

Dietmar Stephan, Stephan Pflugmacher Lima,
Marya Anne von Wolff, Raoul Mancke, Jessica Heßling

Ganzheitliche ökologische Bewertung von Bauprodukten mit Kontakt zu Boden und Grundwasser

F 3209

Bei dieser Veröffentlichung handelt es sich um die Kopie des Abschlussberichtes einer vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) im Rahmen der Forschungsinitiative »Zukunft Bau« geförderten Forschungsarbeit. Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die Originalmanuskripte wurden reprototechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprototechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

2021

ISBN 978-3-7388-0625-0

Vervielfältigung, auch auszugsweise,
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

Fraunhofer IRB Verlag

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69

70504 Stuttgart

Nobelstraße 12

70569 Stuttgart

Telefon 07 11 9 70 - 25 00

Telefax 07 11 9 70 - 25 08

E-Mail irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de

www.irb.fraunhofer.de/bauforschung

Prof. Dr. rer. nat Dietmar Stephan,
Prof. Dr. Stephan Pflugmacher Lima,
Marya Anne von Wolff, Raoul Mancke, Jessica
Heßling

Ganzheitliche ökologische Bewertung von Bauprodukten mit Kontakt zu Boden und Grundwasser

Ganzheitliche ökologische Bewertung von Bauprodukten mit Kontakt zu Boden und Grundwasser

Projektleitung

Prof. Dr. rer. nat. Dietmar Stephan
Prof. Dr. Stephan Pflugmacher Lima

Bearbeitung

Marya Anne von Wolff M.Sc.
Raoul Mancke M.Sc.
Jessica Heßling M.Sc.

Forschungsstellen

Technische Universität Berlin
Fachgebiet Baustoffe
und Bauchemie
Fakultät VI Institut für
Bauingenieurwesen
Gustav-Meyer-Allee 25
13355 Berlin

*Helsinki Institute of Sustainability
Science (HELSUS)*
Aquatic Ecotoxicology in an Urban
Environment
Niemenkatu 73
15140 Finnland

gefördert von

Forschungsinitiative Zukunft Bau
Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung
Deichmanns Aue 31-37
53179 Bonn

Deutsche Bauchemie
Mainzer Landstraße 55
60329 Frankfurt am Main

Kiwa GmbH
Voltastraße 5
13355 Berlin

WEBAC-Chemie GmbH
Fahrenberg 22
22885 Barsbüttel

*Botament Systembaustoffe
GmbH & Co. KG*
Am Kruppwald 2
46238 Bottrop

Das Forschungsvorhaben wurde aus Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung gefördert. (Aktenzeichen: SWD-10.08.18.7-17.49, Projektlaufzeit 24.7.2017 – 31.12.2019)

Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes liegt bei den Autoren.
Berlin, 31. Januar 2020

Inhaltsverzeichnis

1.	Grundlagen.....	14
1.1	Ziel der Studie.....	16
1.2	Projektübersicht.....	17
1.3	Untersuchungsmaterial.....	19
1.3.1	Reaktivabdichtung.....	19
1.3.2	Silikat Injektionsharz.....	20
II.	Auslaugung von Baustoffen.....	22
2.1	Dynamische Oberflächenauslaugtest in Anlehnung an DIN CEN/TS 16637-2.....	22
2.1.1	Versuchsdurchführung.....	23
2.1.1.1	Herstellung der Prüfkörper und Aufbau des DSLTes.....	24
2.1.1.2	Versuchsdurchführung.....	25
2.1.1.3	Messmethoden und Eluataufbereitung.....	27
2.1.2	Auswertung der Analysenwerte des DSLTs.....	29
2.1.2.1	pH-Wert und elektrische Leitfähigkeit.....	30
2.1.2.2	Anorganische Analyse.....	31
2.1.2.2.1	induktiv gekoppelten Plasma-Atom-Emissionsspektrometrie Injektionsmaterial.....	- 31
2.1.2.2.2	induktiv gekoppelten Plasma-Atom-Emissionsspektrometrie Reaktivabdichtung.....	- 33
2.1.2.2.3	Ionenchromatografie -Silikatharz.....	36
2.1.2.2.4	Ionenchromatografie – Reaktivabdichtung.....	37
2.1.2.3	Organische Analyse.....	38
2.1.2.3.1	DOC.....	38
2.1.2.3.2	GC-MS-Screening.....	40
2.1.2.4	Zusammenfassung des DSLTes.....	42
2.2	Schnelltest in Anlehnung an DIN EN 12457-4.....	44
2.2.1	Versuchsdurchführung.....	45
2.2.1.1	Herstellung der Prüfkörper für den Schnelltest.....	45
2.2.1.2	Versuchsdurchführung.....	45
2.2.1.3	Messmethoden und Eluataufbereitung.....	46
2.2.2	Auswertung der Analysenwerte des Schnelltests.....	47

2.2.2.1	pH-Wert und elektrische Leitfähigkeit	47
2.2.2.2	Anorganische Analyse.....	47
2.2.2.3	Zusammenfassung des Schnelltestes	49
III.	Ökotoxikologische Untersuchungen.....	51
3.1	Verwendete Testorganismen und Referenzboden.....	52
3.1.1	<i>Enchyträen</i>	52
3.1.2	<i>Daphnien</i>	52
3.1.3	<i>Algen</i>	53
3.1.4	LUFA 2.2.....	54
3.2	Durchgeführte ökotoxikologische Untersuchungen.....	54
3.2.1	Survival Test mit <i>Oligochaeta</i>	55
3.2.1.1	Ergebnisse des Survival Tests mit <i>Oligochaeta</i>	56
3.2.1.1.1	Organismus <i>Tubifex tubifex</i>	57
3.2.1.1.2	Organismus <i>Lumbriculus variegatus</i>	58
3.2.1.1.3	Organismus <i>Enchytraeus albidus</i>	59
3.2.1.2	Zusammenfassung des Survival Tests mit <i>Oligochaeta</i>	61
3.2.2	Reproduktionstest	61
3.2.2.1	Ergebnisse des Reproduktionstests	62
3.2.3	Avoidance Test mit <i>Enchytraeden</i>	65
3.2.3.1	Ergebnisse des Avoidance-Tests	67
3.2.4	Oxidativer Stress.....	72
3.2.4.1	Ergebnisse	74
3.2.5	Reproduktionstest mit Algen - <i>Chlorella Vulgaris</i>	78
3.2.5.1	Ergebnisse	79
3.2.6	Mortalitätstest Daphnien.....	80
3.2.6.1	Ergebnisse	81
3.3	Zusammenfassung der Ergebnisse aus den ökotoxikologischen Untersuchungen	83
3.4	Analysenwerte der Auslaugtest in Verbindung mit den ökotoxikologischen Untersuchungen.....	84
IV.	Ökologische Betrachtung.....	84
4.1	Bestehende Bewertungskonzepte	87
4.1.1	Blauer Engel.....	87

4.1.2	PROSCALE	92
4.1.3	ECOLABEL	95
4.1.4	Cradle to cradle	97
4.2	Hintergrund einer Ökobilanz und Umweltproduktdeklaration (EPD).....	103
4.2.1	Methoden der Wirkungsabschätzung	106
4.2.2	Ökobilanzen von Baustoffen.....	107
4.3	Ökotoxikologischen Parametern Ökobilanzen	108
4.4	Ökobilanzielle Betrachtung der verwendeten Bauprodukte.....	109
4.4.1	Annahmen.....	110
4.4.2	Abschneidekriterien.....	110
4.4.3	Systemgrenzen	110
4.4.3.1	Berechnungsverfahren.....	112
4.4.3.2	Allokationen	112
4.4.3.3	Strommix und CO ₂ -Zertifikate	112
4.4.3.4	Methoden der Wirkungsabschätzung	112
4.4.4	Bitumenfreie Reaktivabdichtung.....	113
4.4.4.1	Deklarierte Einheit.....	113
4.4.4.2	Sachbilanz	113
4.4.5	Beschreibung der Modellierung.....	114
4.4.5.1	Wirkungsabschätzung.....	116
4.4.5.2	Interpretation.....	116
4.4.6	Silikat Injektionsharz.....	121
4.4.6.1	Datenerhebung und Anforderungen an die Datenqualität.....	121
4.4.6.2	Deklarierte Einheit.....	121
4.4.6.3	Sachbilanz	121
4.4.6.4	Wirkungsabschätzung.....	122
4.4.6.5	Interpretation.....	123
4.5	Zusammenfassung Ökologisches Bewertungskonzept.....	124
5.	Zusammenfassung und Ausblick	127
6.	Literatur	129
7.	Anhang.....	136
7.1	Auslaugung von Baustoffen.....	136

7.2 Anhang Ökobilanzieller Vergleich Reaktivabdichtung 178