

## 10. Schüttgut-Forum

# Aus der Praxis für die Praxis

Die Festung Marienberg hoch über den Dächern von Würzburg bietet seit über 800 Jahren Sicherheit vor Gefahren. Mitte November drehte sich dort auf dem Schüttgut-Forum alles um den Schutz von Silos und Förderanlagen sowie die neuesten Entwicklungen aus dem Brand- und Explosionsschutz.

Sabine Mühlenkamp

Mit über 170 Teilnehmern starteten die Förderprozessforen mit einer gemeinsamen Keynote zu einem Thema, das alle angeht: Wie funktioniert eine gute Produktentwicklung, wenn sich das Rad aus Gesetzgebungen und Richtlinien, aber auch Anforderungen aus dem Markt immer schneller dreht? Frank Flammer von der Maschinenkanzlei legte dabei den Finger auf so manche offene Wunde. Unbestritten ist z.B., dass die Anzahl fehlerhafter Produkte steigt. Dabei entstehen 75% der Fehler während der Entwicklung, aber 80% dieser Fehler zeigen sich erst dann, wenn sie auf dem Markt sind. Einen Grund sieht Flammer darin, dass Komponenten, Maschinen und Anlagen oft zu schnell auf den Markt kommen. Ein anderer Aspekt ist jedoch auch, dass gesetzliche Bestimmungen nicht immer sauber aufeinander abgestimmt sind. Insbesondere zwischen Maschinenrichtlinie und Betriebssicherheitsverordnung (siehe Schüttgut 3-2016, S. 38) und dem Übergang von Hersteller zum Betreiber fehlt die eindeutige Abgrenzung. So ist theoretisch ein Betreiber dafür verantwortlich, dass eine Maschine in seinem Betrieb sicher arbeitet. „Aber wie soll ein Betreiber einen Fehler z.B. in einer CNC-Maschine erkennen, wenn noch nicht einmal der Maschinenbauer diesen vorher bemerkt hat?“, fragte Flammer. Entgegensteuern kann man dieser Problematik nur, indem man Dinge hinterfragt und sich nicht scheut, auch mal einen Experten einzuschalten.

Um genau diese Expertise ging es dann im Anschluss für die 60 Teilnehmer des Schüttgut-Forums. Zunächst klärte Harald Heinrici, Schwedes und Schulze, über die theoretischen Grundlagen in der Schüttguthandhabung auf. Das A und O für eine Produktion ohne Ausfallzeiten und gleichbleibender Qualität ist das störungsfreie Lagern und Fließen von Schüttgütern. Grundlage hierfür ist zunächst die Kenntnis der Fließeigenschaften des Schüttguts. Darauf aufbauend lassen sich dann die Komponenten der Anlage auslegen. Angefangen vom Silo, das so zu konstruieren ist, dass Brückenbildung vermieden wird und möglichst Massenfluss herrscht, bis zum Aus- und Fördergerät, das hinsichtlich Eigen- und z.B. Antriebsbedarf ausgewählt werden muss. „Wenn Sie vor der Aufgabe stehen, eine neue Siloanlage zu konzipieren, rate ich Ihnen die Schnittstelle nicht zwischen Silo und Austragstechnik zu schalten, sondern dahinter“, so der Tipp von Heinrici. Die auf

die Silowände wirkenden Belastungen sind eine weitere Eingangsgröße für die zu erstellende Silostatik. „Drücke im Silo sind proportional zum Durchmesser.“ Daher sind Silos in Öltanklagern auch eher breit und flach, während sie in der Schüttguttechnologie eher hoch und schmal sind.

Was passiert, wenn man die Grundlagen nicht beachtet, zeigten Dr. Harald Wilms, Zeppelin Systems, und Harald Heinrici dann in einem gemeinsam erarbeiteten Beitrag. Denn trotz verbesserter Kenntnis über Silotechnik und die Fließeigenschaften kommt es immer wieder zu Siloschäden, die entweder zu einem vollständigen Schaden oder zu kostenintensiven Sanierungsmaßnahmen führen. Häufig von Siloschäden betroffen sind z.B. Wellblechsilos, die extrem anfällig sind.

Schüttguteigenschaften sind dabei eine wichtige Größe, um Lasten auf Silowände zu ermitteln. Andere Einflussgrößen sind die Betriebsbedingungen (z.B. Unterdruck, asym-



» Fertigungs- und Passgenauigkeit sind im Silobau ungemein wichtig. «

Dr. Harald Wilms, Zeppelin Power Systems





Bilder: Mühlenkamp



metrische Fließzonen, falsches Fließprofil, Einbauten) und die Austragungstechnik (Wirkungsweise, Rückwirkung auf Fließprofil). Ein weiterer Fokus von Wilms richtete sich überdies auf das Fundament und den Stahlbau. Hier können bereits scheinbar kleine Unebenheiten große Auswirkungen haben, die dann deutlich in Form von Beulen des Silos sichtbar werden. „Eine andere Ursache ist ein viel zu weicher Stahlbau. Hier wurde in den vergangenen Jahren immer wieder gespart“, so Wilms. Während seines Vortrags sparte Wilms nicht mit praktischen Vorschlägen, etwa in dem er empfahl, bei Sturm die Silos voll zu lassen oder sogar extra zu füllen. Trotz seiner spektakulären Bilder: „Wir haben über die Jahre erhebliche Erkenntnisgewinne beim Silo gemacht, die wiederum in Normen übertragen wurden – die überwiegende Zahl an Silos ist heute sicher!“

Hans Schneider von Zeppelin Systems leitete dann über zum perfekten System, das sowohl aus Silo als auch aus Austragesystem besteht. Bei der Auswahl und Auslegung der Teilsysteme ist es erforderlich, die Schnittstel-

len umfassend zu berücksichtigen. Dabei zeigte Schneider, wie sich z.B. ein fehlender Leckluftabzug auf die nachfolgende Förderung auswirkt. Das Problem dabei ist oft ein kommunikatives, wie Schneider weiß: „Nicht immer spricht der Silospezialist mit dem Austragsspezialist.“ In der Praxis hat sich gezeigt, dass die übergreifende technische Auslegung von Silo- und Fördertechnik hilft, Fehler zu vermeiden, Kosten zu reduzieren und das Gesamtsystem zu optimieren.

Auch bei der pneumatischen Förderung spielen die Schüttgut- oder Partikeleigenschaften eine wichtige Rolle. „Der private Endverbraucher von Pulvern erwartet immer eine gleiche Qualität und Handhabung des Produktes. Anlagen, die Schüttgüter transportieren, verursachen aber immer eine Veränderung der Schüttguteigenschaften“, erklärte Christian Leist von Azo anhand von agglomeriertem Milchpulver, dessen Löseeigenschaften ganz entscheidend von der Art der pneumatischen Förderung abhängen. Die logische Folge: „Individuelle Produkte stellen individuelle Anforderungen an pneumatische Förder-

systeme“, so Leist. Und nicht immer verändert sich nur das Produkt durch die gewählte Art der Förderung. Auch das Produkt selbst, wenn man etwa an abrasive glasfaserverstärkte Produkte in der Kunststoffindustrie denkt, kann die Anlage verändern.

Dabei stößt die rechnerische Auslegung von Schüttgutanlagen schnell an ihre Grenzen, wie Thomas Ramme von Volkmann erklärte, der typische Fehler bei der Installation und dem Betrieb von Vakuumförder-Anlagen aufzeigte. „Die Herausforderung liegt darin, dass sobald man nur eine Eigenschaft an der Anlage verändert, dies plötzlich ein Riesenspektrum an weiteren Veränderungen nach sich zieht.“ Dabei gilt es nicht nur, die Vakuumförderer im Blick zu haben, sondern auch z.B. den richtigen Schlauch auszuwählen oder an die richtige Platzierung des Erdungskabels zu denken oder an die Abscheideraten des Sekundärfilters der eingesetzten elektromechanischen Vakuumpumpe. Er zeigte aber auch – im besten Fall als individuell zu bezeichnende – Schlauchverlegungen, die jede noch so gute Auslegung zunichte machten.

Für die pneumatische Förderung benötigt man Luft und diese liefert die Aerzener Maschinenfabrik. Kai Schweinberger widmete sich dabei dem Explosionsschutz: „Aus unserer Erfahrung wird eine umfassende Aufklärung durch den Hersteller schon vor der Maschinenauslegung immer wichtiger.“ Die Atex 94/9/EG legt dabei die Spielregeln fest. Schweinberger stellte die unterschiedlichen Ex-Zonen vor und welche Art des Explosionsschutzes Aerzener in Bezug auf die verschiedenen Verdichterbaureihen bietet.

Von der pneumatischen zur mechanischen Förderung: Schneckenförderer transportieren verschiedene körnige Materialien von Silos in weiterführende Anlagenteile. Der Partikelstrom hängt dabei stark von der Form der Schnecke und des Trichters ab, aber auch von den Partikelformen und -größen. Ein typisches Problem in diesen Anlagen ist die Akkumulation von Material, das durch nicht-gleichförmige Strömungsmuster und hohe Kompressionsbereiche verursacht wird. Dabei bietet die DEM-Simulation mehr als nur bunte Bilder, wie Lucas Kostetzer von Cadfem aufzeigte: „Durch den Einsatz der Simulation und dem Vergleich verschiedener geometrischer Varianten des Schneckenförderers können konstruktive Maßnahmen bewertet und jeder Durchsatz signifikant verbessert werden.“

Um einen etwas anderen Blick auf das Thema Ex- und Brandschutz und Pumpen zu bekommen, führte das Rahmenprogramm in diesem Jahr in die staatliche Feuerweherschule Würzburg, wo ab 2017 eine der modernsten Feuerwehrausbildungseinrichtungen

» Bei der Konzeption einer neuen Siloanlage sollte man die Schnittstelle nicht zwischen Silo und Austragstechnik schalten, sondern dahinter. «

Harald Heinrici, Schwedes + Schulze Schüttguttechnik



» Zündfähige Atmosphären lassen sich nicht immer vermeiden, aber mit einer Entkopplung ist ein sicherer Betrieb möglich. «

Andreas Kühn, Ebro Armaturen





» Die übergreifende technische Auslegung von Silo- und Fördertechnik hilft Fehler zu vermeiden, Kosten zu reduzieren und das Gesamtsystem zu optimieren. «

Hans Schneider, Zeppelin Systems

Europas in Betrieb geht. In der Übungshalle kann dank komplexer Simulations- und Steuerungstechnik der Brand in einem Einfamilienhaus, einem Hochhaus, in einer Baugrube oder auch in einem Labor realistisch dargestellt und geprobt werden.

## Vom Brand- zum Ex-Schutz

Noch ganz im Zeichen des Vortrags stand daher folgerichtig das Thema Sicherheit im Mittelpunkt des zweiten Tages. So berichtete Alexandra Kirchner vom Forschungsinstitut Futtermitteltechnik des IFF über ihre Erfahrungen bei der Umsetzung von Verordnungen in der betrieblichen Praxis und gab dabei eine Übersicht zur Novellierung der Betriebssicherheits- und Gefahrstoffverordnung und diversen technischen Regeln. Dabei äußerte sie Verständnis dafür, dass einige Betriebe aus der Mischfutterbranche damit überfordert seien. „Das liegt nicht an fehlendem Risikobewusstsein, sondern schlicht an mangelnden Kapazitäten“, so Kirchner. Typisch für diese Industrie ist ein hoher Automatisierungsgrad, wenig Personal (Schichten mit zwei bis fünf Mitarbeitern), häufige Produktwechsel (etwa 20 Produkte/Tag), ein hoher Durchsatz mit jedoch kleinen Margen, da die Rohstoffe etwa 80 % der Kosten ausmachen. Problematisch

sei immer wieder, wenn das Sicherheitsniveau zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme bei einer aktuellen Begutachtung nicht mehr maßgeblich ist. Denn: Zu einem sicheren Betrieb gehört die regelmäßige Überprüfung der Gefährdungsbeurteilung und die Anpassung der Schutzmaßnahmen an den Stand der Technik. Durch die TRGS 725 (MSR-Technik im Rahmen von Explosionsschutzmaßnahmen, 2016) stehen derzeit vor allem viele Betreiber von Becherwerken vor einer Herausforderung, da diese in den wenigsten Betrieben bisher umgesetzt wurde.

Wie ein konstruktiver Explosionsschutz gelingt, verdeutlichten die anschließenden zwei Vorträge. Anhand einiger Beispiele zeigte Andreas Kühn von Ebro Armaturen die Einsatzbedingungen für Absperrklappen auf und stellte mögliche Risiken vor. Dabei zeigte er, wie eine Armatur zu konfigurieren ist, um möglichst optimale Lebenszyklen unter den sowohl vom Produkt als auch vom Prozess vorgegebenen Parametern gewährleisten zu können. Ebenfalls gab er Antwort auf die Frage, wie eine ordentliche Dokumentation auszuführen ist. Dabei verglich er scherzhaft die Dokumentation für die Ebro-Taktschleusen mit der Größe eines Lastwagens. Da es nicht immer möglich ist, eine zündfähige Atmosphäre zu vermeiden, hilft nur eine Ent-

kopplung. Wie dies mithilfe der Taktschleusen gelingt, wurde anhand mehrerer Beispiele offenbar.

Schon längst ist bekannt, dass Starrfilter als Flammensperre bei Gasexplosionen eingesetzt werden können. Nun lässt sich das bewährte Starrfilterelement von Herding – dank modifizierter Ausführung – als konstruktiver Explosionsschutz einsetzen, wie Klaus Rabenstein erläuterte. Dafür wurden mit dem Starrfilterelement entsprechende Tests gestartet, die äußerst vielversprechende Ergebnisse lieferten.

Zum Abschluss des Explosionsschutz-Blocks widmete sich Volker Krone von IEP Technologies der Explosionsunterdrückung und demonstrierte wie sich die Änderungen der Explosionskennwerte bzw. deren Auswirkungen auf die Auslegung von Sprühtrocknungsanlagen auswirken. Dabei zeigte er eindrucksvoll, wie groß die Ausbreitung einer Explosion und wie unterschiedlich diese sein können, je nach Ort der Zündstelle im Behälter oder Behältergeometrie. Selbst Wasserfahrten können – durch an Filtern o.ä. verbleibenden Stäuben – noch zu Explosionen führen. Bei der Explosionsunterdrückung wird sehr schnell – nachdem Drucksensoren alarmieren – Löschmittel  $\text{NaHCO}_3$  eingesprüht, welches die Partikel unter die Zündgrenze abkühlt. Der Vorteil: Nach erfolgtem Auslösen des Systems ist die Anlage innerhalb weniger Tage wieder betriebsbereit.

Der Nachmittag stand im Zeichen der Simulation von Partikelströmungen. Zunächst zeigte Harsh Khatri von Siemens PLM (vorher CD Adapco) wie sich mit einer gekoppelten Modellierung aus DEM und CFD komplexe Industrieprobleme (vom Drehrohrofen über Wirbelschichten bis zur pneumatischen Förderung) lösen lassen. „Wir wollen mit einer frühzeitigen Modellierung von Schüttgütern, den Betreibern mehr Zeit für Design und Exploration geben und so den Mehrwert deutlich steigern.“ Danach hatten die Teilnehmer selbst Gelegenheit auszuprobieren, wie sich ein Schüttgut-Problem mithilfe der Simulation lösen lässt. An Rechnern und mit Software von Cadfem mussten sie eine Förderanlage für Erz in Bezug auf Durchsatz, Bauraum, Verlust und Bruch optimieren. Gleichzeitig musste der Produkttransport bewertet werden. Auch wenn nicht alles beim ersten Versuch klappte, die Teilnehmer waren von ihren Ergebnissen sichtbar begeistert.

Der nächste Termin für das Schüttgut-Forum steht bereits fest. Notieren Sie sich schon jetzt den 16. und 17. November 2017, wenn sich wieder alles um aktuelle Schüttgut-Probleme und den sicheren Betrieb von Anlagen auf der Festung Marienberg dreht. ●



» Zu einem sicheren Betrieb gehört die regelmäßige Überprüfung der Gefährdungsbeurteilung und die Anpassung der Schutzmaßnahmen an den Stand der Technik. «

Alexandra Kirchner, IFF

Wir danken unseren Sponsoren!

