgeber:

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel.: 0340/2103-0
Telefax: 0340/2103-0
E-Mail: info@umweltbundesamt.de
Internet: <http://www.umweltbundesamt.de>
<http://fuer-mensch-und-umwelt.de/>

Redaktion:

Fachgebiet III 1.4 Stoffbezogene Produktfragen
Outi Ilvonen

Dessau-Roßlau, August 2011

1 Einleitung

Bauprodukte im Sinne der europäischen Bauproduktenrichtlinie (BPR) sind Baustoffe, Bauteile und Anlagen, die hergestellt werden, um dauerhaft in bauliche Anlagen des Hoch- und Tiefbaus eingebaut zu werden, sowie vorgefertigte Anlagen, die aus Baustoffen oder Bauteilen hergestellt werden, um mit dem Erdboden verbunden zu werden, wie zum Beispiel Fertighäuser, Fertiggaragen und Silos. Ein Bauprodukt darf nur in den Verkehr gebracht und frei gehandelt werden, wenn die Konformität mit den wesentlichen Anforderungen nachgewiesen ist. Wesentliche Anforderungen an Bauwerke im Sinne der BPR sind:

- Nr. 1: Mechanische Festigkeit und Standsicherheit
- Nr. 2: Brandschutz
- Nr. 3: Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz
- Nr. 4: Nutzungssicherheit
- Nr. 5: Schallschutz
- Nr. 6: Energieeinsparung und Wärmeschutz

Neben den traditionell im Baurecht verankerten Anforderungen fordert die BPR explizit, dass die aus den Bauprodukten herzustellenden Bauwerke die am Verwendungsort geltenden Anforderungen an die Hygiene, die Gesundheit und den Umweltschutz erfüllen und die Gesundheit der Bewohner und der Anwohner nicht gefährden. Technische Spezifikationen (Normen oder Zulassungen), die entsprechend der europäischen Bauproduktenrichtlinie harmonisiert sind, müssen deshalb die für den Schutz der unmittelbaren Umgebung eines Bauwerks notwendigen Festlegungen enthalten.

Da nur wenige nationale Regelungen für Bauprodukte bisher die Freisetzung gefährlicher Substanzen im Fokus hatten, standen auch keine geeigneten europäischen Prüfmethoden zur Verfügung. Dies hat dazu geführt, dass die bisher verabschiedeten harmonisierten europäischen Produktnormen ausschließlich allgemeine Hinweise auf bestehende nationale Anforderungen enthalten. Für die zukünftigen Aus- und Überarbeitungen harmonisierter technischer Spezifikationen fordert die Europäische Kommission nun, dass entsprechende Nachweiskonzepte und zugehörige Nachweisinstrumente, wie zum Beispiel Prüfverfahren und Analysenmethoden, erarbeitet werden. Dazu hat sie Anfang des Jahres 2005 das Mandat M/366 „Entwicklung horizontaler genormter Bewertungsmethoden für harmonisierte Konzepte zu gefährlichen Stoffen gemäß der Bauproduktenrichtlinie (Construction Products Directive – CPD) – Emissionen in Raumluft, Boden, Oberflächenwasser und Grundwasser“ herausgegeben. Das Mandat sieht vor, dass das Europäische Komitee für Normung (CEN) horizontale Prüf- und Bewertungsverfahren erarbeitet. Die konkreten Anforderungen an die Umweltverträglichkeit der Bauprodukte sind jedoch weiterhin national von den einzelnen Mitgliedsstaaten festzulegen.

Zur Bereitstellung der notwendigen generischen, horizontalen Prüf- und Bewertungsverfahren zur Umsetzung des Mandates M/366 hat das CEN im Jahr 2006 das Technische Komitee CEN/TC 351 „Bauprodukte: Bewertung der Freisetzung gefährlicher Substanzen“ etabliert. Das CEN/TC 351 soll bestehende, voneinander abweichende nationale Prüfmethoden oder europäische Methoden aus anderen, angrenzenden Rechtsbereichen zu harmonisierten Prüfmethoden zusammenführen.

Das Hauptergebnis aus der Arbeit des CEN/TC 351 der letzten Jahre sind drei Entwürfe für harmonisierte Prüfnormen. Zwei dieser Prüfnormen sind für die Ermittlung der Auslaugung von anorganischen und organischen Stoffen aus Bauprodukten im Hinblick auf Boden und Wasser bestimmt. Die Methoden dieser Prüfnormen sind ein Tanktest „Generic horizontal dynamic surface

leaching test (DSL) for determination of surface dependent release of substances from monolithic or plate-like or sheet-like construction products“ und ein Säulentest „Generic horizontal up-flow percolation test for determination of the release of substances from granular construction products“. Die dritte Prüfmethode behandelt die Prüfung der Freisetzung von flüchtigen organischen Verbindungen in die Innenraumluft anhand von Prüfkammermessungen „Determination of emissions into indoor air“.

Bevor die vom CEN/TC 351 erarbeiteten Prüfmethoden den Status einer Europäischen Norm (EN) erlangen können, sind noch Robustheitsprüfungen und als zweiter Validierungsschritt Ringversuche erforderlich. Das Ziel der Robustheitsprüfungen ist, durch die Variation ausgewählter Prüfparameter, wie zum Beispiel der Temperatur des Wassers im Stand- und Säulentest oder der Luftwechselrate in der Prüfkammer, zu ermitteln, wie empfindlich die Prüfmethode auf Änderungen der Prüfverhältnisse reagiert. Nach den Robustheitsprüfungen werden die Normentwürfe ggf. entsprechend den Ergebnissen angepasst und als Technische Spezifikation (TS) zur Veröffentlichung eingereicht.

Da die Finanzierung der europäischen Validierungsuntersuchungen im Jahr 2009 noch nicht feststand, wurde vom Umweltbundesamt dieses Forschungsprojekt vergeben, um diesen Prozess zu fördern. Ziel des Forschungsprojektes war es, die Validierungsprüfungen für den Tanktest an Betonen durchzuführen. Dazu war ursprünglich vorgesehen, in einer ersten Phase die Robustheit des Tanktests zu prüfen und dann auf dieser Basis, gegebenenfalls nach entsprechender Überarbeitung des Normentwurfs, in einer zweiten Phase einen europäischen Ringversuch durchzuführen, um die Wiederholbarkeit und die Vergleichbarkeit sowohl innerhalb eines Labors als auch zwischen verschiedenen Laboren zu ermitteln.

Die Diskussionen in der Arbeitsgruppe 1 (WG 1) „Freisetzung in Boden und Grundwasser“ des CEN/TC 351 haben jedoch gezeigt, dass es für einen

solchen europäischen Ringversuch noch zu früh ist. Aus diesem Grund wurde vom Umweltbundesamt vorgeschlagen, keinen Ringversuch durchzuführen, sondern die Robustheitsprüfung für den Tanktest, in einem etwas verminderten Umfang, auf ein weiteres Bauprodukt auszudehnen. Dafür wurde ein mineralischer Mörtel mit einem hohen Anteil organischer Bestandteile vorgesehen, um die Eignung des Tanktests auch für die Untersuchung der Abgabe organischer Substanzen (TOC-Abgabe) festzustellen.

2 Durchführung des Forschungsprojekts und wissenschaftlich-technische Ergebnisse

2.1 Beton

2.1.1 Betonherstellung

Für die Untersuchungen zur Robustheitsprüfung des Tanktests für Betone wurden in drei Betonagen zwei unterschiedliche Betone hergestellt. Die Herstellung und Lagerung der Betone erfolgte entsprechend dem Teil II der Grundsätze des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) zur „Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser“. Für die Betonherstellung wurden ein Portlandzement CEM I 42,5 R und ein Hochofenzement CEM III/A 42,5 N, der mit dem gleichen Klinker wie der Portlandzement produziert wurde, eingesetzt. Die Normeigenschaften, die chemische Zusammensetzung und die Spurenelementgehalte der Zemente sowie die Konsistenz, der Luftgehalt und die 28 d-, 56 d- und 91 d-Druckfestigkeiten der Betone wurden ermittelt.

2.1.2 Auslaugergebnisse für die Betone

Bei der ersten Betonage wurden für die Auslaugprüfungen 28 Betonwürfel mit 100 mm Kantenlänge mit dem Portlandzement (Zementgehalt 280 kg/m³, Wasserzementwert w/z = 0,60) hergestellt. Mit acht Probekörpern wurde der

Tanktest entsprechend dem Normentwurf „Generic horizontal dynamic surface leaching test (DSLT) for determination of surface dependant release of substances from construction products“ durchgeführt. Das Probekörperalter bei Beginn des Auslaugversuchs betrug 56 Tage. Die gewonnenen Eluate wurden entsprechend den DIBt-Grundsätzen hinsichtlich der anorganischen Parameter untersucht, für die eine Geringfügigkeitsschwelle definiert wurde (siehe dazu Tabelle 2). Daneben wurden die Natrium- und Kaliumkonzentration in den Eluaten ermittelt. Bei den Auslaugversuchen mit den weiteren 20 Würfeln dieser Betoncharge wurden die Prüfbedingungen gemäß **Tabelle 1** variiert.

Bei der zweiten Betonage sollte der Einfluss einer erneuten Betonherstellung auf die Versuchsergebnisse überprüft werden. Dazu wurden drei Probekörper mit dem Portlandzement genau wie bei der ersten Betonage hergestellt und der Auslaugversuch als Dreifachbestimmung entsprechend dem Normentwurf (DSLT) durchgeführt. An den Betonen der dritten Betonage sollte der Einfluss der Zementart auf des Auslaugverhalten untersucht werden. Dazu wurden sechs Probekörper mit dem Hochofenzement hergestellt. Die Auslaugprüfungen wurden als Doppelbestimmung entsprechend dem Normentwurf (DSLT) sowie bei 15 °C und entsprechend der niederländischen Norm NEN 7375 durchgeführt, da sich für diese Versuchsvarianten, bei den vorhergehenden Prüfungen der Betone der ersten und zweiten Betonage, der größte Einfluss auf das Analysenergebnis gezeigt hatte.

Abbildung 1 zeigt exemplarisch die kumulierten Chrom- und **Abbildung 2** die kumulierten Natriumfreisetzung für alle Betonversuche der ersten und zweiten Betonage. Die Auswertung der Versuchsergebnisse hat gezeigt, dass die kumulierten Freisetzung bei der Achtfachbestimmung der ersten Betonage für die Elemente Kalium, Natrium, Selen und Vanadium gut übereinstimmen.

Tabelle 1: Variation der Prüfbedingungen¹⁾ bei den Betonversuchen

| Variation Nr. | Beschreibung |
|---------------|--|
| 1 | Verringerung der Vorlagerungszeit auf 28 Tage |
| 2 | Verlängerung der Vorlagerungszeit auf 91 Tage |
| 3 | Verringerung der Prüftemperatur auf 15 °C |
| 4 | Erhöhung der Prüftemperatur auf 25 °C |
| 5 | Kontaktzeiten entsprechend dem DAfStb-Langzeitstandtest |
| 6 | Kontaktzeiten entsprechend der niederländischen Norm NEN 7375 |
| 7 | Verringerung des Verhältnisses vom Volumen des Eluenten zur Oberfläche des Prüfkörpers auf 40 L/m ² |
| 8 | Erhöhung des Verhältnisses vom Volumen des Eluenten zur Oberfläche des Prüfkörpers auf 120 L/m ² |
| 9 | Verringerung des pH-Werts des Ausgangsprüfwassers auf einen Wert von 4 |
| 10 | Erhöhung des pH-Werts des Ausgangsprüfwassers auf einen Wert von 10 |

¹⁾ alle Variationen wurden in Doppelbestimmung geprüft

Bei den anderen Parametern werden dagegen größere Streuungen beobachtet. Dies gilt insbesondere dann, wenn die einzelnen Messergebnisse in der Nähe der jeweiligen Bestimmungsgrenze der ICP-OES liegen. Für die Dreifachbestimmung der zweiten Betonage zeigen sich im Allgemeinen bessere Übereinstimmungen als bei der Achtfachbestimmung der ersten Betonage. Allerdings ergeben sich in vielen Fällen größere Unterschiede der Auslaugergebnisse zwischen der ersten und der zweiten Betonage. In **Tabelle 2** sind die relativen Standardabweichungen (Variationskoeffizient V) für die Achtfachbestimmung der ersten Betonage, die Dreifachbestimmung der zweiten Betonage sowie für die Kombination der ersten und zweiten Betonage zusammengefasst. Ob sich diese größeren Streubreiten aufgrund des Auslaugversuchs (DSL-T), der Analytik oder von Inhomogenitäten der Betonprüfkörper ergeben, konnte in diesem Forschungsvorhaben nicht geklärt werden.

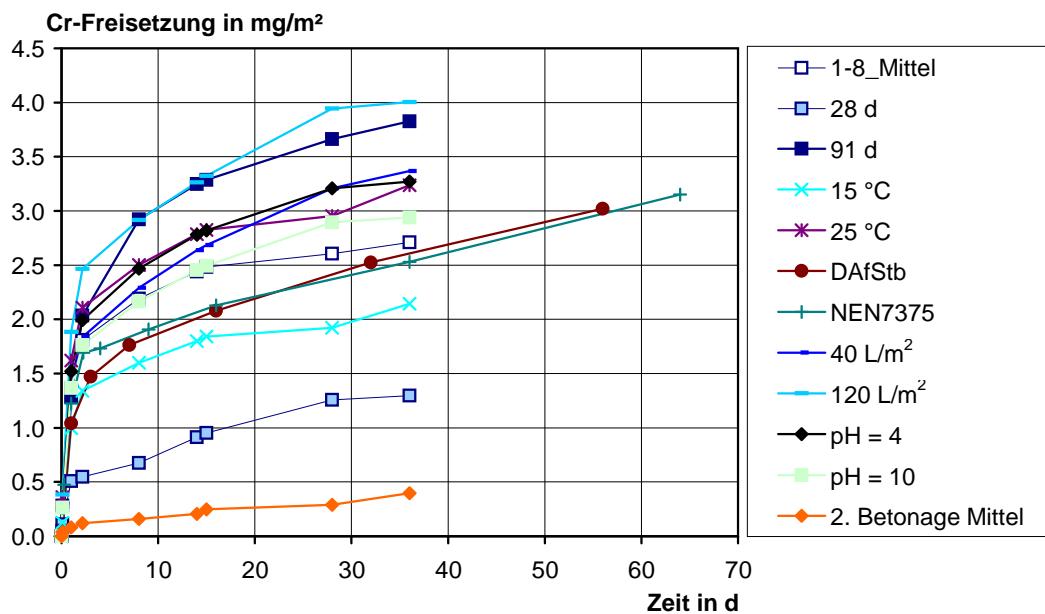


Abbildung 1: Freisetzung von Chrom für alle Betone der ersten und zweiten Betonage

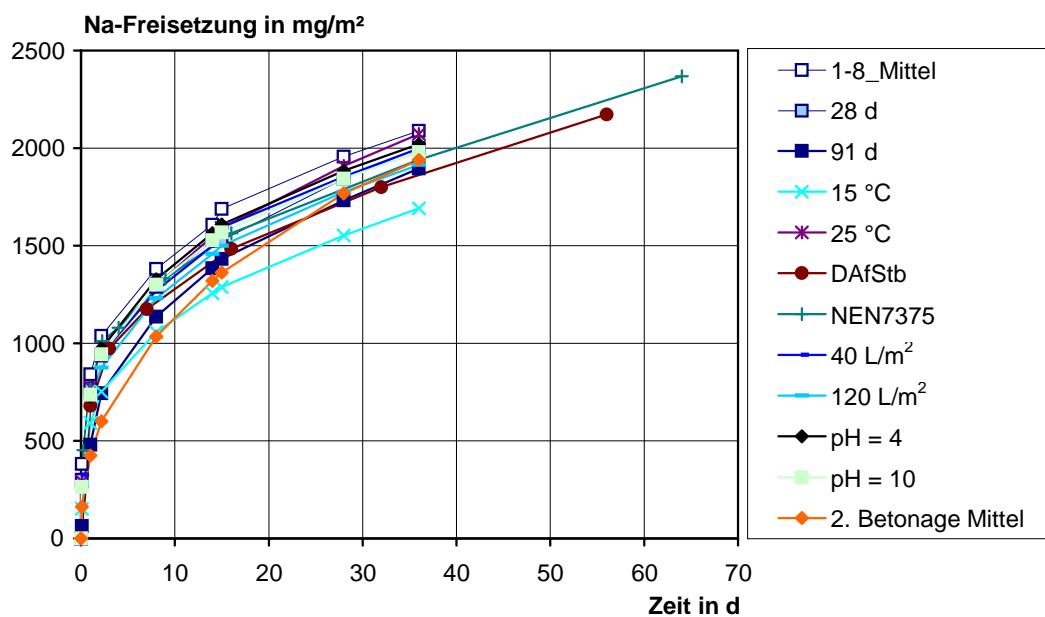


Abbildung 2: Freisetzung von Natrium für alle Betone der ersten und zweiten Betonage

Tabelle 2: Relative Standardabweichungen (Variationskoeffizient V) für die Achtfachbestimmung der ersten Betonage, die Dreifachbestimmung der zweiten Betonage sowie für die Kombination der ersten und zweiten Betonage

| Parameter | Erste Betonage | Zweite Betonage | Erste und zweite Betonage |
|--|----------------|-----------------|---------------------------|
| Relative Standardabweichung (Variationskoeffizient V) in % | | | |
| Barium (Ba) | 36,3 | 8,98 | 139 |
| Blei (Pb) | 19,8 | 13,5 | 56,3 |
| Chlorid (Cl ⁻) | 89,6 | 146 | 105 |
| Chrom (Cr) | 17,2 | 3,88 | 55,2 |
| Kalium (K) | 6,86 | 26,8 | 14,3 |
| Kupfer (Cu) | 56,6 | 1,73 | 61,9 |
| Natrium (Na) | 14,4 | 3,83 | 12,9 |
| Selen (Se) | 7,16 | - ¹⁾ | 37,2 |
| Sulfat (SO ₄ ²⁻) | 33,8 | 22,8 | 60,3 |
| Vanadium (V) | 6,55 | 12,4 | 51,7 |
| Zink (Zn) | 34,9 | 3,95 | 28,8 |

¹⁾ Alle Analysenwerte lagen unterhalb der Bestimmungsgrenze

Die Auslaugergebnisse für die Betone der dritten Betonage mit dem Hochofenzement CEM III/A 42,5 N zeigen ein ähnliches Verhalten wie die Ergebnisse für die Betone der ersten und zweiten Betonage. Die kumulierten Freisetzungswerte für die untersuchten Parameter liegen in der gleichen Größenordnung wie bei den Betonen mit dem Portlandzement CEM I 42,4 R.

2.2 Mörtel

2.2.1 Mörtelherstellung

Für die Untersuchungen zur Robustheitsprüfung des Tanktests für Mörtel wurde ein Armierungsputz (entsprechend DIN EN 998) mit einem hohen Anteil eines organischen Zusatzstoffes verwendet. Die Herstellung des Putzes erfolgte entsprechend den Herstellerangaben. Das Wasser/Feststoff-Verhältnis betrug 1 zu

5.3. Die chemische Zusammensetzung und der Spurenelementgehalt sowie die Druck- und Biegezugfestigkeit des Armierungsputzes wurden ermittelt.

2.2.2 Auslaugergebnisse für den Mörtel

Aus der Fertigmischung des Armierungsputzes wurden für die Auslaugprüfungen 16 Mörtelwürfel mit 100 mm Kantenlänge hergestellt. Mit zwei Probekörpern wurde der Tanktest entsprechend dem Normentwurf (DSLT) durchgeführt. Das Probekörperalter bei Beginn des Auslaugversuchs betrug 56 Tage. In den gewonnenen Eluate wurden die gleichen Parameter ermittelt wie bei den Betonversuchen, außerdem wurde die TOC-Abgabe bestimmt.

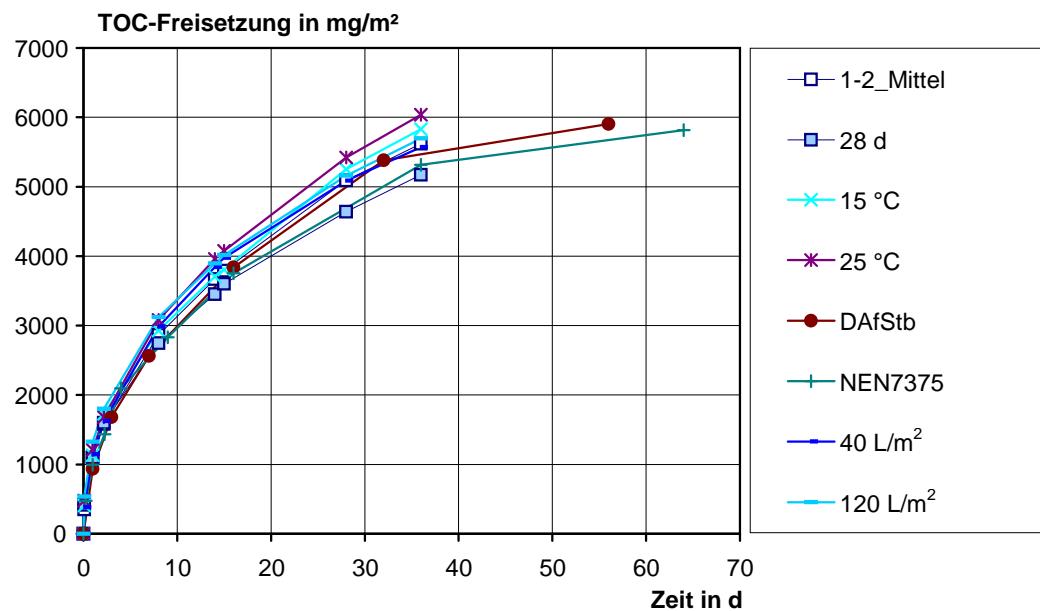


Abbildung 3: TOC-Abgabe aus dem Armierungsputz bei der Variation der Prüfbedingungen gemäß Tabelle 1

Bei den Auslaugversuchen mit den weiteren 14 Mörtelwürfeln wurden die Prüfbedingungen gemäß den Positionen Nr. 1, 3, 4, 5, 6, 7 und 8 der Tabelle 1 variiert. **Abbildung 3** zeigt exemplarisch die kumulierten TOC-Auslaugmengen für alle Mörtelversuche.

3 Zusammenfassung

Die kumulierten Freisetzungswerte für die untersuchten Parameter liegen für die Betone und den Armierungsputz in der gleichen Größenordnung. Dabei zeigen die Auslaugergebnisse für Kalium und Natrium bei allen Prüfungen eine sehr gute Übereinstimmung, während für die Spurenelemente und Anionen größere Streuungen beobachtet werden. Dies gilt insbesondere dann, wenn die einzelnen Messergebnisse in der Nähe der Bestimmungsgrenze liegen. Für die TOC-Abgabe aus dem Armierungsputz hat sich ebenfalls eine sehr gute Übereinstimmung der Versuchsergebnisse bei der Variation der Prüfbedingungen gezeigt (Abbildung 3). Daraus kann gefolgt werden, dass der Tanktest (DSLT) auch für die Untersuchung der Abgabe organischer Substanzen aus Bauprodukten geeignet ist.

Die Ergebnisse für die Kalium-, die Natrium- und die TOC-Auslaugung zeigen, dass der Auslaugversuch an sich robust ist und für die durchgeführten Variationen der Prüfbedingungen für diese Parameter nur eine geringe Streubreite ergibt. Ein weiteres wesentliches Ergebnis der Untersuchungen ist, dass die Auslaugergebnisse für die Elemente Kalium und Natrium, die entsprechend der niederländischen Norm NEN 7375 und dem DAfStb-Langzeitstandtest erhalten wurden, in allen Fällen in etwa in der Mitte des Streubereichs aller durchgeführten Versuchsvarianten liegen. Dies zeigt, dass eine Übertragung der Ergebnisse, die entsprechend der niederländischen Norm NEN 7375 und dem DAfStb-Langzeitstandtest erhalten werden, auf den 36-Tage-Standtest gemäß dem europäischen Normentwurf (DSLT) relativ einfach möglich sein sollte.

Aus den vorgestellten Untersuchungsergebnissen kann gefolgt werden, dass keine Änderungen des europäischen Normentwurfs (DSLT) hinsichtlich der zulässigen Spannbreiten der vorgesehenen Prüfbedingungen erforderlich sind. Dieses Ergebnis stellt einen substantiellen Beitrag zum Validierungsprozess dar.