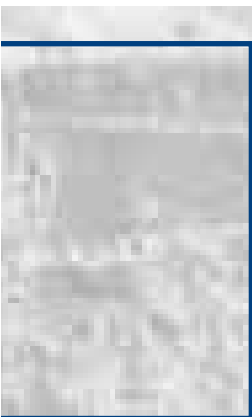


# Rohmaterialaufbereitung.

Vom Steinbruch bis zur Rohmehlaufgabe in den Vorwärmer.



Ein Unternehmen  
von ThyssenKrupp  
Technologies

**Polysius**



ThyssenKrupp

## Zukunftsweisende Rohmaterial-Aufbereitungslösungen made by Polysius: Innovativ – Individuell – Ideal.

**Die Herstellung von Zement beginnt mit der Rohmaterialgewinnung und -aufbereitung – ein Prozess vom Rohmaterialabbau im Steinbruch bis zur Aufgabe des Rohmehls in den Vorwärmer.**

Ziel einer optimalen Rohmaterialaufbereitung für die Zementherstellung ist es, dem nachgeschalteten Brennprozess ein Rohmehl zu liefern, das in puncto Qualität und Homogenität eine wirtschaftliche Produktion qualitativ hochwertiger Zemente erlaubt. Dazu gilt es, die zum Einsatz kommenden Materialien (Roh- und Brennstoffe) genau zu kennen und darauf aufbauend das Produktionsverfahren einschließlich der Misch-, Lager-, Homogenisier-, Mahl- und Analysentechnik zu wählen.

Erfahrene Geologen ermitteln zunächst die im Steinbruch vorkommenden Rohmaterialien. In den chemischen, mineralogischen und physikalischen Labors des Polysius-Forschungszentrums lassen sich anschließend die Rohmaterialien analysieren, bewerten und testen. Wobei auch anhand weniger Daten auf Basis der umfangreichen Polysius-Datenbank die Materialien zuverlässig eingeordnet und klassifiziert werden können.

Unter Berücksichtigung der ermittelten Materialeigenschaften und kundenspezifischer Randbedingungen erfolgt die Auswahl, Anordnung und Dimensionierung der erforderlichen Maschinen- und Analysetechnik. Um in der Phase der Lösungsfindung genügend

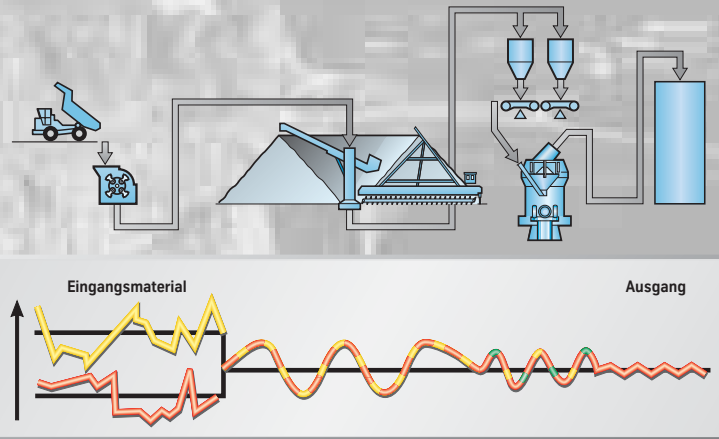
Freiraum für das Erstellen alternativer Lösungen zu haben, nutzt Polysius ISAR: das datenbank-basierte Softwareprogramm erlaubt, sehr schnell unterschiedliche Anlagen- und Prozesskonfigurationen einschließlich resultierender Rohmaterial-Homogenitätsverläufe am PC zu simulieren, um letztlich das verfahrenstechnische und wirtschaftliche Optimum für jedes individuelle Projekt herauszufiltern.

Ob eine Lagerstätte als Lieferant des Rohmaterials für die Zementherstellung geeignet ist, entscheidet sich auf Basis genauer Daten über das Rohstoffvorkommen. Vor Ort untersuchen Geologen das Vorkommen.



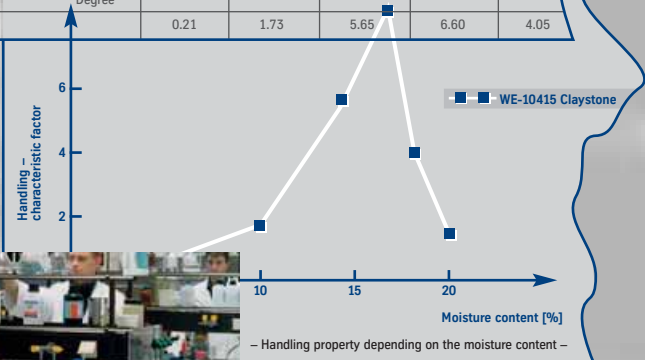


Vom PC zur Realität:  
 Aufgrund der unterschiedlichen Rohmaterialvorkommen reicht es nicht aus, Standard-Einzelprozesse oder gar nur Maschinen aneinander zu reihen: nur die Gesamtbetrachtung unter Berücksichtigung der gewonnenen Rohmaterialdaten sowie der Investitions- und Betriebskosten bringt den gewünschten Erfolg. ISAR – ein weltweit einzigartiges Softwareprogramm – erlaubt sehr rasch ein optimales Rohmaterialaufbereitungskonzept zu entwerfen und zu simulieren.



Shear Test evaluation for moist materials – Polysius AG/Research and Development –

	1	2	3	4	5
Client	Singfa	Singfa	Singfa	Singfa	Singfa
Material	Claystone	Claystone	Claystone	Claystone	Claystone
WE-No.	10415	10415	10415	10415	10415
Test-No.	0415C05	0415C10	0415C15	0415C16	0415C175
Moisture content	5.0	10.0	15.0	16.0	17.5
Normal stress	g/cm <sup>2</sup> 200	200	200	200	200
Greatest consolidation stress	g/cm <sup>2</sup> 502	508	489	482	455
Bulk material strength	g/cm <sup>2</sup> 92	184	262	271	227
Effective angle of friction	Degree 39	42	45	46	43
Bulk material cohesion	g/cm <sup>2</sup> 24.5	52.1	80.8	86.3	71.7
Flow function	ffc				
ffc < 1	Hardened				
ffc < 2	Very cohesive		1.9	1.8	
2 < ffc < 4	Non-flowing				2.0
4 < ffc < 10	Cohesive	5.5	2.8		
10 < ffc	Easy flowing				
	Free flowing				
Angle of wall friction	St-37 Degree		27.0	24.5	
Angle of wall friction	PVC Degree		25.9	19.8	
Angle of wall friction	Degree				
Handling behaviour		0.21	1.73	5.65	6.60



Nach der materialspezifischen Aufbereitung der von den Geologen gelieferten repräsentativen Materialproben werden in Laborversuchen die chemischen und physikalischen Eigenschaften ermittelt und die Bewertung und Klassifizierung der Rohmaterialien vorgenommen.



Basis der Anlagenkonfiguration sind die ermittelten Materialeigenschaften.

## Die Prozesskette auf einen Blick.

- **Brechen:** Brecher zerkleinern das aus dem Steinbruch kommende Rohmaterial auf die von der Rohmühle geforderte Schottergröße.

**Brecher**

- **Rohmaterialanalyse:** Der Online-Analysator POLAB® CNA liefert erste Daten über Chemie und/oder Homogenität des Rohmaterials.

**POLAB® CNA**

- **Schüttgutlagern/Mischen/Dosieren:** Die Rohmaterialien werden auf Lagerhaldden zwischengelagert oder auf Mischbetten vergleichmäßig und schließlich direkt oder über Vorbunker dem Mahlprozess in der erforderlichen Menge und Zusammensetzung zugeführt.

**Längslager/Längsmischbett  
Rundlager/Rundmischbett  
Dosierbunker**

- **Mahlen/Trocknen:** Das Rohmaterial wird in der Rohmühle auf die für den nachgeschalteten Klinkerbrennprozess benötigte Feinheit gemahlen und getrocknet.

**Rollenmühle QUADROPOL®  
Rollenmühle DOROL®  
Luftstromkugelmühle  
Gutbett-Walzenmühle POLYCOM®**

- **Rohmehlanalyse:** In kurzen Intervallen werden die Rohmehlproben analysiert und auf Basis der Analysedaten die Rohmaterial-Zusammensetzung und -Aufgabe der Rohmühle gesteuert.

**POLAB® AOT  
POLAB® AMT**

- **Rohmehl-Endhomogenisieren/Lagern:** In Silos wird das Rohmehl homogenisiert, gelagert und von dort dem Vorwärmer dosiert zugeführt.

**Multizellensilo  
Tangential-Mischsilo  
Filterstaubhandling  
Dosier- und Fördersysteme**



## Mit dem Rohmaterialabbau beginnt alles.



Das zur Zementerzeugung erforderliche Rohmaterial wird im Steinbruch entsprechend den Rohmaterialkennwerten durch Sprengen, Abbau mit Hydraulikbaggern oder durch Rippen gewonnen. Für die Zerkleinerung des gewonnenen Rohmaterials auf die für die Rohmühle erforderliche Korngröße kommen – abhängig von Materialeigenschaften und Art der Gewinnung – sehr unterschiedliche Brechanlagen zum Einsatz. Polysius setzt hierfür Brecher renommierter Hersteller ein.

# Leistungsstarkes Analysator-Trio sichert Qualität auf die es ankommt.

Da auf der einen Seite die Rohmaterialien und Brennstoffqualitäten (vor allem infolge zunehmend problematischerer Rohlagerstätten und des Einsatzes von Sekundärstoffen) immer komplizierter werden und auf der anderen Seite die Anforderungen an die Klinkerqualität steigen, ist die Qualitätssicherung mit leistungsstarken Analysensystemen ein unverzichtbarer Bestandteil der Rohmaterialaufbereitung.

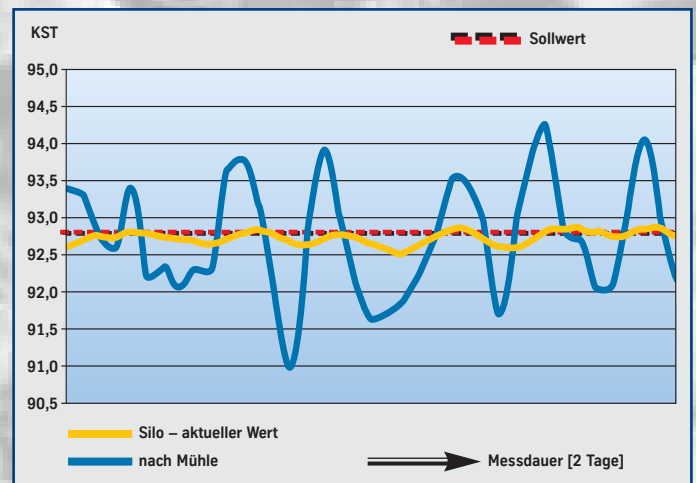
Ein allgemein gültiges Konzept gibt es nicht: vielmehr gilt, so komplex wie die Rohmaterialien und Brennstoffsorten sind, so

komplex ist auch die Ermittlung des für den speziellen Anwendungsfall richtigen Qualitätssicherungskonzepts.

Mit POLAB® CNA für die Online-Analyse des Rohmaterials vor dem Mischbett, POLAB® AOT für die Online-Analyse des Rohmehls nach der Rohmaterialmahlanlage und POLAB® AMT, dem im Zentrallabor positionierten Aufbereitungs- und Analysensystem, bietet Polysius leistungsstarke Systeme, die an qualitätsrelevanten Stellen des Prozesses über die chemische Zusammensetzung bzw. Homogenität der Materialien informieren und entsprechende Regeleinriffe initiieren. Die Systeme sind mit einer adaptiven Mischungsregelung ausgerüstet, die vorkalkulierend die Rohmehlmischung kontrolliert und somit sicher am Sollwert hält.



Der Rohmehlanalyser POLAB® AOT, der aufgrund der Stellfläche von nur 2,2 m<sup>2</sup> (!) auch problemlos nachträglich zu installieren ist, realisiert einen Regelkreis im 10-Minuten-Takt: d.h. alle 10 Minuten wird eine Rohmehlanalyse durchgeführt und die Bandwaageneinstellung der Rohmühlenaufgabe mittels adaptiver Mischungsregelung korrigiert.



Die frühestmögliche Kenntnis über die Chemie und Homogenität der zum Einsatz kommenden Rohmaterialien ist durch Einsatz des Analysensystems POLAB® CNA vor dem Mischbett gewährleistet: der gesamte aus dem Brecher auf Schottergröße zerkleinerte Rohmaterialstrom passiert den Online-Analysator.

Direkt hinter der Rohmühle eingesetzt, nimmt POLAB® AOT in kurzen Intervallen Rohmehlproben, bereitet sie mahltechnisch auf, analysiert sie mit dem energie-dispersiven Röntgenfluoreszenz-Messgerät und steuert die Rohmaterial-Zusammensetzung und -Aufgabe der Mühle.



POLAB® AMT, das im Zentrallabor eingesetzte Aufbereitungs- und Analysensystem übernimmt die Qualitätssteuerung einer kompletten Zementproduktionslinie.



POLAB® CNA ermittelt prozessrelevante Oxidkonzentrationen für den gesamten den Analysator aufbereitungsfrei passierenden Materialstrom (egal ob Einzelkomponenten wie Kalkstein, Mergel, Ton oder Mischungen daraus). Anhand der Analyseergebnisse lässt sich frühzeitig die Qualität der Eingangsprodukte und damit ein optimaler Mischbettaufbau steuern. Der modulare Aufbau des POLAB® CNA erlaubt die Installation (auch in vorhandene Förderanlagen) binnen kürzester Zeit.

# Auf die richtige Mischung kommt's an.

## Misch- und Lagertechnik anforderungs-individuell konfiguriert.

### Rohmaterialaufbereitung mit integriertem Mischbett

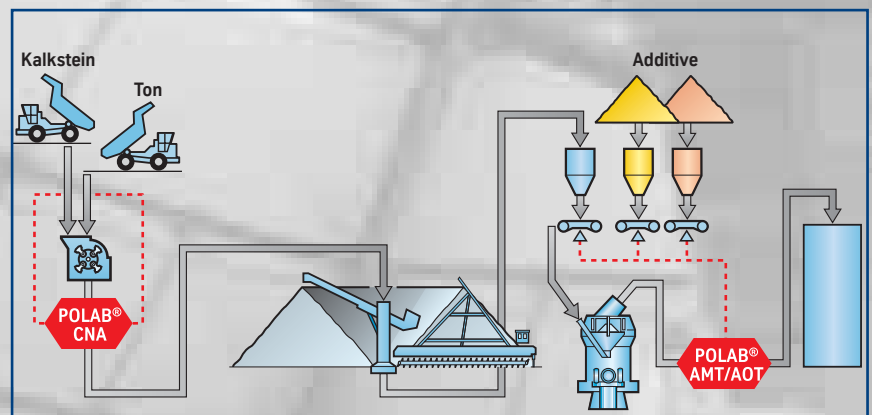
Als ideale Lösung für »normale« und akzeptabel zu handhabende Materialkomponenten hat sich das Rohmaterialaufbereitungskonzept mit einem integrierten Mischbett etabliert.

Die Kontrolle über die Einlagerung übernimmt der Online-Analysator POLAB® CNA, der die Zufuhr verschiedener Komponenten schon zum Brecher oder vor dem Mischbett steuert und so einen Mischbett-aufbau nahe dem Sollwert erlaubt. Vor der Mühle erfolgt dann eine Feinjustierung mit

Hilfe der Rohmehlanalyse und der Zufuhr von Korrekturkomponenten über die adaptive Mischungsregelung.

Die Endhomogenisierung findet zumeist im Tangentialmischsilo statt.

Rohmaterialaufbereitungskonzept mit integriertem Mischbett – die ideale Lösung für »normale« und akzeptabel zu handhabende Materialkomponenten.



Um die Rohstoffe effizient lagern und homogenisieren zu können, bietet Polysius ein breites Spektrum an Mischbett- und Lagertechnik in Rund- und Längsausführung mit aufeinander abgestimmten Aufschütt- und Abräumverfahren.



## Rohmaterialaufbereitung für Materialien mit extremem Handlingverhalten

Immer häufiger gelangen Materialien zum Einsatz, die ein extremes Handlingverhalten aufweisen (z.B. sehr stark kleben oder extrem feucht sind), zur Separation neigen oder einfach nicht zeitgleich zur Verfügung stehen.

In diesen Fällen gilt es, die einzelnen Komponenten entsprechend ihrer Handhabungs- und Homogenitätseigenschaften speziell zu lagern und vorzuhomogenisieren. Diese Komponenten werden erst auf dem Weg zur Mahlanlage zusammengeführt. Insbesondere bei schwierig zu handhabenden Materialien ist eine direkte Beschickung der Mühle aus dem Lager die geeignete Lösung.

Die Beschickung ist realisierbar durch die Verknüpfung mehrerer Ausstapelgeräte im Falle diskontinuierlich aufzubauender Längshalden oder direkt aus einem Rundmischbett heraus mittels speziell konzipiertem Austragssystem. Die Mühlendirektbeschickung vermeidet das Handling des kritischen Materials in einem zusätzlichen Vorbunker und eliminiert sonst notwendige Investitionen für Vorbunker und Austragsdosierung. Die Mischungssteuerung erfolgt dann via Online-Rohmehlanalysator POLAB® AOT.

Wichtige Voraussetzung für eine Mühlendirektbeschickung aus dem Mischbett heraus ist die Sicherstellung eines gleichmäßigen Materialflusses. Deshalb dient die Zentralschurre des Brückenkratzers im Rundmischbett als kleiner Vorratsbehälter, der vor allem kurzweilige Austragsschwankungen

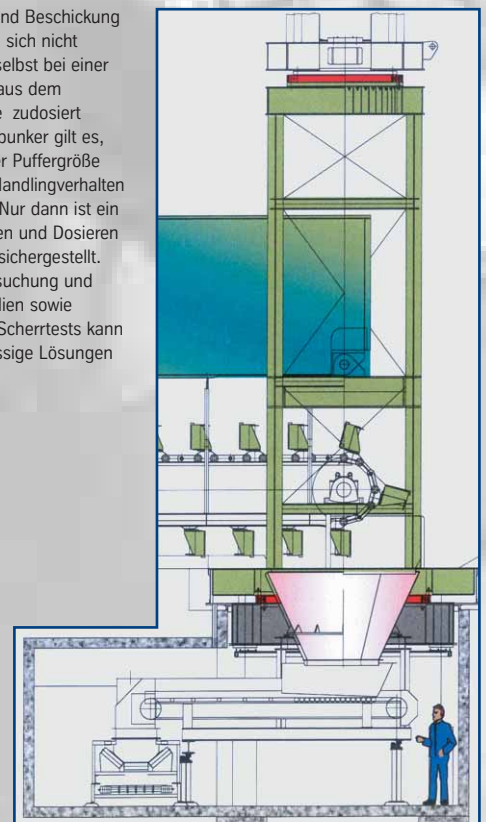
ausgleicht. Das kompakte Polysius-Konzept, das die Kette des Brückenkratzers durch die Zentralsäule führt, gewährleistet, dass das Material zentrisch in die Schurre fällt und nicht an den Wänden haften bleibt.

Der Füllstand der Zentralschurre wird mit einem Füllstandsmessgerät erfasst. Sinkt er ab, wird automatisch der Vorschub der Brücke erhöht und damit die Ausstapelleistung.

Die Mühlendirektbeschickung kann auch dann zum Einsatz kommen, wenn das Rundmischbett in einer großen Entfernung von der Mühle platziert ist.

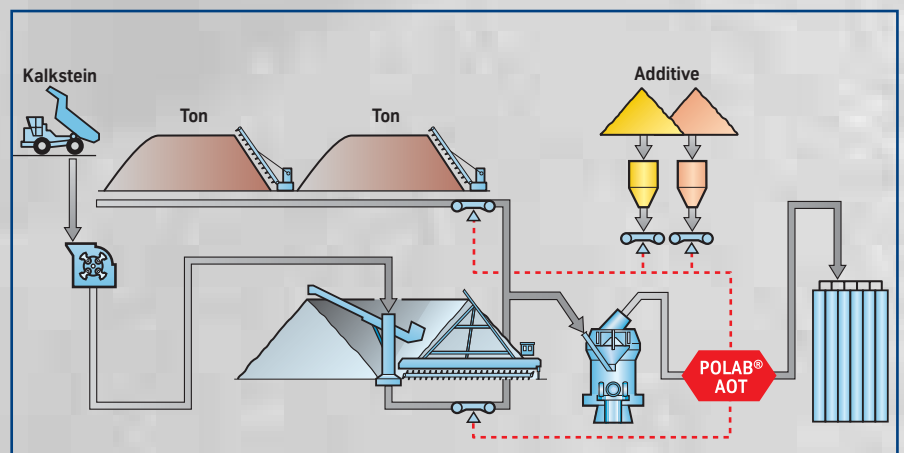


Vorbunker zur Dosierung und Beschickung der Rohmahlanlage lassen sich nicht grundsätzlich vermeiden: selbst bei einer Mühlendirektbeschickung aus dem Mischbett müssen Additive zudosiert werden können. Diese Vorbunker gilt es, entsprechend erforderlicher Puffergröße sowie Material-Fließ- und Handlingverhalten richtig zu dimensionieren. Nur dann ist ein jederzeit sicheres Ausfließen und Dosieren der Materialkomponenten sichergestellt. Mit Hilfe der Materialuntersuchung und Klassifizierung der Materialien sowie notfalls durchzuführender Scherrtests kann Polysius auch hier zuverlässige Lösungen bieten.



Prinzip der Mühlendirektbeschickung.

Rohmaterialaufbereitung für extrem zu handhabende Materialien.



## Rohmaterial-Mahlanlagen. Die Anforderungen bestimmen den Mühlentyp.

Polysius bietet ein umfangreiches Spektrum an Mahlverfahren. Welche Mahlanlage allerdings für den jeweiligen Einsatzfall die richtige ist, hängt von zahlreichen Kriterien ab.

Neben den Rohmaterialeigenschaften und der gewünschten Durchsatzleistung bestimmen insbesondere Investitions- und Betriebskosten sowie Verfügbarkeit die Auswahl der Mahlanlage.

Die **Kugelmühle** ist eine bewährte, einfache und wartungsfreundliche Maschine, die durch niedrigste Investitionskosten punktet.

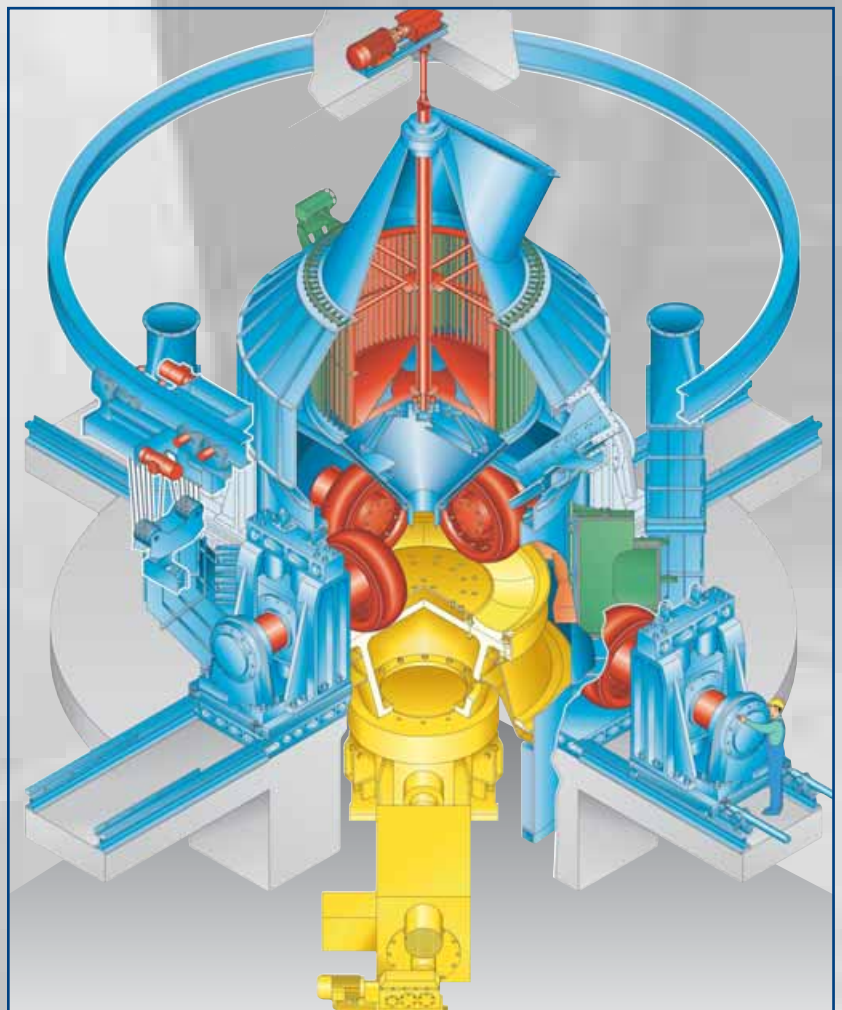
Wesentliche Nachteile sind der im Vergleich zu anderen Mahlverfahren deutlich höhere Energieverbrauch und das geringe Materialtrocknungsvermögen.

Die **Gutbett-Walzenmühle POLYCOM®** hat den geringsten Energiebedarf und kann problemlos mit anderen Mahlverfahren kombiniert werden, sodass fast beliebig hohe Durchsatzsteigerungen vorhandener Mahlverfahren diesen Mühlentyp forcieren. Aufgrund der zumeist hohen Materialtrocknungsanforderungen ist allerdings auch der POLYCOM®-Einsatz begrenzt.

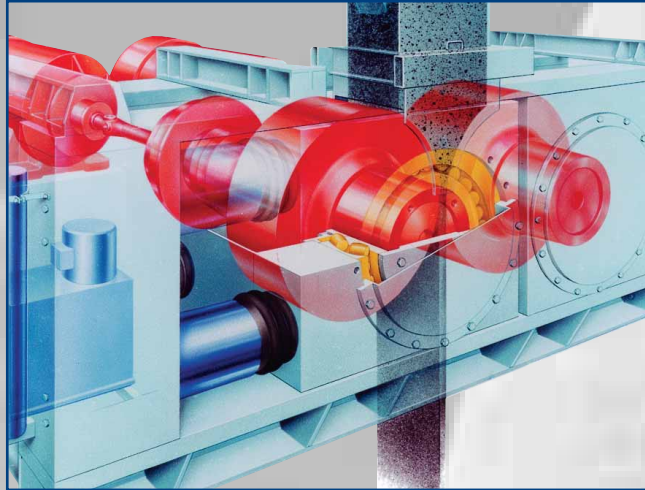
In ca. 85 Prozent aller Rohmaterial-Mahlanwendungen kommt heutzutage die Rollenmühle, die in einer kompakten Einheit drei Arbeitsgänge – Mahlen, Trocknen und Sichten – vereint, zum Einsatz. Eine Weiterentwicklung der mit über 250 Installationen weltweit bekannten **DOROL®-Doppelrollenmühle** ist die **QUADRO-**

**POL®**: Hohe Durchsätze bei geringer Baugröße sowie eine hohe Verfügbarkeit sind die Leistungsmerkmale dieses Mühlentyps: die **QUADROPOL®** hat vier Mahlrollen, die außen gelagert und somit vor Staub und erhöhter Temperatur geschützt sind. Ein automatisches Umschalten vom 4- auf den 2-Rollenbetrieb gibt der Mühle eine hohe Flexibilität und damit Anpassungsmöglichkeiten an den Rohmehlbedarf. Für Wartungszwecke lassen sich die jeweils gegenüberliegenden Mahlrollen aus dem Gehäuse verfahren. Die in der Mühle verbleibenden Rolleneinheiten übernehmen dann den Zerkleinerungsprozess – eine Voraussetzung für den Online-Betrieb mit ununterbrochenem Materialfluss von der Mühle bis in den Ofen.

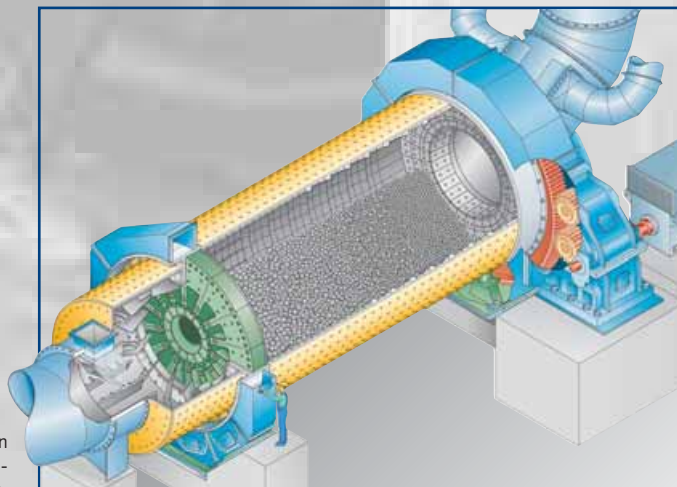
Gute Zugänglichkeit, einfache Wartung und die Möglichkeit, einen Übergang auf Teillastbetrieb mit 2 Rolleneinheiten sogar während des Betriebes zu realisieren, vervollständigen das überzeugende QUADROPOL®-Konzept.



Die POLYCOM® ist als Vormühle, in Verbindung z.B. mit Kugelmühlen oder als autarke Fertigmühle einsetzbar. Je mehr Zerkleinerungsarbeit der Gutbett-Walzenmühle zugeordnet wird, umso höher ist die Energieeinsparung gegenüber anderen Systemen.



Die Doppelrollenmühle DOROL® ist die Standardrollenmühle zur Vermahlung unterschiedlichster Materialien einschließlich Kohle, Hochofenschlacken und Klinker. Dieser Mühlentyp wurde über die Jahre permanent weiterentwickelt und optimiert und hat so ein hervorragendes Niveau an Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit erreicht.



Einfache Anlagenkonzeption und niedrige Investitionskosten kennzeichnen die Luftstrom-Kugelmühle.

# Silotechnik von Polysius für eine kompromisslose Endhomogenisierung.

Der Trend zu komplexeren Rohstoffen hat auch zur Folge, dass die Rohmehlsilos in Bezug auf die Homogenisierung immer mehr leisten bzw. neue Aufgaben übernehmen müssen. Investitionsgründe – und damit der Zwang zu kleiner dimensionierten Ausführungen – bestimmen zudem das Anforderungsprofil an die Rohmehlsilos.

Das Rohmehlsilo erfüllt zwei Aufgaben: Es ist Rohmehlager, um den Ofen auch während Stillstandszeiten der Rohmühle mit Rohmehl zu versorgen. Zudem soll es das von der Rohmühle erzeugte Rohmehl soweit homogenisieren, dass eine gleichbleibende Klinkerqualität im Ofen erzeugt werden kann. Dabei gilt es, die in den vorherigen Prozessabschnitten erzeugte Homogenität zu erhalten oder bei noch nicht erreichter Zielhomogenität diese zu erzeugen. Das Prinzip des Homogenisierens ist das horizontale Einlagern von Schichten unterschiedlicher Qualitätsmerkmale und das vertikale Verschneiden der Schichten beim Abziehen.

Polysius hat die Standard-Homogenisiersilos gründlich überarbeitet und bietet mit dem Tangentialmischsilo und dem Multizellensilo Lösungen für die neuen Anforderungen.

## Tangentialmischsilo

Das Tangentialmischsilo besteht aus dem Silokörper, dem Verteilersystem, dem Innenkonus, der Belüftungsfläche mit den Abzugssystemen, der zentralen Mischkammer, dem Belüftungssystem und dem Entstaubungsfilter.

Über das Verteilersystem erfolgt die Rohmehlzufuhr in das Silo. Im Vergleich zum herkömmlichen Mischsilo wurde die Anzahl der Aufgabearme erhöht und eine zentrale Aufgabestelle installiert. Infolge der abwechselnd über eine Steuerung aktivierten Aufgabestellen ist auszuschließen, dass sich z.B. die gröberen, gerade herunterfallenden Fraktionen des Rohmehls anhäufen. So wird schon während des Füllvorgangs der Separation des Rohmehls entgegengewirkt.

Das neue Tangentialmischsilo besticht durch seinen einzigartigen Belüftungsboden, der fast die komplette Ringfläche des Silobodens bedeckt und somit eine optimale Belüftung des Rohmaterials sichert.

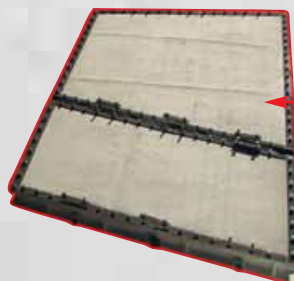
Das Material kann an allen Stellen im Silobodenbereich aktiviert und abgezogen werden. Der Belüftungsboden ist modular und kompakt ausgeführt, die Montage ist einfach, sicher und somit kostengünstig.

Der wesentliche verfahrenstechnische Vorteil wird durch die neue Betriebsweise der zentralen Mischkammer mit konstantem Füllungsgrad erschlossen. Durch den sehr gleichmäßig belegten Siloboden und die höhere Anzahl an Ausläufen können heute gezielte, durchgehende Abzugstromben auch bei schwer fließenden oder problematischen Rohmehlen im Silo erzeugt werden. Die Abzugsdauer bzw. die Mischkammerbefüllung aus einem Segment kann zeitlich individuell der Silo- und Mischkammergröße sowie dem Materialverhalten angepasst werden. Der konstante Füllungsgrad in der Mischkammer sorgt zusätzlich für ein konstantes Materialabzugsverhalten, so

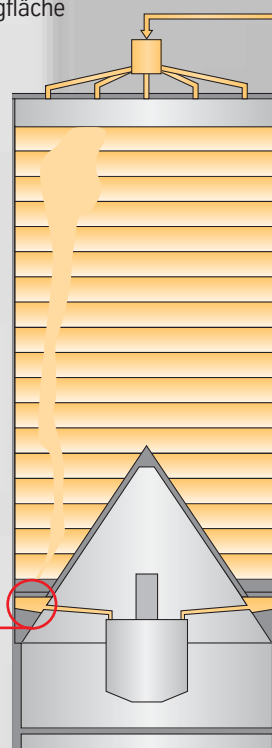
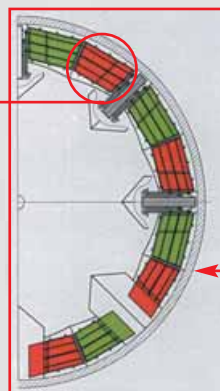
dass die nachgeschalteten Dosieraggregate optimal beschickt werden.



Die Kombination der neuen Systeme 'POLAB® AOT-Analysator und Tangentialmischsilo' zählt zu den innovativsten Rohmehl-Homogenisier- und Lagerkonfigurationen auf dem Markt.



Silobelüftungsboden.



Homogenisierung und Abzugsverhalten im Tangentialmischsilo.

### Multizellensilo

Das Multizellensilo besteht aus mehreren Silozellen und kommt insbesondere dort zum Einsatz, wo das Rohmehl starke Tendenzen zur Separation aufweist (eine Antwort auf den Trend zu komplexen Rohmaterialien) und/oder prozessbedingt für die Homogenisierung nur geringe Vorratsvolumina vorgesehen werden (eine Antwort auf kleiner werdende Rohmehlsilo-Vorratskapazitäten).

Die zum Multizellensilo zusammengeführten kleinen Einzelsilos werden nacheinander befüllt, aber gemeinsam entleert. Das Produkt wird anschließend direkt dem Vorwärmer aufgegeben. Auf diese Weise wird ein sicherer Mischeffekt erzielt; die Silos sind so konstruiert, dass Massenfluss gewährleistet ist und kein Entmischen oder Separieren stattfinden kann.



Ein Unterschied zu schon bekannten Mehrzellensilosystemen ist, dass das gemeinsam abgezogene Material dem Vorwärmer direkt zugeführt und nicht erst in Lagersilos (wo erfahrungsgemäß erneut Separationen stattfinden können) zwischengespeichert wird.



Konus und Auslauf des Multizellensilos.

### Die Vorteile des Multizellensilos auf einen Blick:

- Selbst bei sehr komplexen Rohmaterialien ist ein definierter Mindest-Mischeffekt gewährleistet.
- Die Größe der einzelnen Silos sichert einen ständigen Massenfluss.
- Für Wartungszwecke kann jeweils ein Silo aus dem Verbund genommen und inspiziert werden, ohne den Betrieb zu beeinflussen oder gar zu stoppen.
- Qualitativ stark abweichende Rohmehltonnagen (Mischbettanschnitt, Filterstaub im Direktbetrieb) können in ein Silo gefüllt und danach langsam zudosiert werden.
- Bei Leistungssteigerungen der Gesamtanlage ist eine Rohmehlkapazitätserhöhung durch Hinzufügen weiterer kleiner Silos problemlos und kostengünstig zu realisieren.



Die einzelnen Zellen des Multizellensilos werden nacheinander befüllt, aber gemeinsam entleert.