

Die richtige Wahl

**Ingmar Holst, Claudius Peters,
Deutschland, analysiert die
Lieferung eines 10.000 Tonnen
Expansionskammersilos für
Zement an das Mawlamyine
Zementwerk in Myanmar**

Einleitung

Aus Kundensicht sollte ein Zementlagersilo idealer Weise so ausgelegt sein, dass es eine bestimmte Menge Zement lagern kann, ohne die Betriebskosten des Zementwerks negativ zu beeinflussen und ohne wesentliche Einflüsse auf die Investitionskosten zu haben. Neben der Pufferkapazität die ein Zementsilo zwischen dem Mahlprozess und den Versandanlagen bietet hat dieses aus Prozesssicht keine nennenswerte Funktion. Dabei sollte es keinen Einfluss auf die Produktqualität nehmen. Es gestaltet sich schwierig, die Investition in ein Zementsilo über eine Wirtschaftlichkeitsberechnung zu bemessen. Daher stellt sich als Kunde die Frage, welchen Unterschied macht es, für welchen Typ von Zementlagersilo man sich entscheidet? Sollte der Schwerpunkt nicht eher darauf liegen, die Investitionskosten pro Kubikmeter Lagervolumen so gering wie möglich zu halten, da es den Anschein hat, dass ein Zementsilo keinen messbaren Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit eines Zementwerkes hat?

Die Wahl des Silos

Aber ist es wirklich so einfach? Da Zementlagersilos die Aufgabe haben ein Puffervolumen zu schaffen, das heißt, einen Zeitpuffer zu bilden zwischen der Zementmahanlage und den Versandanlagen, ist Lagervolumen das Hauptmerkmal des Silos, das für jede Anlage, je nach individuellem Bedarf, bestimmt werden muss. Das Lagervolumen bestimmt die Pufferzeit, die mit Hilfe des Silos unter Berücksichtigung der Mahl- und Versandanlagenkapazitäten erreicht

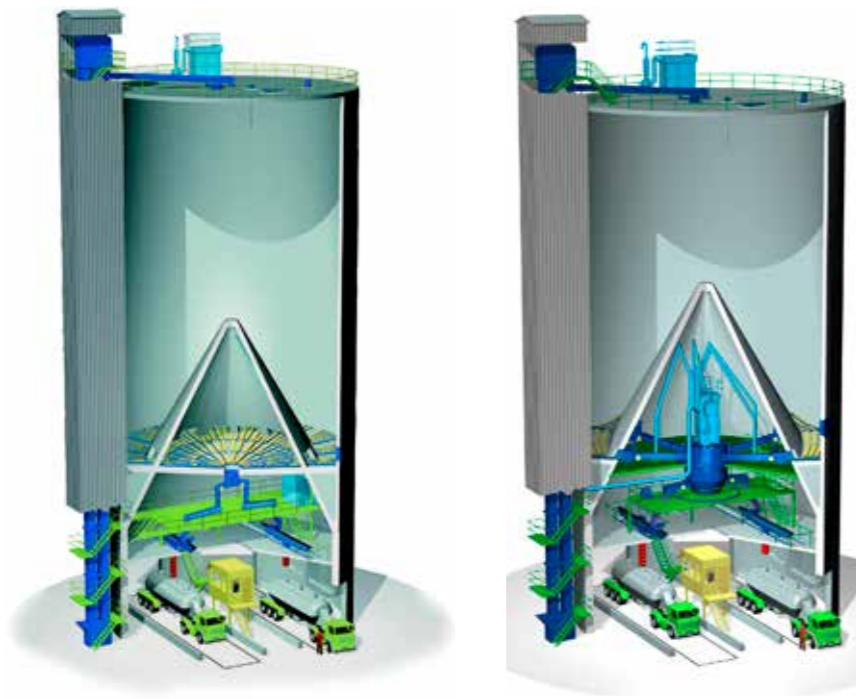


Bild 1: EC-Silo (links) und ME-Silo (rechts)

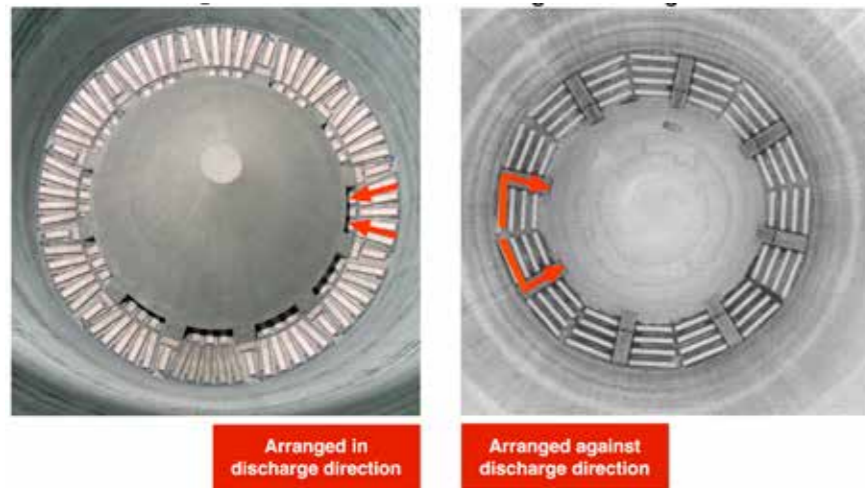


Bild 2: Radialanordnung im EC-Silo (links). Tangentialanordnung im ME-Silo (rechts)

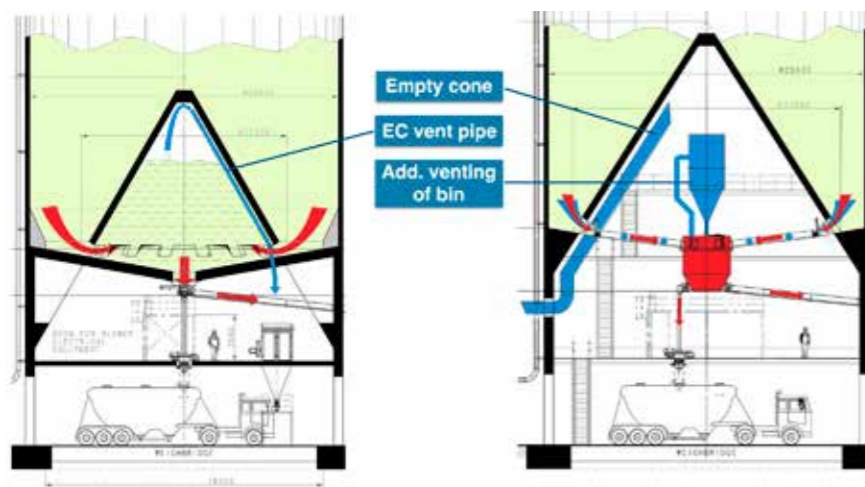


Bild 3: Technischer Vergleich – Betriebsverhalten Luft- und Zementströme im EC-Silo (links) und ME-Silo (rechts)

werden kann. Ist das Silo zu klein dimensioniert, besteht immer das Risiko, dass die Versandanlagen, sei es LKW oder Waggons, Big Bag Beladestationen oder Packanlagen „trocken“ laufen oder dass die Mahlanlage gestoppt werden muss, weil die Verladeeinrichtungen nicht genug Zement durchsetzen können. Beide Szenarien haben eine negative Auswirkung auf die Wirtschaftlichkeit des gesamten Werkes, da Mahlanlagen am effektivsten sind, wenn sie am Auslegungspunkt laufen und Versandanlagen nur effizient arbeiten, wenn das Personal den Zement an die Verteilerpunkte bringen kann, um es von dort an den Absatzmarkt zu liefern. Dennoch ist das Lagervolumen auch ein wirtschaftlicher Aspekt, da ein überdimensioniertes Silo nicht wirtschaftlich ist und der verfügbare Raum, sei es die Bauhöhe oder die Grundfläche, oft begrenzt ist. Besonders wichtig ist dieser Aspekt in Bestandsanlagen, wo das Zementsilo in ein vorhandenes Werk integriert werden muss.

Volumen ist jedoch nicht das einzige Merkmal eines Silos, das einen Einfluss auf die Gesamtverfügbarkeit der Zementlinie hat. Auch die Verfügbarkeit des Silos selbst spielt eine wichtige Rolle. Wodurch wird die Verfügbarkeit der Lagereinrichtung bestimmt? Der wichtigste Faktor für die Verfügbarkeit eines Zementsilos ist der Zementaustrag. Hierauf haben die physikalischen Eigenschaften des Zements einen entscheidenden Einfluss. Pulverförmige Mineralien können in frei-fließende, leicht-fließende, kohäsive, sehr kohäsive und nicht-fließende Materialien unterteilt werden. Abhängig von diesen Materialeigenschaften ist jeweils eine andere Silokonstruktion erforderlich. Zement gehört zu den kohäsiven Materialien. Silos, die als Zementlagersilo ausgelegt werden, werden mit belüftetem Siloboden konstruiert, um das Material so zu fluidisieren, dass es zum Austrag fließt. Der Markt bietet unterschiedliche Zementsilotypen, die alle die Materialfluidisierung durch Luft nutzen, um einen zuverlässigen

Materialaustrag sicherzustellen. Das Multi-Extraction Silo, das Inspektionskammersilo und das Expansionskammersilo sind nur einige davon. Sie unterscheiden sich aufgrund ihrer Konstruktion in ihren Betriebseigenschaften und in ihrer technischen Verfügbarkeit. Alle diese Aspekte müssen bei der Wahl eines Silos berücksichtigt werden.

Das Werk Mawlamyine

2014 begann Siam Cement Group (SCG) mit den Planungen des Mawlamyine Greenfieldwerks in Mon State, Myanmar, das von der Mawlamyine Cement Ltd. (MCL) betrieben wird. MCL ist ein Joint Venture zwischen SCG und Pacific Link Cement Industries. Insgesamt wurden 400 Millionen US-Dollar investiert, um dieses erste „saubere und grüne“ Zementwerk des Joint Ventures zu bauen, das 2016 den Betrieb aufgenommen hat. In der ursprünglichen Planung verfügte das Werk über zwei 10.000 Tonnen Zementlagersilos. Diese bedienen LKW Beladestationen unterhalb der Silos sowie eine werkseigene Packanlage.

Die beiden Becherwerke zur Beschickung der zwei Silos mit 600 Tonnen Zement pro Stunde sind zwischen den beiden Silos angeordnet und sollten optional über Luftförderrinnen entweder Silo 1 oder Silo 2 beschicken. Die beiden installierten Silos sind als Multi Extraction Silos mit einem Durchmesser von 18 Metern ausgelegt. Im Laufe des Projektes zeigte sich jedoch, dass zusätzliches Lagervolumen benötigt werden würde. In der Anlagenanordnung wurde Platz für zwei weitere zukünftige Lagersilos für eine Erweiterung vorgesehen. SCG entschied daher ein weiteres Silo mit einem Lagervolumen von 10.000 Tonnen zu installieren, um die zusätzlichen Anforderungen zu erfüllen. Dieses Silo sollte auf einem der für zukünftige Expansion vorgesehenen Areale installiert werden. Auf den ersten Blick wäre es eine ideale Lösung gewesen, die vorhandenen Auslegungszeichnungen und die baulichen Arbeiten der zwei bereits installierten Silos für die Erweiterung zu nutzen. Ziemlich früh wurde jedoch klar, dass die Becherwerke nicht hoch genug waren, um das neue Silo 3 mit einem Luftförderrinnentransport über die erforderliche Entfernung von ca. 45 m zu beschicken. SCG zog dann in Betracht, einen horizontalen Transport mit mechanischer Förderung einzusetzen. Es wurden zum Beispiel ein Bandförderer oder ein horizontaler Schneckenförderer sowie ein pneumatisches System, wie das Fluidcon, um die Entfernung zwischen den Becherwerken und dem neuen Silo zu bewältigen in Betracht gezogen. Die Statik der beiden vorhandenen Silos hätte jedoch die statischen und dynamischen Lasten des mechanischen Transports sowie die Last der für die pneumatische Förderung erforderlichen Gebläse nicht getragen. Nach sorgfältigen Überlegungen kam SCG zu dem Schluss, dass eine Lösung benötigt wird, bei der die Silohöhe reduziert werden kann, ohne dass Lagerkapazität eingebüßt wird. Des

Weiteren war es absolut erforderlich, dass die Höhe des Siloaustrags, derselben wie von den beiden vorhandenen Silos entspricht, um den Luftförderrinnentransport zur Packanlage sowie die LKW Beladung unter den Silos zu ermöglichen. Jede der vier Packlinien kann von den Silos 1, 2 und 3 mit 120 Tonnen pro Stunde beschickt werden. Darüber hinaus kann jedes Silo zwei LKW Belader mit 200 Tonnen pro Stunde beschicken.

Umsetzung der Lösung

Das Claudius Peters Expansion Chamber (EC) Silo nutzt den Silokörper optimal für die Lagerung von pulverförmigen Materialien aus. In diesem Silo kann trotz flacherem Zylinder bei gleichem Durchmesser dieselbe Materialmenge gelagert werden wie in einem Multi Extraction Silo. Das Expansionskammersilo benötigt keinen Sammelbehälter, das heißt, der Siloboden kann tiefer realisiert werden ohne dass Höhe für die Austräge verloren geht. Bei einem Multi-Extraction Silo ist ein Sammelbehälter für den gleichmäßigen Austrag aus dem Silo und gleichzeitigem kontinuierlichen Materialfluß zum Endverbraucher erforderlich. Um den Austrag zu kontrollieren, verbinden mehrere Förderrinnen den Siloaußenring mit dem im Zentrum des umgekehrten Kegels (inverted cone) angeordneten Sammelbehälter. Jede Luftförderrinne ist mit einer pneumatischen oder motorischen Dosierwalze mit manueller Absperrklappe für Wartungsarbeiten ausgerüstet. Die Belüftungspanels für die Materialfluidisierung im Siloaußenring sind tangential mit einer Neigung zu den Austragspunkten hin angeordnet. An den Austragspunkten wird das Material in die Luftförderrinnen in Richtung Sammelbehälter umgelenkt. Das Umlenken des Materials verursacht einen hohen Druck und verstärkt die Verdichtungskräfte, die auf den Zement wirken. Aus diesem Grund ist es empfehlenswert, vor den Dosierwalzen Knollenbrecher zu installieren. Durch die sektionsweise Belüftung des Außenrings und eine vorgegebene Abfolge für das Öffnen und Schließen der Dosierwalzen zum Sammelbehälter kann der gleichmäßige Siloaustrag kontrolliert werden. Die für die Fluidisierung des Zements benötigte Luft wird durch die Dosierwalzen gepresst, was zu relativ hohen Geschwindigkeiten und dadurch zu höherem Verschleiß in den Dosiervorrichtungen führt. Der Sammelbehälter benötigt eine gewisse Höhe, damit die Dosierwalzen am Boden den Materialaustrag zur Packanlage und den LKW Beladern kontrollieren und sicherstellen können.

In den EC Silos sind diese ganzen Kontrollvorrichtungen nicht erforderlich. Hier wird ein freier und ungehinderter Materialfluss vom Außenring zur inneren Silokammer (unter dem Konus) erreicht. Fast 40% des Bereichs um den Kegelfuß herum werden als Öffnung genutzt. Der gesamte Siloboden ist mit offenen Luftförderrinnen belegt, die radial angeordnet sind und sektionsweise belüftet

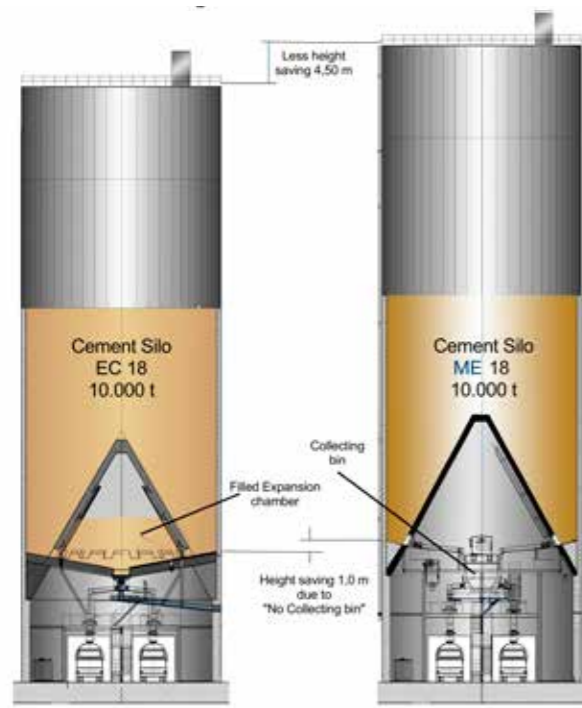


Bild 4: Technischer Vergleich – Konstruktion und Auslegung eines EC-Silos (links) und ME-Silos (rechts)

werden. Eine kontrollierte Luftbeaufschlagung führt dazu, dass das unter Druck stehende Schüttgut aus dem Hauptsiloraum in den inneren Konusbereich fließt. Geringe Entfernungen minimieren die Bereiche mit totem, nicht bewegtem Material. Um wieder normale Druckverhältnisse herzustellen, kann überschüssige Luft in den oberen Kammerbereich entweichen, wo sie entstaubt wird. Dieses ist eine wichtige Voraussetzung, um einen gleichmäßigen Austrag sowie einen pulsationsfreien Materialfluss zu den angeschlossenen Beladestationen oder Packanlagen sicherzustellen. Anders als bei komplett entlüftetem Material sind die Geschwindigkeiten bei teilweise entlüftetem Material geringer, wodurch der Verschleiß an den Förderanlagen stark reduziert wird. Des Weiteren ist die Anzahl der Dosierwalzen auf die Anzahl der Packlinien und LKW Belader beschränkt, die über einen zentralen

Austragspunkt des Silos beschickt werden.

Insgesamt wurde im Vergleich zum Multi-Extraction Silo, mit dem EC Silo die Silohöhe um 4 m reduziert. Diese Höhendifferenz ermöglichte es dem Kunden, das neue Silo 3 über einen Luftförderrinnentransport mit 600 Tonnen pro Stunde an die vorhandenen Becherwerke anzuschließen, ohne dass weitere Umbauten an den vorhandenen Anlagen erforderlich wurden. Die baulichen Arbeiten, die erforderlich waren, um das neue Silo auf dem vorhandenen Fundament zu installieren, und die Stahlbauarbeiten, mit denen das neue Silo in die vorhandene Anlage integriert wurde, wurden von Claudius Peters geliefert, wodurch die Anzahl der Schnittstellen für SCG reduziert werden konnte.

Fazit

Zurück zur Eingangsfrage bezüglich der Investitionen in ein Zementsilo und die wichtigsten Kriterien für die Auswahl des richtigen Silos. Das Silo muss als Teil der Gesamtanlage betrachtet werden, das die Verfügbarkeit der Gesamtanlage sicherstellt. Dabei ist das Fassungsvermögen des Silos eine der wichtigsten Eigenschaften, denn es muss einen Zeitpuffer bilden können, damit die Mahlanlage im optimalen Arbeitspunkt betrieben werden kann und die Pack- und Beladeanlagen unter Idealbedingungen laufen. Das erforderliche Volumen können nahezu alle Silotypen vorhalten. Jedoch hängen die Verfügbarkeit des Silos selber sowie die Betriebskosten des Silos stark von der Konstruktion ab. Das EC Silo bietet maximales Lagervolumen bei minimaler Bauhöhe. Mit der großen Austragsöffnung und den geringen Entfernungen werden die Totzonen gering gehalten, die Klumpenbildung verhindert und hohe Verfügbarkeit erreicht. Der Zement wird vorm Austrag entlüftet, was zu geringeren Geschwindigkeiten in den Zuteilern und somit zu geringerem Verschleiß, reduzierten Betriebskosten und hoher Verfügbarkeit führt. Das EC Silo erreicht Austragsleistungen von mehr als 99%, was wiederum hohe Verfügbarkeit bedeutet, und führt aufgrund der niedrigen Bauhöhe und der geringen erforderlichen Ausrüstung zu einer Kostenreduzierung.