

Mineralische Sekundärrohstoffe für die Verwertung in der Zementindustrie – Anforderungen an die Qualität –

Peter Scur

1.	Ressourceneffizienz – ein Nachhaltigkeitskriterium bei der Herstellung und Anwendung von Zement.....	411
2.	Einsatzmöglichkeiten für Sekundärrohstoffe	412
3.	Anforderungen an die Qualität	416
4.	Mögliche Auswirkungen auf Emissionen und Produktqualität	418
5.	Zusammenfassung	421

1. Ressourceneffizienz – ein Nachhaltigkeitskriterium bei der Herstellung und Anwendung von Zement

Die Notwendigkeit, mit den uns zur Verfügung stehenden Ressourcen sorgsam umzugehen, wurde erstmals im frühen 18. Jahrhundert für die deutsche Forstwirtschaft formuliert. Es war der Beginn der Diskussionen um eine *Nachhaltige Entwicklung*, die auf der UN-Konferenz über Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro 1992 neu belebt wurde und seither viel benutzt und noch vielfältiger interpretiert wurde.

Der Grund hierfür dürfte nicht zuletzt in den heute ziemlich abstrakt formulierten Grundprinzipien der Nachhaltigkeit wie Generationengerechtigkeit oder Zusammenspiel von ökologischen, ökonomischen und sozialen Zielen liegen. Der sorgsame Umgang mit Ressourcen ist dabei aber immer im Fokus geblieben.

Auch die Zement- und Betonindustrie haben dieses Thema aufgegriffen und aus den allgemeinen Grundsätzen für ihr Tätigkeitsgebiet ein entsprechendes Verständnis und passende Projekte entwickelt. Während in gemeinsamen Nachhaltigkeitsinitiativen der Zementindustrie auf nationaler und internationaler Ebene beim Produktionsprozess Projekte um das Thema Ressourceneffizienz eine herausragende Bedeutung haben, spielt in der Anwendung neben dem Design das Thema Dauerhaftigkeit eine wesentliche Rolle. Mit Zement gebundenen Baustoffen und ihrem Leistungsspektrum hinsichtlich Festigkeit, Rohdichte, Verarbeitbarkeit, Gestaltungsmöglichkeit oder Feuerwiderstand kann dies jederzeit gewährleistet werden.

Bestes Beispiel für die Dauerhaftigkeit von Beton sind Anwendungen in der Antike, die z.B. im Pantheon oder im Colosseum in Rom noch heute bewundert werden können.

Inzwischen ist Beton zum meistverwendeten Baustoff geworden und für unsere gesellschaftliche Entwicklung unentbehrlich (Bild 1).



Bild 1: Betonanwendung für Infrastrukturmaßnahmen

Um diesen Bedarf zu decken, werden weltweit jährlich etwa 3 Milliarden Tonnen Zement produziert. In Deutschland waren es im Jahr 2011 33,5 Millionen Tonnen, bei einem spezifischen Verbrauch von etwas über 300 kg je Einwohner und Jahr.

Für die Produktion einer Tonne Zement werden etwa 1,5 Tonnen Rohstoffe und 0,2 Tonnen Brennstoffe benötigt. Die Zementindustrie ist demnach eine sehr rohstoff- und energieintensive Branche und deshalb in hohem Maße mit dem Thema Ressourcenverbrauch konfrontiert. Ressourceneffizienz, u.a. durch sekundäre Einsatzstoffe, ist deshalb ein permanentes Thema bei Überlegungen zur Prozess- und Kostenoptimierung. Große Erfolge wurden dabei in den letzten Jahren beim Einsatz von Sekundärbrennstoffen erzielt. Hier liegt die Substitutionsrate in der deutschen Zementindustrie heute bereits bei 60 %. Aber auch beim Einsatz von Sekundärrohstoffen gibt es ein großes Potential und bereits vielfältige Erfahrungen.

2. Einsatzmöglichkeiten für Sekundärrohstoffe

Für die Produktion von Zement wird in erster Linie eine Kalkkomponente benötigt: dies können sein Kalkstein, Kreide oder Mergel. Ergänzend dazu ist in der Regel eine Ton-, eine Sand- und teilweise noch eine Eisenkomponente erforderlich, wenn diese nicht schon in ausreichender Menge im Kalksteinvorkommen enthalten sind. Deren wesentliche chemische Bestandteile Calcium-, Silizium-, Aluminium- und Eisenoxid

gehen dann im Brennprozess Verbindungen ein, die die erforderlichen hydraulischen Eigenschaften besitzen, um aus dem Pulver letztlich einen künstlichen Stein in beliebigen Konturen herstellen zu können. Das notwendige Verhältnis dieser 4 Grundbestandteile im Zement bzw. dessen Vorprodukt Zementklinker ist aus dem nebenstehenden 3-Stoff-Diagramm ersichtlich (Bild 2).

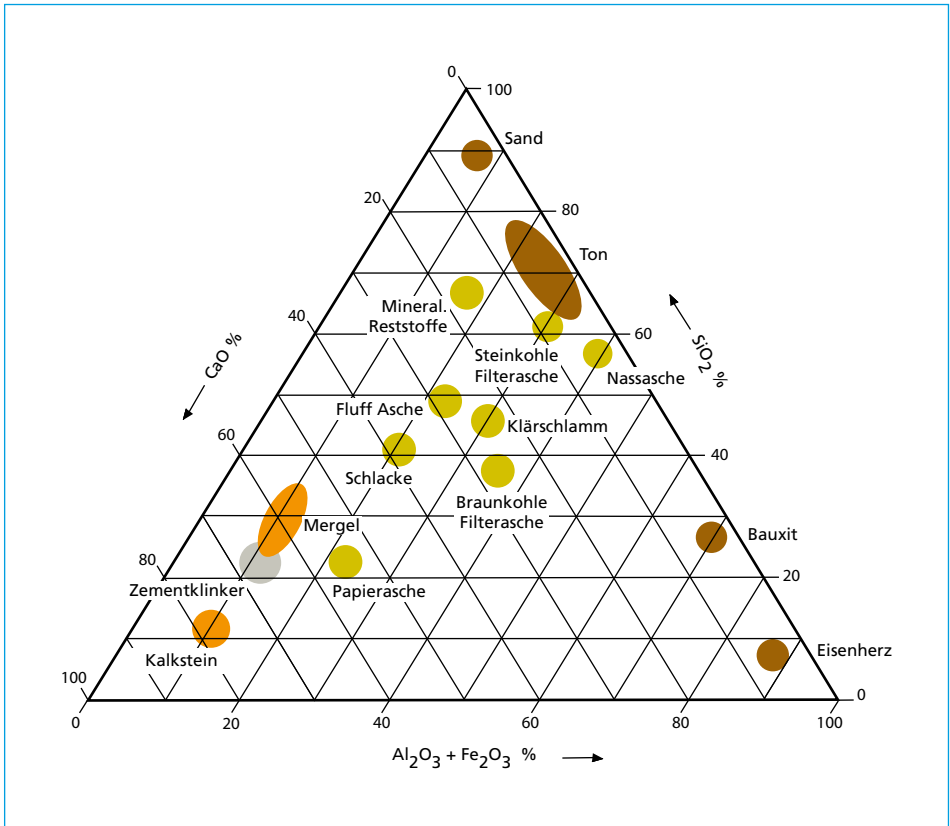


Bild 2: Dreistoff-Diagramm

Traditionell werden für die Produktion natürliche Rohstoffvorkommen genutzt. Die vier Grundbestandteile des Zementes stellen gleichzeitig über 90 % der chemischen Zusammensetzung der Erdkruste dar (Bild 3). Es ist also eine ausreichende Rohstoffbasis für die Herstellung von Zement vorhanden. Naheliegender ist aber auch, dass sich diese chemischen Verbindungen genauso in Restprodukten vieler anderer industrieller Prozesse, insbesondere in Verbrennungsanlagen und mineralverarbeitenden Prozessen, wiederfinden.

In der deutschen Zementindustrie wurden 2011 13,6 % der Rohstoffe, d.h. etwa sieben Millionen Tonnen, in Form von Sekundärrohstoffen eingesetzt. Die nebenstehende Prozessübersicht (Bild 4) zeigt die Einsatzstellen für diese Rohstoffe.

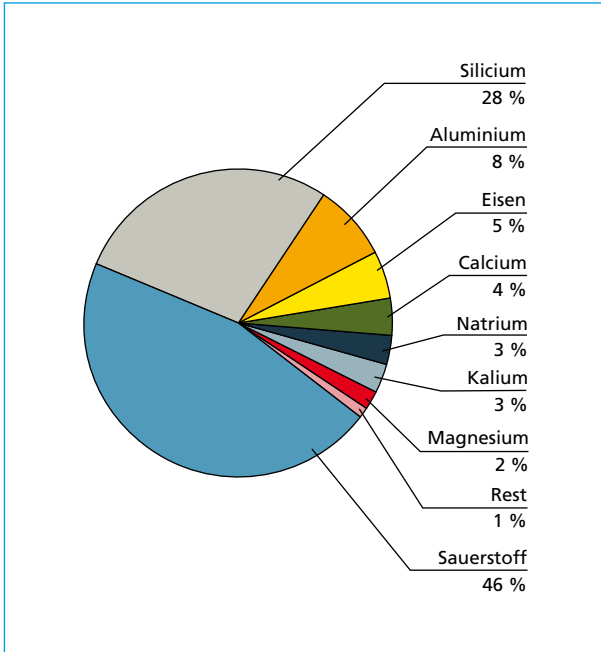


Bild 3:

Chemische Zusammensetzung der Erdkruste

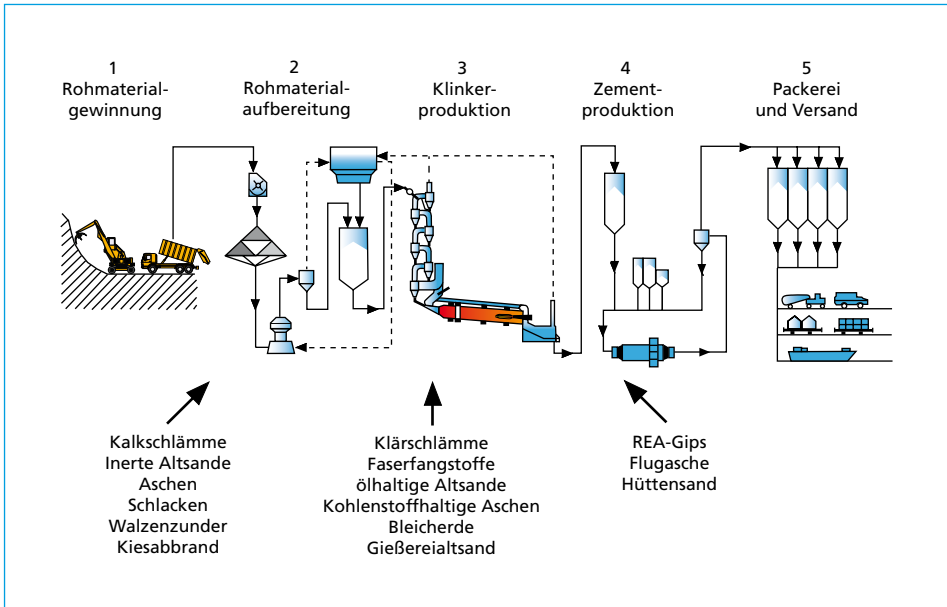


Bild 4: Zementherstellungsprozess

Der größere Anteil, etwa zwei Drittel, kommt bei der Zementmahlung zur Anwendung. Die Stoffe hier sind in Zementnormen geregelt und bedürfen einer bauaufsichtlichen Zulassung. Die Auswahl ist entsprechend begrenzt und wenig variabel.

Deshalb sollen im Weiteren ausschließlich die Rohstoffe für die Klinkerherstellung betrachtet werden. Diese nehmen z.Z. zwar nur ein Drittel der heute eingesetzten Sekundärrohstoffe ein, beinhalten aber hinsichtlich Menge und Stoffpalette ein deutlich höheres Potential. Es ist davon auszugehen, dass das entsprechende Angebot mit fortschreitendem Kreislaufwirtschafts-Denken und weiter entwickelten Aufbereitungsverfahren künftig noch größer wird.

Eine Auswahl bereits eingesetzter Stoffe ist in Tabelle 1 aufgeführt.

Gruppe	natürliche Stoffe	Sekundär-Rohstoffe
Ca –	Kalkstein Kreide	Kalkschlämme Abfälle vom Kalkbrennen Calciumfluorid Abfälle vom Steinschneiden Porenbetongranulat
Si –	Sand	Gießereialtsand ölverunreinigte Böden Altsande Sandfangrückstände Sande aus Bodenwaschanlagen Straßenaufbruch Feuerfestausbruch
Fe –	Eisenerz	Kiesabbrand Verunreinigtes Erz Rotschlamm Stahlwerksstäube Walzzunder
Si – Al –	Ton	Bentonit Bleicherde
Si – Al – Fe – Ca –	Mergel	Flugasche Aschen aus der Papierindustrie Rostaschen Schlacken Betonbruch

Tabelle 1:

Rohstoffgruppen für die Herstellung von Zementklinker

Die Rohstoffe werden vorzugsweise in der Rohmühle eingesetzt und werden damit Bestandteil des Rohmehls mit all seinen Homogenisierungsstufen. Enthalten die Stoffe jedoch organische Bestandteile, werden sie dem Stoffstrom meist erst am Ofeneinlauf zugegeben. Dies ist notwendig, wenn die Gefahr besteht, dass organische Bestandteile im Vorwärmer des Brennprozesses entweichen, von da in das Abgas gelangen und dann nicht mehr vollständig zerstört werden können.

Bei dieser Art von Rohstoffen gibt es mit steigendem Organikanteil einen gleitenden Übergang hin zu den Brennstoffen, deren Ascheanteile letztlich auch als Rohstoff dienen und in das Produkt eingebunden werden. Ein Beispiel für einen solchen Brennstoff ist thermisch getrockneter Klärschlamm mit einem Heizwert von etwa 13.000 kJ/kg und einem Ascheanteil von etwa dreißig Prozent.

3. Anforderungen an die Qualität

Ein Rohstoff für die Zementherstellung sollte in ausreichender Menge vorhanden sein um eine kontinuierliche Versorgung sicherstellen zu können und bereits möglichst homogen sein. Im Weiteren hängt die Einsetzbarkeit von den vorhandenen Lager- und Dosiermöglichkeiten im jeweiligen Zementwerk ab. In der Regel sind die Rohstoffe getrennt zu lagern und möglichst exakt nach den jeweiligen Vorgaben zu dosieren.

Auch die Anforderungen an die chemische Zusammensetzung erfordern eine Einzelfallbetrachtung, da dies stark von den bereits vorhandenen Rohstoffkomponenten abhängig ist. Letztlich können alle der in Tabelle 1 aufgeführten Gruppen in Betracht kommen. Da aber die Grundlage eines Zementwerkes in der Regel ein Kalkvorkommen in der unmittelbaren Nähe des Werkes ist, ist der weitere Rohstoffbedarf meist auf SiO_2 -, Fe_2O_3 - oder Al_2O_3 -Träger gerichtet. Hierfür kommen z.B. Aschen in Betracht. Orientierende Anforderungen an diese Stoffgruppe im Zementwerk Rüdersdorf sind in der Tabelle 2 zusammen gestellt.

Bestandteile		Konzentration
Hauptbestandteile (Forderungen aus Produktgründen)	SiO_2	40 – 80 %
	Al_2O_3	5 – 50 %
	Fe_2O_3	5 – 50 %
	CaO	0 – 50 %
Nebenbestandteile (Forderungen aus Prozess- und Produkt- gründen)	MgO	< 5,0 %
	K_2O	< 2,5 %
	Na_2O	< 1,0 %
	TiO_2	< 2,5 %
	P_2O_5	< 4,0 %
	SO_3	< 1,0 % (u.U. bis 2,5 % tolerabel)
	Cl	< 1,0 % (u.U. bis 2,0 % tolerabel)
Spurenelemente (genehmigungs- rechtliche Forde- rungen)	Hg	< 1,5 ppm
	Cd	< 10 ppm
	Tl	< 3 ppm
	As	< 30 ppm
	Co	< 50 ppm
	Ni	< 100 ppm
	Pb	< 350 ppm
	Cr	< 350 ppm
Cu	< 750 ppm	
Organische Bestand- teile (Forderungen aus Prozessgründen)	TOC	< 2,0 % (relevant nur bei Einsatz in der Rohmühle)

Tabelle 2:

Chemische Anforderungen an
Aschen

Aus dieser Tabelle ist ersichtlich, dass bei der Auswahl neben den Hauptbestandteilen auch die in allen Stoffen immer vorhandenen Nebenbestandteile und Spurenelemente eine wichtige Rolle spielen. Diese Elemente können positive –, aber bei zu hohen

Konzentrationen u.U. auch negative Auswirkungen haben. Ebenso wie bei den Hauptbestandteilen ist hier von entscheidender Bedeutung, in welcher Menge diese Elemente/Verbindungen bereits durch andere Rohstoffe eingebracht werden. Es sind aber auch Besonderheiten des jeweiligen Prozesses, spezifische Anforderungen an den Zement und ggfs. genehmigungsrechtlichen Einschränkungen in die Bewertung einzubeziehen.

Darüber hinaus sind an die Sekundärrohstoffe Anforderungen an physikalische Eigenschaften zu stellen. Auch diese hängen wieder von den konkreten Verhältnissen im jeweiligen Zementwerk, insbesondere den Silos und Dosiereinrichtungen, dem Einsatzort und ggfs. vorhandenen speziellen Aufbereitungsanlagen wie Zerkleinerer, Mischbetten zur Homogenisierung oder Trockner ab.

Die wichtigsten Anforderungen an physikalische Eigenschaften im Zementwerk Rüdersdorf sind in Tabelle 3 zusammengestellt.

Tabelle 3: Physikalische Anforderungen an Sekundärrohstoffe

Generell	für die ZWS	für die Rohmühle
<ul style="list-style-type: none"> • Material darf nicht kleben und nicht verklumpen • Staubarmes Handling bei Einsatz als Schüttgut (geringer Feinanteil < 0,5 mm) • Möglichst homogen • Frei von Störstoffen (Metalle, Überkorn) 	<ul style="list-style-type: none"> • Fluidisierbar, d.h. maximale Korngröße 6 mm 	<ul style="list-style-type: none"> • maximale Korngröße 40 mm

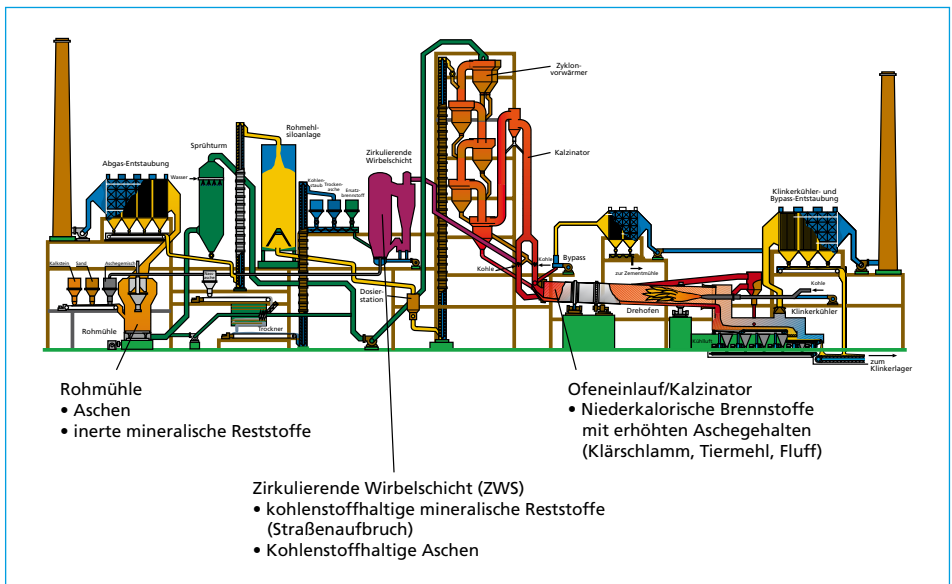


Bild 5: Ofenanlage Zementwerk Rüdersdorf: Einsatzstellen für Sekundärrohstoffe

Um die Einsatzmöglichkeiten für Stoffe zu erweitern, die sowohl einen hohen mineralischen Anteil als auch höhere brennbare Bestandteile enthalten, wurde hier eine für Zementwerke neue Technik installiert: eine Zirkulierende Wirbelschicht zur Vergasung

derartiger Stoffe. Diese Technik stellt praktisch auch eine zusätzliche Aufbereitungsanlage zur thermischen Vorbehandlung dieser Stoffgruppe dar. Das entstehende Gas wird dann direkt ohne weitere Zwischenbehandlung im Zementofen als Brennstoff benutzt, der mineralische Anteil unter Einbeziehung aller Homogenisierungsschritte als inerte Rohstoffkomponente in der Rohmühle eingesetzt (siehe Bild 5 und 6).

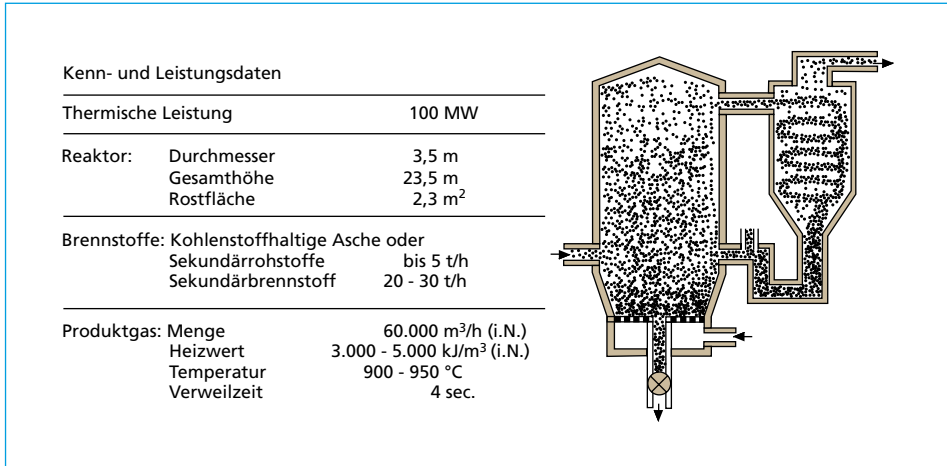


Bild 6: ZWS zur Gaserzeugung und Inertisierung von Sekundärstoffen

Im Zementwerk Rüdersdorf hat der Sekundärrohstoffanteil aufgrund der stofflichen Gegebenheiten und der anlagentechnischen Voraussetzungen sowie dem generellen Bemühen um einen hohen Sekundärstoffanteil bereits jetzt ein vergleichsweise hohes Niveau erreicht. Auf den ganzen Prozess bezogen beträgt die Substitutionsrate zurzeit 15,8 %, nur auf die Klinkerproduktion bezogen 5,8 %.

4. Mögliche Auswirkungen auf Emissionen und Produktqualität

Grundlegende Voraussetzung für den Einsatz von Sekundärstoffen bei der Zementherstellung ist, dass im Vergleich zur Produktion mit natürlichen Rohstoffen folgende Bedingungen erfüllt sind:

- keine signifikante Erhöhung der Emissionen,
- keine Beeinträchtigung der Produktqualität,
- keine nachhaltige Beeinflussung der Prozessführung.

Damit die Stoffe tatsächlich in der abgestimmten Qualität zum Einsatz kommen, wird deren Werdegang von einem umfangreichen Qualitätsmanagement begleitet. Dieses beginnt in der Regel mit einer Bewertung des Anfallortes und der nachfolgenden Aufbereitung des Abfalls, geht über eine chargenweise Deklaration wichtiger Qualitätsparameter des fertigen Sekundärrohstoffes durch den Aufbereiter und anschließende

Zertifizierung dieser Charge nach Kontrolle durch die Fachabteilung des Zementwerkes bis schließlich zur Eingangskontrolle und Prozessüberwachung im Zementwerk.

Neue Stoffe werden vor ihrem Einsatz generell einer eingehenden Überprüfung unterzogen. Sollten sie von Interesse sein, aber nicht in das genehmigte und bereits praktizierte Profil hineinpassen, wird eine Umweltverträglichkeitsuntersuchung durchgeführt. Schwerpunkt hierbei sind die o.g. Einflüsse auf Emission, Prozessführung und Produkt.

Als Beispiel soll nachfolgend eine beabsichtigte Erweiterung des genehmigten Einsatzes von mineralischen Reststoffen, wie in Tabelle 2 dargestellt, durch entsprechend aufbereitete Rost- und Kesselaschen von MVA dargestellt werden. Die Materialien sind von der Grundchemie her sehr gut für die Zementherstellung geeignet. Sie liegen im Dreistoffdiagramm im Bereich der Papieraschen. Im Hinblick auf die Umweltverträglichkeit waren dann insbesondere für die Schwermetalle Cd, As, Co, Ni, Pb, Cr und Cu im Vergleich zur bestehenden Situation höhere Schwermetalleinträge zu betrachten (Tabelle 4).

Tabelle 4: Einfluss des Einsatzes von MVA-Schlacke auf die Emission

	Schwermetallgehalte*		zusätzlicher SM-Eintrag durch die KW-Schlacke mg/kg	Transferfaktor Reingas %	zusätzlicher Emissionsbeitrag durch KW-Schlacke mg/Nm ³	Emissions-Messwerte 2012 mg/Nm ³	Emissions-Grenzwert mg/Nm ³
	Mineralische Reststoffe	KW-Schlacke					
	mg/kg	mg/kg					
Quecksilber	1,5	1,5	–	10,0	–	0,005	0,03
Cadmium	10	15	5	0,17	0,00015	0,0007	0,05
Thallium	3,0	3	–	1,3	–	0,0005	0,05
Arsen	30	80	50	0,023	0,00020	< 0,003	0,5
Kobalt	50	70	20	0,019	0,000065	< 0,003	0,5
Nickel	100	1.000	900	0,03	0,0046	< 0,003	0,5
Blei	350	1.500	1.150	0,05	0,0099	0,005	0,5
Chrom	350	750	400	0,012	0,00082	< 0,003	0,5
Kupfer	750	4.000	3.250	0,0093	0,0052	0,005	0,5

* Maximalwerte als 90. Perzentil

Tabelle 5: Immissionszusatzbelastungen durch ein Zementwerk

	Messwerte 2006	Rechnerische Zusatzbelastung Zementwerk (Basis E-Grenzwert)	Beurteilungswerte
		ng/m ³	
Quecksilber	1,8	0,22	50
Cadmium	0,31	0,20	20
Thallium	< 0,5	0,80	100
Arsen	1,27	0,11	6
Kobalt	0,29	0,17	100
Nickel	1,49	0,09	10
Blei	13	1,18	500
Chrom	1,66	1,51	17
Kupfer	3,17	1,68	10.000

Der Einfluss auf die Emission wird anhand von Transferfaktoren aus der Literatur bewertet. Das Ergebnis zeigt, dass im vorliegenden Fall der zusätzliche Emissionsbeitrag lediglich bei 1-2 % des Grenzwertes liegt. Die Auswirkungen auf die Umgebung des Werkes können anhand von Ausbreitungsrechnungen beurteilt werden. Sie belegen für die o.g. Schwermetalle, dass diese Auswirkungen weit unter gängigen Beurteilungskriterien liegen und demzufolge nicht relevant sind (Tabelle 5).

Da die nicht emittierten mineralischen Bestandteile der Rohstoffe in das Produkt eingebunden werden, ist als nächstes die Auswirkung des erhöhten Schwermetalleintrages auf den Zement zu bewerten. Diesbezüglich wurden in den vergangenen Jahren in der Zementindustrie umfangreiche Untersuchungen durchgeführt. Im vorliegenden Fall ergeben sich Schwermetallgehalte wie in Tabelle 6 dargestellt und hier Durchschnittswerten deutscher Normzemente und Vorsorge – bzw. Maßnahmewerten nach der Bundesbodenschutz-Verordnung gegenüber gestellt.

Tabelle 6: Spurenelementgehalte im Zement im Vergleich zu Werten nach BBodSchV

Element	Rüdersdorfer Zement bei max. SE-Eintrag	Deutsche Normzemente ¹⁾		BBodSchV	
		Spannweite	Mittelwerte	Vorsorgewert (Bodenart Ton)	Maßnahmewert (Grünland)
ng/kg					
Arsen (As)	5,2	< 1 – 55	7,0	–	50
Blei (Pb)	63	2 – 200	17	100	1.200
Cadmium (Cd)	0,99	< 0,1 – 8	0,4	1,5	20
Chrom (Cr)	54	12 – 105	41	100	–
Kobalt (Co)	5,4	1 – 30	8,7	–	–
Kupfer (Cu)	199	5 – 280	31	60	1.300 ²⁾
Nickel (Ni)	40	5,5 – 80	23	70	1.900
Quecksilber (Hg)	0,02	< 0,02 – 0,35	0,06	1	2
Thallium (Tl)	< 0,5	< 0,5 – 2	0,4	–	15

1) Tätigkeitsberichte Verein Deutscher Zementwerke

2) Bei Grünlandnutzung durch Schafe gilt als Maßnahmewert 200 mg/kg

Für die Beurteilung der Umweltverträglichkeit ist jedoch weniger die Konzentration im Zement sondern viel mehr die Verfügbarkeit bei dessen Anwendung im Beton von Bedeutung. Die Schwermetalle werden bereits im Klinkerbrennprozess fest in die Kristallstruktur eingebunden. Im Weiteren bei der Herstellung von Beton sorgen sowohl chemische als auch physikalische Vorgänge dafür, dass die Schwermetalle in sehr hohem Maße immobilisiert werden. Als chemische Vorgänge sind zu nennen:

- Einbindung in die Kristallstruktur
- Fällung als unlösliches Hydroxid
- Adsorption im und am Kalziumsilikathydratgel.

Hierdurch werden etwa 99,9 % der Schwermetalle nach Abschluss des Erhärtungsvorgangs fest gebunden. Nur der im Porenwasser verbleibende gelöste Anteil von etwa 0,1 % ist für Auslaugvorgänge verfügbar.

Die physikalischen Vorgänge

- Ausbildung eines dichten Zementsteingefüges
- Verwachsen der Reaktionsprodukte der Hydratation
- Geringe Porosität

behindern diese Auslaugvorgänge. Untersuchungen haben ergeben, dass in einem ordnungsgemäß hergestellten und erhärteten Beton die Diffusion damit etwa 5.000fach gegenüber der freien Diffusion in Wasser gemindert wird. In verschiedenen Auslaugtests konnte gezeigt werden, dass selbst unter erschwerten Bedingungen (künstlich stark erhöhte Schwermetallgehalte im Beton, aggressives Auslaugmedium) die Grenzwerte der Trinkwasserverordnung eingehalten werden. Die Freisetzungsrate ist dabei weitgehend unabhängig von der Konzentration im Baustoff.

5. Zusammenfassung

Bei der Herstellung von Zement kann eine breite Palette von Sekundärrohstoffen eingesetzt werden. Die Machbarkeit hängt von der konkreten Rohstoffsituation und der installierten Anlagentechnik im jeweiligen Werk ab. Geeignete Abfälle erfordern in der Regel einen dem Zementwerk vorgeschalteten gezielten Sortier- und Aufbereitungsprozess.

Bei Einhaltung definierter Einsatzbedingungen kann eine umweltverträgliche Verwertung der Stoffe sichergestellt werden. Sollten in den Stoffen brennbare Bestandteile enthalten sein, erfolgt neben der stofflichen Verwertung gleichzeitig eine thermische.

In der deutschen Zementindustrie werden für die Klinkerproduktion heute knapp 5 % d.h. etwa 2 Millionen Tonnen, Sekundärrohstoffe eingesetzt. Es ist davon auszugehen, dass mit Weiterentwicklungen des Kreislaufwirtschaftsgedanken und der Aufbereitungstechnik diese Substitutionsrate weiter steigen wird.

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Aschen • Schlacken • Stäube

– aus Abfallverbrennung und Metallurgie –

Karl J. Thomé-Kozmiensky.

– Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2013

ISBN 978-3-935317-99-3

ISBN 978-3-935317-99-3 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 2013

Redaktion und Lektorat: Professor Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Karl J. Thomé-Kozmiensky,
Dr.-Ing. Stephanie Thiel, M.Sc. Elisabeth Thomé-Kozmiensky

Erfassung und Layout: Ginette Teske, Ina Böhme, Petra Dittmann, Cordula Müller,
Fabian Thiel, Martin Schubert

Druck: Mediengruppe Universal Grafische Betriebe München GmbH, München

Foto auf dem Buchdeckel: Dipl.-Ing. Daniel Böni, KEZO Kehrrechtverwertung Zürcher
Oberland

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.