

# Untersuchungen zur Verwertung industrieller Reststoffe als Ersatz von Primärrohstoffen in Mörtel und Beton

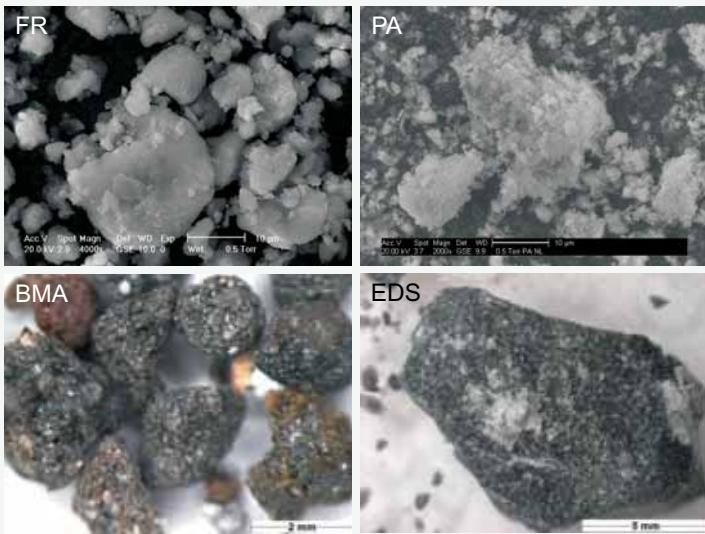
S. Bahlmann, K. Rübner, B. Meng

Fachgruppe Baustoffe, BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin

## Zusammenfassung

Um den Abbau primärer Rohstoffe zu reduzieren, wurden deponierte oder niederwertig eingesetzte industrielle Reststoffe hinsichtlich einer höherwertigen Verwendung im Betonbau untersucht. Zur Bewertung des Einsatzpotentials als Zementbestandteil oder Betonzusatzstoff erfolgte zunächst eine chemisch-mineralogische und beton-technologische Charakterisierung der Materialien. Reststoffe, die die normativen Anforderungen hinsichtlich der Zementzusammensetzung erfüllen, wurden anschließend zu verschiedenen Anteilen als Zementsubstitut in Mörtel eingesetzt. In vergleichenden Untersuchungen erfolgte die Ermittlung der Frisch- und Festmörtel Eigenschaften. Kalorimetrische Untersuchungen sollten die Auswirkungen der Reststoffe auf die Zementhydratation zeigen. Ausgewählte Untersuchungsergebnisse an Reststoffen aus der Industrieabwasseraufbereitung, dem Altpapierrecycling, der Biomasseverbrennung und der Metallurgie werden vorgestellt.

## Materialien



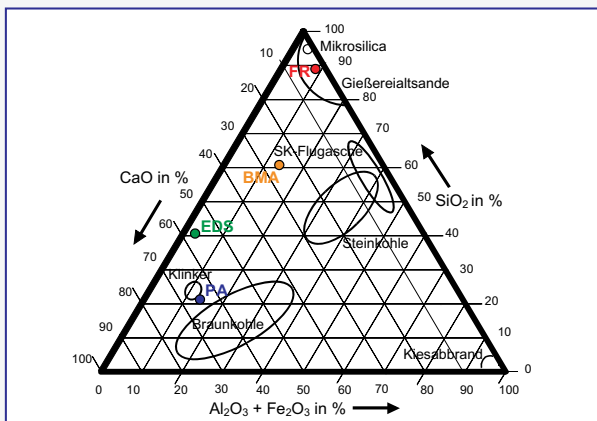
Untersuchte industrielle Reststoffe: Filtrerrückstand (FR), Papierasche (PA), Biomasseasche (BMA) und chromreduzierte Edelstahlschlacke (EDS)

## Eigenschaften der Materialien

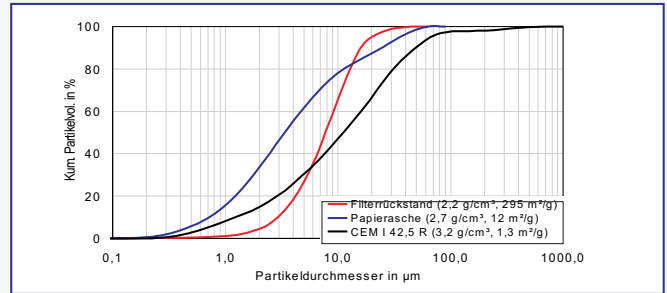
Durchschnittliche chemische Zusammensetzung in M.-%

Bestandteil [M.-%]	FR	PA	BMA	EDS
SiO <sub>2</sub>	73,9	19,6	50,0	38,4
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,5	14,0	6,9	2,8
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,7	0,8	5,2	0,2
MgO <sub>ges</sub>	4,2	2,0	2,6	1,2
CaO <sub>ges</sub>	1,6	58,6	21,5	55,8
MnO	-	-	0,3	0,2
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	-	0,2	0,2
TiO <sub>2</sub>	-	-	2,0	0,3
SO <sub>3</sub>	5,6	0,3	8,3	0,6
Cl <sup>-</sup>	0,1	0,1	0,1	n.n.
K <sub>2</sub> O/(Na <sub>2</sub> O <sup>1</sup> )	3,4	1,5	1,7	0,2

<sup>1</sup> Na<sub>2</sub>O-Äquivalent, n.n.-nicht nachweisbar



Lage der Reststoffe im Dreistoffdiagramm



Partikelverteilung von Filtrerrückstand und Papierasche

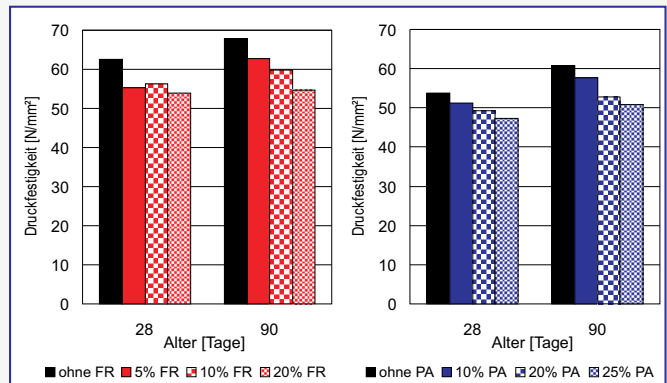
## Einsatz von Filtrerrückstand und Papierasche in Mörtel

Frishmörtel Eigenschaften

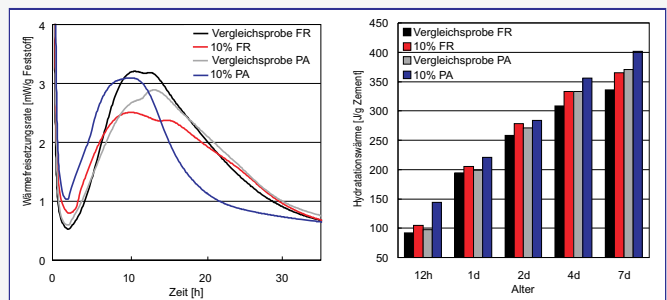
Mörtel bzw. Zementleim	Ausbreitmaß <sup>1)</sup>	Luftporen <sup>1)</sup>	Erstarrungsbeginn <sup>2)</sup>	Raumbe-ständigkeit <sup>2)</sup> (Dehnungsmaß)
	[cm]	[%]	[min]	[mm]
Vergleichsmischung ohne Reststoff	16,8	5,0	168	1,5
Mischung mit 5% FR	15,8	5,2	165	0,2
Mischung mit 10% FR	13,2	5,2	170	0,5
Mischung mit 20% FR	10,6	5,0	140	0,1
Mischung mit 10% PA	15,1	4,8	165	0,5
Mischung mit 20% PA	12,5	4,3	32	0,9
Mischung mit 25% PA	12,0	3,9	15	0,8

<sup>1)</sup> Mörtel nach DIN EN 196-1 mit CEM I 32,5 R und konstantem Bindemittelgehalt

<sup>2)</sup> Zementleim nach DIN EN 196-3 mit CEM I 32,5 R



Druckfestigkeitsentwicklung der mit FR und PA substituierten Mörtel im Vergleich zu Material ohne Reststoff (CEM I 42,5 R, Herstellung nach DIN EN 196-1)



Einfluss der Reststoffe auf die Wärmefreisetzungsrate (links) und die insgesamt freigesetzte Hydrationswärme (rechts), Untersuchungen am Zementleimgemisch CEM I 42,5 R mit und ohne Reststoffzusatz

## Schlussfolgerungen

- Zusammensetzung der untersuchten Reststoffe legt Verwendung als Primärrohstoffsubstitut in Mörtel und Beton nahe
- Reststoffe sind weitgehend schadstofffrei, d. h. sie enthalten keine betonschädigenden Stoffe oder ihr Gehalt liegt unterhalb der Grenzwerte
- erhöhter Wasseranspruch erschwert Verarbeitbarkeit, Zusatz von Fließmittel ist erforderlich
- zusätzliche Wärmemengenfreisetzung ist vermutlich auf puzzolanische Reaktion zurückzuführen
- Filtrerrückstand und Papierasche sind grundsätzlich als Zementbestandteil geeignet