



Retsch GmbH
Retsch-Allee 1-5
42781 Haan
Germany

Phone 02104/2333-100
E-Mail info@retsch.com

www.retsch.com

NEUE LÖSUNGEN FÜR ZEMENT UND BETON – INNOVATION TRIFFT NACHHALTIGKEIT

Die Zement- und Betonindustrie zählt zu den zentralen Säulen des globalen Bausektors. Ohne Zement wären stabile Gebäude, Straßen oder Brücken nicht realisierbar: er bildet das Bindemittel der modernen Infrastruktur. Jährlich werden weltweit Milliarden Tonnen Zement hergestellt, um den stetig wachsenden Bedarf an Wohnraum, Verkehrswegen und industriellen Anlagen zu decken. Geprägt ist die Branche durch strenge Qualitätsanforderungen, komplexe chemische Herstellungsprozesse sowie eine kontinuierliche Weiterentwicklung hin zu nachhaltigeren und energieeffizienteren Material- und Produktionstechnologien.

Für Labore bedeutet dies präzise Analysen, reproduzierbare Prüfmethode und eine zuverlässige Probenvorbereitung, um die Leistungsfähigkeit, Sicherheit und Normkonformität von Betonprodukten sicherzustellen.

Gleichzeitig steht die Branche im Mittelpunkt der Klimadebatte: Rund 7-8 % der weltweiten CO₂-Emissionen gehen auf die Zementproduktion zurück. Eine Herausforderung, die gleichermaßen Innovationskraft wie auch Verantwortungsbewusstsein erfordert.

Warum Emissionsreduktion von zentraler Bedeutung ist

Ein erheblicher Teil der Emissionen ist unvermeidbar auf die Kalzinierung von Kalkstein zurückzuführen:



Etwa 50 % der CO₂-Emissionen sind prozessbedingt, während weitere Emissionsanteile auf den Einsatz fossiler Brennstoffe sowie auf den Strombedarf für Mahl- und Förderprozesse zurückzuführen sind. Auch bei einer vollständigen Umstellung auf erneuerbare Energiequellen bleibt diese chemisch bedingte CO₂-Freisetzung unvermeidbar.



Planetenkugelmühle PM 100



Backenbrecher BB 600



Schwingmühle MM 400



Ultra-Zentrifugalmühle ZM 300

Zentrale Strategien zur Emissionsminderung umfassen daher:

- | Reduzierung des Klinkeranteils
- | Einsatz alternativer Materialien, insbesondere zusätzlicher zemetärer Zusatzstoffe (SCMs)
- | Nutzung recycelter Materialien
- | Einsatz sekundärer Brennstoffe
- | Innovative Aktivierungsmethoden, wie beispielsweise mechanochemische Verfahren

Forschungslabore spielen dabei eine zentrale Rolle, indem sie neue Formulierungen entwickeln, Materialeigenschaften charakterisieren und industrielle Prozesse validieren.

Der klassische Zementherstellungsprozess und seine Herausforderungen

Im konventionellen Produktionsprozess werden Kalkstein, Ton, Sand und Eisenerz zerkleinert und zu Rohmehl vermahlen. Dieses Material wird in einem Drehrohrofen bei etwa 1450 °C gebrannt, wobei Klinker entsteht. Der Klinker wird anschließend zusammen mit Gips und weiteren Zusatzstoffen wie granulierter Hochofenschlacke oder Flugasche zu Zement vermahlen.

Alle Rohstoffe, Zwischenprodukte und Endprodukte müssen kontinuierlich geprüft werden. Eine reproduzierbare Probenvorbereitung mithilfe von Backenbrechern, Labormühlern, Siebmaschinen und Pressen beispielsweise von RETSCH ist hierfür unerlässlich.

Homogenisierung typischer Materialien im Zementherstellungsprozess

Kalkstein und Ton

Kalkstein und Ton sind die primären Bestandteile von Zement. Zur Qualitätssicherung müssen diese Materialien homogenisiert werden. Je nach Prozess werden Backenbrecher eingesetzt, beispielsweise der kompakte **BB 50** oder leistungsstarke Modelle bis zum **BB 600** zur Vorzerkleinerung. Alternativ eignen sich Hammer- oder Prallmühlen wie die **HM 200**.

Die Feinvermahlung auf < 40 µm erfolgt in der Regel in Kugelmühlen. Abhängig vom Probenvolumen und der angestrebten Partikelgröße kommen RETSCH-Schwingmühlen wie die **MM 400**, Planeten-Kugelmühlen wie **PM 100**, **PM 300** oder **PM 400** sowie Trommel-mühlen wie die **TM 300** für größere Probenmengen zum Einsatz.

Klinker, Zement und Beton

Klinker ist deutlich härter und abrasiver. Nach der Vorzerkleinerung in einem Backenbrecher werden robuste Mühlentypen wie Schlagkreuzmühlen oder Scheiben-Schwingmühlen eingesetzt, beispielsweise die **RS 200** oder **RS 300**. Diese kombinieren hohen Durchsatz mit sehr kurzer Mahldauer und erreichen Endfeinheiten unter 100 µm innerhalb weniger Minuten. Für noch feinere Partikelgrößen eignen sich Kugelmühlen wie die **PM 400**.

Gips – weich, aber anspruchsvoll

Gips ist zwar weich, neigt jedoch zur Agglomeration. Bewährte Lösungen umfassen Kombinationen aus Backenbrechern, Rotormühlen wie der **SK 300** oder **ZM 300** sowie eine vorgeschaltete Trocknung mit dem **TG 200 Schnelltrockner**. Zyklonmodule verbessern die Probenabführung erheblich und reduzieren die Staubeentwicklung.

Vor, während und nach dem Mahlen: Trocknung, Zyklone und Pressen

Eine sachgerechte Probenvorbereitung endet nicht mit dem Zerkleinern:

- | Trocknung verhindert Agglomeration und verbessert die Reproduzierbarkeit
- | Zyklone gewährleisten eine staubarme Austragung und eine höhere Probenrückgewinnung
- | Pressen sind unerlässlich für eine zuverlässige Röntgenfluoreszenz- (XRF-) Analyse

Programmierbare Pressen wie die **PP 40** stellen konstante Presskräfte und Haltezeiten sicher – entscheidend für reproduzierbare analytische Ergebnisse.



Schneidmühle SM 300



Luftstrahlsiebmaschine AS 200 jet pro

Zuverlässige Analyse von Sekundärbrennstoffen

Sekundärbrennstoffe, die aus Abfall- oder Biomasseströmen gewonnen werden, ersetzen zunehmend fossile Energieträger. Diese Materialien sind häufig inhomogen und voluminös, sodass eine repräsentative Probenahme, Probenteilung (z. B. PT 200) sowie eine Zerkleinerung – oft unter Einsatz von Schneidmühlen wie der SM 300, unerlässlich sind.

Für Kunststoffe oder faserige Materialien ist eine gezielte Probenvorbereitung mittels Zyklo- nen, Versprödung oder stufiger Zerkleinerungskonzepte von entscheidender Bedeutung.

SCMs und die Kreislaufwirtschaft: vom Nebenprodukt zur wertvollen Ressource

Ergänzende zementäre Materialien (SCMs) wie Schlacken, Flugasche, Puzzolane oder ver- brannte Pflanzenrückstände ersetzen Klinker und reduzieren Emissionen erheblich. Ihre Auf- bereitung erfordert flexible Mahlkonzepte:

- | Schlacken: Backenbrecher → SK 300 oder Kugelmühlen
- | Puzzolane & vulkanische Gesteine: Rotormühlen (SR 300, ZM 300)
- | Biogene Aschen: Schneidmühlen, ZM 300 oder Kugelmühlen (abhängig von der analyti- schen Fragestellung)

Mechanochemie trifft Zement: Aktivierung von Tonmineralen

Aktiviert Töne zählen zu den vielversprechendsten SCMs. Anstelle der energieintensiven Kalzinierung nutzt die mechanochemische Aktivierung einen gezielten Energieeintrag in Kugelmühlen, um Kristallstrukturen zu verändern und die Reaktivität zu erhöhen. Planetenkugelmühlen wie die PM 100 oder PM 300 ermöglichen eine präzise Einstellung von Drehzahl, Mahldauer und Kugel-zu-Pulver-Verhältnis. Studien zeigen, dass die Reaktivi- tät mit steigendem Energieeintrag deutlich zunimmt, bis ein Optimumpunkt erreicht ist.

Ein zentrales Werkzeug ist das GrindControl System, das Temperatur und Druck im Mahlbe- cher in Echtzeit überwacht. Es verhindert Überhitzung, ermöglicht eine gezielte Prozess- kontrolle und liefert wertvolle Einblicke in die Materialzusammensetzung, beispielsweise durch die CO₂-Freisetzung aus dolomithaltigen Tönen.

Partikelgrößenanalyse: Präzision bis in den Feinbereich

Die Partikelgrößenverteilung hat einen maßgeblichen Einfluss auf die Reaktivität, Festig- keit und Verarbeitbarkeit von Zement. RETSCH-Siebmaschinen ermöglichen schnelle und reproduzierbare Analysen.

Insbesondere für feine Pulver sind Luftstrahlsiebmaschinen wie der AS 200 jet und AS 200 jet pro äußerst effektiv, da sie ein Trockensieben unterhalb von 50 µm innerhalb weniger Minuten ermöglichen.

Fazit

Die Zement- und Betonindustrie befindet sich in einem tiefgreifenden Transformations- prozess. Nachhaltige Rezepturen, alternative Rohstoffe und innovative Verfahren wie die Mechanochemie eröffnen neue Wege zur Reduzierung von CO₂-Emissionen. Eine grund- legende Voraussetzung für diesen Fortschritt ist eine leistungsfähige und reproduzierbare Probenaufbereitung.

Mit einem umfassenden Portfolio, von Backenbrechern, Rotormühlen und Kugelmühlen über Trockner, Zyklone, Pressen und Siebmaschinen bis hin zur digitalen Prozessüber- wachung mit GrindControl, unterstützt RETSCH Labore dabei, Qualität sicherzustellen, Entwicklungsprozesse zu beschleunigen und den Übergang zu nachhaltigen Zementen aktiv mitzugestalten.



Weitere Informationen unter
www.retsch.com