

Zeitschrift: Cementbulletin
Herausgeber: Technische Forschung und Beratung für Zement und Beton (TFB AG)
Band: 54-55 (1986-1987)
Heft: 7

Artikel: Kehrichtschlacke als Zuschlagstoff
Autor: B.M.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-153698>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 05.02.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

CEMENTBULLETIN

JULI 1986

JAHRGANG 54

NUMMER 7

Kehrichtschlacke als Zuschlagstoff

Ersatz von Kiessand. Zementstabilisierte Kehrichtschlacke im Strassenbau. Eigenschaften von Schlackenbeton.

Der Zuschlagstoff bildet zusammen mit dem Zementleim die Betonmischung, die in eine beliebige Form gegossen werden kann und zu einem künstlich hergestellten Stein oder zu einer Trag-schicht erhärtet. In der Schweiz wird als Zuschlagstoff meist hochwertiger Kiessand aus dem natürlichen Vorkommen (Wandkies) verwendet, während der Zementleim aus normalem Portlandzement, Wasser und allfälligen Betonzusatzmitteln besteht. Mit diesen Komponenten lässt sich ein hochwertiger Beton herstellen, und es ist eine Frage der Verfahrenstechnik sowie der Baukonstruktion, ob das Endprodukt auch jene Qualität erreicht, die mit den Ausgangsmaterialien möglich wäre.

Andererseits stellt sich die Frage, ob die Verwendung von hochwertigem Kiessand in jedem Fall angemessen sei oder ob nicht grundsätzlich nach anderen Zuschlagstoffen gesucht werden müsse. Es ist unbestritten, dass die Kiesvorkommen beschränkt sind, demzufolge knapp und teuer werden. Diese Tendenz wird gegenwärtig verstärkt durch Auflagen von Gewässerschutz, Natur- und Heimatschutz, Raumplanung sowie durch private Einsprachen gegen neue Kiesgruben. Selbst wenn der Rohstoff noch vorhanden ist, kann er durch verlängerte Bewilligungsverfahren nicht rasch genug ausgebeutet werden.

2 Gegenwärtig beläuft sich der jährliche Kiesverbrauch in der Schweiz auf 30 Mio. m³ (rund und gebrochen) und verteilt sich wie folgt:

Beton (mit Zement als Bindemittel):

Transportbeton	9,0 Mio. m ³	30%
Baustellenbeton	7,1 Mio. m ³	24%
Bituminöse Beläge	3,3 Mio. m ³	11%
Schüttungen, Auffüllungen, Strassenbau	8,4 Mio. m ³	28%
Diverses	2,2 Mio. m ³	7%
Jährlicher Kiesverbrauch (CH, [7])	30,0 Mio. m ³	100%

Ein Versorgungsengpass zeichnet sich für die unmittelbare Zukunft trotz dieses beträchtlichen Kiesbedarfs nicht ab. Hat also die Suche nach einem Ersatz dieses preisgünstigen Zuschlagstoffes überhaupt eine Chance auf Erfolg? Wegen des Kosten-/Nutzen-Verhältnisses wird es kaum möglich sein, für jedes Anwendungsgebiet einen Ersatz von Kiessand zu finden. Deshalb wird es sich lohnen, Kiessand in jenen Sektoren zu ersetzen, wo seine Qualität gemessen an den Anforderungen um ein Vielfaches zu hoch ist. Im schweizerischen Strassenbau hat diese Denkweise vor rund 30 Jahren Eingang gefunden. Mit der zement- bzw. kalkstabilisierten Bauweise wurde es möglich, auch Kiessand von geringer Qualität oder den anstehenden Aushub zu verwenden. Gleichzeitig konnte man Vorräte an hochwertigem Kiessand schonen.

Beim Baustoff Beton zeichnet sich eine ähnliche Entwicklung ab. Nach der Formel «Abfall = Rohstoff» sind heute folgende Materialien als Ersatz von Kiessand denkbar: Abbruch von Beton oder Asphalt sowie die Kehrriechtschlacke, die im folgenden behandelt werden soll.

Weil in der Schweiz die herkömmlichen Kehrriechtdeponien aus verschiedenen Gründen unerwünscht und knapp geworden sind, werden zurzeit etwa 80% des Kehrriechts durch Verbrennung beseitigt. Dieses Verfahren bezweckt in erster Linie eine Volumenreduktion und die Rückführung von Kehrriecht in einen anorganischen Zustand. Trotz Wärmerückgewinnung ist es aber mit hohen Kosten verbunden. Zudem bleiben ausser der Elektrofilterasche und den Rückständen aus der Rauchgasreinigung noch ein Drittel als Schlacke zurück. In Zahlen des Jahres 1984 ausgedrückt:

3 Siedlungsabfälle	2 340 000 t/a
pro Kopf der Bevölkerung	370 kg/Ea
davon verbrannt	1 800 000 t/a
Kehrichtschlacke	600 000 t/a
Schlackenvolumen	400 000 m ³ /a

Schlackendeponien stossen aber ebenso auf Widerstand wie die Kehrichtdeponien selbst – ein Umstand, der den Betreibern von Verbrennungsanlagen erhebliche Schwierigkeiten bereitet, da die Deponiemöglichkeiten lokal sehr unterschiedlich sind.

Mit der Verwertung der Kehrichtschlacke als Baustoff können zwei Probleme gelöst werden: Die Kehrichtschlacke ist beseitigt, ohne dass Deponievolumen beansprucht wird, und der Verbrauch an Kiessand wird reduziert. Gemessen am Kiesverbrauch beträgt das Schlackenvolumen 1,3%. Die Schlackenverwertung schafft also keinen neuen Sachzwang, der etwa zur Folge hätte, dass die Bauwirtschaft auf eine zunehmende Abfallmenge angewiesen wäre. Andererseits lässt sich jährlich eine Grube von 40×100×100 m verhindern oder für die spätere Ausbeutung aufsparen. Neuste Zahlen zeigen, dass in der Schweiz bereits die Hälfte der anfallenden Kehrichtschlacke weiterverwendet wird.

Rohschlacke, wie sie aus dem Ofen kommt, ist noch kein Baustoff und wird deshalb wie folgt aufbereitet:

- Lagerung während ein bis drei Monaten zur Reduktion des Wassergehalts und zur «Gärung», d.h. für den schadlosen Abbau noch vorhandener organischer Reststoffe;
- Aussortieren und Entfernen von Schrott (Grobeisen, Büchsen, Blech und Drähte);
- Entfernen von groben unverbrannten Bestandteilen.

Zur Schlackenaufbereitung werden Lagerplätze und Sortieranlagen mit Elektromagneten sowie Sieben (\varnothing etwa 50 mm) verwendet. Unverbrannte Teile wie Telefonbücher, grobe Holzstücke, Plastikrollen usw. werden beim Sieben entfernt. Feineres Unverbranntes ist je nach Betrieb eines Ofens in jeder Schlacke enthalten und sollte 5% des Trockengewichts nicht überschreiten [1].

Abb. 1 zeigt die Kornverteilung von aufbereiteter Schlacke. Ihr Verteilungsbereich resultiert aus zehn Sieblinien von Schlacken verschiedener Herkunft, wovon jene der Kehrichtverwertung Zürcher Oberland als Beispiel eingetragen ist. Relativ gross ist der

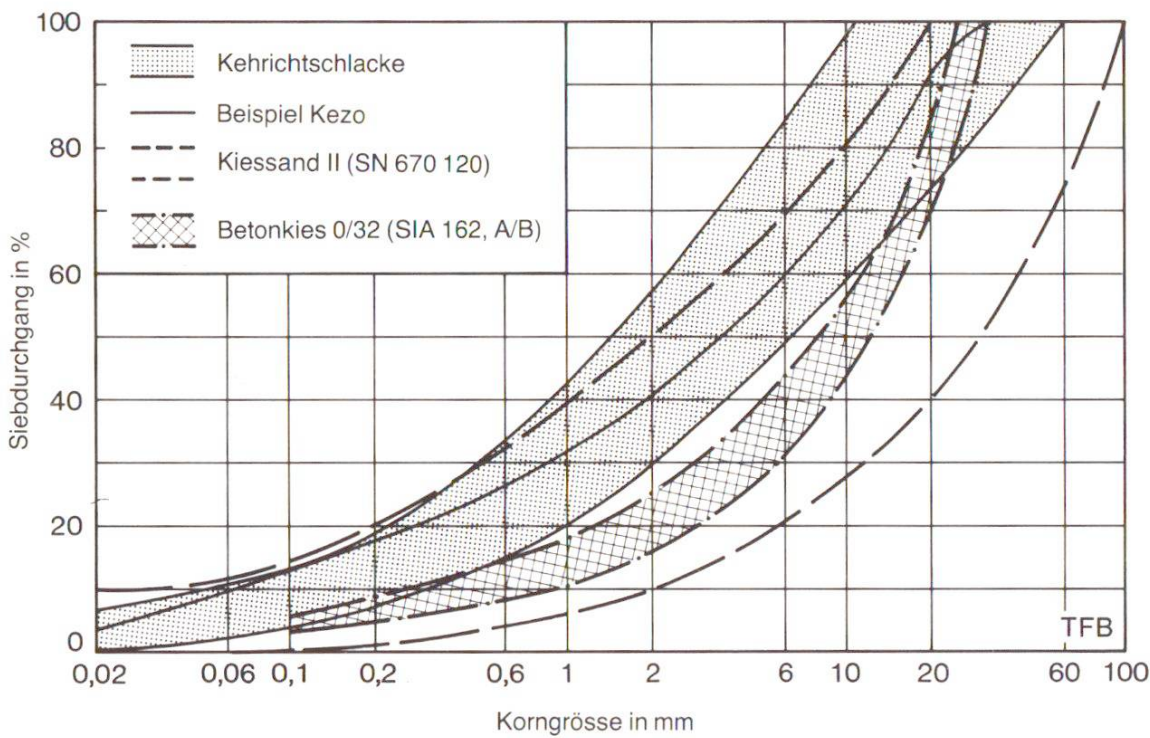


Abb. 1 Kornverteilungsbereiche von Kehrichtschlacke, Kiessand II und Betonkies. Die Kehrichtschlacke entspricht einem feinen Kiessand II und ist erheblich feiner als Betonkies.

zugelassene Bereich von Kiessand II (Wandkies II. Klasse). Aufbereitete Kehrichtschlacke hat dieselbe Kornverteilung wie feiner Kiessand II, vgl. Abb. 1. Viel enger ist der Bereich für die Sieblinien von Betonkies, das höhere granulometrische Anforderungen erfüllen muss. Aufbereitete Schlacke liegt in der Regel nicht im Bereich von Betonkies.

Aus ökologischen Gründen werden sich die Schlackeneigenschaften künftig ändern. Für die Umweltverträglichkeit der Kehrichtverbrennung wird nämlich postuliert, dass die Schlacke «erdkrusteähnlich» sein soll und dass die Filterasche aus den Elektrofiltern nicht mehr der Schlacke beigegeben, sondern getrennt entsorgt werden soll [2]. Die Sieblinien nähern sich dann der unteren Kurve des Kornverteilungsbereichs, d. h., der Feinanteil wird geringer. In bautechnischer Hinsicht bringt diese Entwicklung Verbesserungen, sofern noch ein minimaler Feinanteil von etwa 2,5% < 0,1 mm verbleibt.

Kehrichtschlacke wurde in der Schweiz erstmals vor etwa 20 Jahren zur Wiederverwendung aufbereitet, und zwar für den Strassenbau. Sie gelangte in Plätze, Waldwege und Güterstrassen sowie in Strassen mit schwachem Verkehr. Ihr Einbau als Fundationsmaterial wurde 1975 in Richtlinien des VSS geregelt, wo auch die Qualitätsanforderungen und Einbauvorschriften enthalten sind [3].

- 5 Der hohe Feinanteil und die poröse Struktur haben zur Folge, dass die Schlacke wasserempfindlich ist und nur bei schönem Wetter verarbeitet werden kann. Zudem besteht die Gefahr des Auswaschens von Schadstoffen, was zu Vorschriften des Gewässerschutzes mit Bewilligungspflicht geführt hat. Diese Nachteile können durch Beigabe von Zement teilweise behoben werden. Andere Bindemittel wie Kalk oder Bitumen sind technisch nicht geeignet oder zu teuer. Je nach Dosierung spricht man von Zementstabilisierter Kehrichtschlacke oder von Schlackenbeton. Die Eigenschaften und Anwendungsmöglichkeiten sind in Tabelle 1 dargestellt.

Zementstabilisierte Kehrichtschlacke wird nach den Regeln der Bodenstabilisierung hergestellt [4, 5]. Sie hat ähnliche Eigenschaften wie stabilisierter Kiessand, d.h. «Schlackenstabi» = «Zementstabi». Gegenwärtig werden schätzungsweise 90% der Kehrichtschlacke unstabilisiert und 10% stabilisiert eingebaut. Nach bisherigen Erfahrungen und Grossversuchen ist die Kehrichtschlacke für Strassenbau geeignet.

Über Schlackenbeton betehen erst einige Laborversuche [6]. Die Ergebnisse zeigen, dass sich bei gutem Ausbrand ein Beton für untergeordnete Bauteile herstellen lässt. Entsprechend vielfältig sind die Anwendungsmöglichkeiten, vgl. Tabelle 1. Die Eigenschaften sind mit jenen eines Leichtbetons vergleichbar. Wird die Schlacke gewaschen, so werden Feinanteile entfernt und Salze gehen in Lösung, was eine höhere Betonfestigkeit bewirkt.

Trotzdem sind armierte Tragkonstruktionen oder Sichtflächen aus Schlackenbeton undenkbar. Die Schlacke enthält Glassplitter und Metallteile wie Flaschendeckel usw., weshalb ein Risiko von oberflächlichen Betonabplatzungen besteht.

Es ist möglich, dass Kehrichtschlacke mehr oder weniger verunreinigtes Aluminium enthält. Bei vorhandener Feuchte ist dieses Metall nicht mehr beständig und beginnt mit hohem Druck und unter Gasentwicklung zu quellen. Je alkalischer das Milieu, desto rascher läuft diese Reaktion ab, d.h. man kann sie mit der Zugabe von Zement beschleunigen. Bei einer Mischung mit geringem PC-Gehalt (Zementstabilisierte Kehrichtschlacke) dauert sie in den meisten Fällen einige Stunden und bei hohem PC-Gehalt (Schlackenbeton) etwa ein bis zwei Stunden. Diesen Treiberscheinungen ist bei der Verwendung von Schlacke Rechnung zu tragen. Bei

- 6 Schlacke ohne Zement und spät zutretender Feuchtigkeit kann die Reaktion erst nach Monaten beginnen und zu unerwarteten Blasenbildungen an der Strassenoberfläche führen. Ähnliche Erscheinungen können bei ungenügender Zementdosierung oder bei schlechter Durchmischung in stark vermindertem Masse auftreten. Im günstigsten Fall, d.h. bei hoher Zementdosierung wie im Schlackenbeton, ist die Reaktion bereits vor dem Einbau des Materials abgeschlossen. Der Aluminiumgehalt der Schlacke ist vom zugeführten Kehrriecht abhängig. Sollte sich dort die getrennte Einsammlung und Verwertung von Aluminium durchsetzen, so ist dies für die Schlackenverwertung nur von Vorteil.

Kehrriechtschlacke ist zu wertvoll, als dass sie als Abfall deponiert werden sollte; Deponieraum für Schlacke ist knapp. Hochwertiger Kiessand ist zu wertvoll, um für untergeordnete Bauteile verbraucht zu werden. Unter diesen Voraussetzungen wird Kehrriechtschlacke künftig vermehrt als Baustoff verwendet.

B.M.

Literatur

1. **Hirt, B.:** «Verwendung von Müllverbrennungsschlacke im Strassenbau». Bundesamt für Strassenbau, Bern, Heft 82, 1984
2. **Baccini, P. und Brunner, P.H.:** «Behandlung und Endlagerung von Rohstoffen aus Kehrriechtverbrennungsanlagen». Gas-Wasser-Abwasser, Heft 7, 1985
3. **VSS:** «Die Verwendung von aufbereiteter Kehrriechtschlacke im Strassenbau». Richtlinien des VSS und Kommentar. Strasse und Verkehr Nr. 10, 1975
4. **VSS:** «Stabilisierung». Norm SN 640 500 a, Zürich 1985
5. **VSS:** «Stabilisierung mit hydraulischen Bindemitteln». Norm SN 640 509 a, Zürich 1985
6. **Fetz, L.B.:** «Verwendung von Kehrriechtschlacke als Rohmaterial für Stabilisierung und Beton». Betonstrassen AG, Dossier 1714, Wildeggen 1980
7. **Bericht über die Jahresversammlung Sand und Kies.** Schweizer Baublatt, 22. Juni 1984

7 Tabelle 1 Zementstabilisierte Kehrichtschlacke und Schlackenbeton Eigenschaften und Anwendungsmöglichkeiten (gemäss Laboruntersuchungen der Betonstrassen AG)

	<i>Zementstabilisierte Kehrichtschlacke</i>	<i>Schlackenbeton</i>	
		<i>Schlacke ungew.</i>	<i>Schlacke gew.</i>
Eigenschaften			
PC-Gehalt	60–80 kg/m ³	250–300 kg/m ³	300 kg/m ³
Wassergehalt	25–20%	22–18%	9%
W/Z-Wert	4,5–6,5 (!)	1,30–1,05	0,70
Konsistenz	erdfeucht	plastisch (K2)	plastisch (K2/K3)
Rohdichte je nach Feinheit der Schlacke			
– trocken	1,65–1,75 t/m ³	1,45–1,75 t/m ³	2,15 t/m ³
– nass	2,05–2,10 t/m ³	1,75–2,05 t/m ³	2,35 t/m ³
Festigkeit nach 28 Tagen	gering (2–3 N/mm ²)	mittel (10–18 N/mm ²)	hoch (~35 N/mm ²)
Verarbeitung	Stampfverdichtung, Vibrationswalzen	im erdfeuchten Zustand: Walzbeton (rolled concrete bzw. béton compacté) im plastischen Zustand: Vibrationsverdichtung	
	Einbau nach den Regeln des Strassenbaus	Einbau nach den Regeln der Betontechnologie	
Schichtstärken	> 15 cm	> 5 cm, nach oben unbegrenzt	
Anwendungsmöglichkeiten			
Strassenbau, Gleisbau	Fundations- und Tragschichten (ausserorts), Schüttungen, Dämme, Hinterfüllungen, Lärm-schutzdämme		Fundamentbeton (nicht sichtbar, unarmiert)
Kanalisationen und Werkleitungen		Sohlenbeton, Umhüllung von nichtmetallischen Werkleitungen, Graben-auffüllung	
Hochbau	Fundationsschicht, Materialersatz	Sauberkeitsschicht, Füllbeton, Wärmedämm-schicht	Zementwaren von untergeordneter Bedeutung

