

## Probenanalyse von Sekundärbrennstoffen in Zementwerken

### Vor der Nutzung als Brennstoff in der Zementproduktion sind chemische Analysen zur Qualitäts-Kontrolle notwendig

Zement wird folgendermaßen produziert: Kalkstein wird mit geringen Mengen von anderen Materialien (wie z.B. Ton) bei 1450°C in einem Drehrohrofen gebrannt, in einem Prozess der als Kalzinierungsphase bezeichnet wird, wobei ein Kohlendioxid-Molekül vom Kalziumkarbonat abgespalten wird um Calciumoxid entstehen zu lassen, oder Branntkalk, welcher dann mit anderen Materialien gemischt wird. Die resultierende harte Substanz, der so genannte Klinker wird dann mit einer kleinen Menge Gips zu einem Pulver vermahlen um herkömmlichen Zement herzustellen – der am häufigsten verarbeiteten Zementart.

#### Energiefresser

Abhängig von den Rohstoffen und Prozessen, verbraucht ein Zementwerk pro Tonne Klinker die produziert werden, 3 bis 6 GJ Brennstoff. Heute nutzen Drehrohrofen Kohle und Petrolkoks als Primärbrennstoffe, und in einem geringeren Maße Erdgas und Heizöl. Ausgewählte Abfälle und Nebenprodukte mit wiederverwertbarem Heizwert können als Sekundärbrennstoffe in einem Drehrohrofen genutzt werden und damit - wenn diese die strikten Vorgaben erfüllen - einen Teil der konventionellen fossilen Brennstoffe wie z.B. Kohle ersetzen.



Abb. 1: Abfall

#### Inhomogene Proben

Sekundärbrennstoffe können eine sehr inhomogene Probe sein, und alle möglichen Arten von Polymeren, Papier, Holz und geringe Anteile von Metall enthalten. Auch recyceltes Holz und Teile von Autoreifen könnten als Sekundärbrennstoff genutzt werden. Vor der Nutzung als Brennstoff in der Zementproduktion, sind einige chemische Analysen zur Qualitäts-Kontrolle notwendig, eine davon ist die Bestimmung des Heizwerts:



Abb. 2: Inhomogene Probe aus Abfall

#### Ermittlung des Brennstoff-Verbrauchs

Um den Brennstoff Verbrauch während der Klinkerproduktion zu ermitteln muss der Brutto- und Netto-Heizwert der genutzten Brennstoffe bestimmt werden. Die Bestimmung der Brennwerte ist von besonderer Bedeutung um verschiedene Sekundärbrennstoffe zu charakterisieren deren Zusammensetzung oft variiert. Der Brutto-Heizwert wird mit einem Bomben-Kalorimeter gemäß DIN 51900 in einer Sauerstoff Atmosphäre mit einem Druck von 30 Bar ermittelt. Eine so genannte Bombe wird in einen Metall-Tank eingeführt von welchem angenommen wird das dieser adiabatisch ist. Der Tank wird mit Wasser gefüllt und auf die entsprechende Temperatur gebracht.

Der zu testende Brennstoff wird in die Bombe platziert, durch einen Lichtbogen gezündet und verbrannt. Der Brutto-Heizwert wird durch Messung der Erwärmung des Bomben-Kalorimeters gemessen.

Der Brutto-Heizwert eines Brennstoffs wird folgendermaßen definiert: als die Menge von erzeugter Wärme durch den Verbrennung Prozess und anschließende Abkühlung der Abgase auf 25° C. Beides, die Energie benötigt um die Verbrennungsluft und Abgase aufzuwärmen und die durch die Hitze entstandene Verdampfung oder Kondensationsflüssigkeit - speziell Wasser - sind in diesen Parametern berücksichtigt. Der Netto Heizwert zeigt auf welche Wärmemenge eines Brennstoffes tatsächlich genutzt werden kann. Er berechnet sich aus dem Brutto-Brennwert unter Berücksichtigung der beim Brennprozess freigesetzten Abgase, die einen Teil der Brennstoffenergie abführen.

Folglich ist der Netto Brennwert geringer als der Brutto Brennwert. Die Feuchtigkeit in dem Brennstoff ist in diesem Zusammenhang von besonderer Bedeutung. Der Netto Brennwert von Trocken Brennstoffen ist höher als der von feuchten Brennstoffen der gleichen Art.

### Wichtige Analysen

Andere wichtige Analysen sind die Bestimmung des Chlorgehaltes gemäß DIN 51727 und die Bestimmung des gesamten organischen Kohlestoffgehalts. Bedingt durch die Inhomogenität der Probe ist eine genaue Probenvorbereitung essentiell um korrekte Werte der genannten Analysen zu erhalten.

Die Probenvorbereitung bedeutet eine Zerkleinerung der Probe mit einer Labor Schneidmühle auf eine Endfeinheit zwischen 0,5 mm bis 1 mm. Speziell für diese Anwendung entwickelte die FRITSCH GmbH, eine der führenden Firmen für den Bereich Probenaufbereitung, die Schneidmühlen-Kombination PULVERISETTE 25/19 mit Zyklon zur Probenabsaugung.

### FRITSCH Schneidmühlen

Die extra robuste FRITSCH **Schneidmühlen-Kombination 19 large/19** besteht aus der **Universal-Schneidmühle PULVERISETTE 19 large mit variabler Drehzahl von 50-700 U/min** und der **Universal-Schneidmühle PULVERISETTE 19 mit variabler Drehzahl von 300-300 U/min**.

Die gesamte Probe mit einer Partikelgröße von 30 mm wird von der PULVERISETTE 19 large vorzerkleinert und fällt dann automatisch durch einen Trichter in einen Probenteiler mit einem variablen Teilungsverhältnis von 1:13.

Dieses ermöglicht einen Durchsatz von großen Mengen bis zu mehreren Litern. Der kleinere Probenanteil wird automatisch in der PULVERISETTE 19 auf eine Endfeinheit von 0,5 mm – 1 mm zerkleinert. Der starke Luftstrom im FRITSCH Zyklon zieht die gemahlene Probe in die Probenflasche.



Abb. 3: Schneidmühlen Kombination P19/19 und Hochleistungszyklon

## Vermeidung von Kreuzkontamination



Abb. 4: Sekundärbrennstoffe vor der Mahlung



Abb. 5: nach der Mahlung – 0,5 mm Sieb

Um eine Kreuzkontamination zwischen den Proben zu vermeiden ist eine schnelle und einfache Reinigung der Mühle unerlässlich. Die FRITSCH Schneidmühle erlaubt es Anwendern alle Mahlteile ohne Werkzeug zu wechseln. Das Resultat: eine komplett offene, leere Mahlkammer mit minimalem Totraum für schnelles, einfaches reinigen und verlässlicher Schutz gegen Kreuzkontamination. Die Probenaufbereitung von Teerpappe ist auch möglich, aufgrund des Charakters der Probe empfehlen wir die Zugabe von Trockeneis während der Mahlung. Trockeneis kühlt die Mahlkammer und verhindert Temperatur Effekte wie z.B. das Verkleben der Probe am Rotor oder dem Sieb innen. Im Falle von Anwendungen mit geringem Durchsatz ist es auch möglich nur mit der Universal Schneidmühle PULVERISETTE 19 zu arbeiten, aber der Zyklon sollte immer eingesetzt werden.

### Zusammenfassend:

Um Produktionskosten bei der Zementherstellung zu minimieren und den Verbrauch von fossilen Brennstoffen zu reduzieren, greifen immer mehr Zementwerke auf Sekundärbrennstoffe zurück. Viele chemische Analysen zur Qualitätskontrolle wie z.B. der Brennwert oder TOC oder die Bestimmung des Chlorgehaltes müssen durchgeführt werden. Für korrekte Ergebnisse ist eine verlässliche Probenaufbereitung dieser inhomogenen Proben essentiell. Mit der Schneidmühlen-Kombination PULVERISETTE 25/19 bietet FRITSCH das ideale Werkzeug für die Probenaufbereitung von allen Arten von Sekundärbrennstoffen.

### Quellen und weiterführende Literatur:

Wikipedia: <https://de.wikipedia.org/wiki/Zement>  
 Verein Deutscher Zementwerke e.V.: [www.vdz-online.de](http://www.vdz-online.de)  
 FRITSCH Mahlprotokoll-Datenbank: [www.fritsch.de/probenaufbereitung/mahlprotokolle/](http://www.fritsch.de/probenaufbereitung/mahlprotokolle/)

**Autor:** Dipl. Phys. Wolfgang Simon, Fritsch GmbH,  
 E-Mail: [info@fritsch.de](mailto:info@fritsch.de)