

Gefahr erkannt, Gefahr gebannt – Eine neue, zuverlässige Detektionsmethode für Glimmnester

VON
Dirk Lorenz

Seit vielen Jahren beschäftigen sich Menschen mit Explosionsschutzmaßnahmen, um industrielle Anlagen sicherer zu gestalten und zu betreiben. Bei den Schutzmaßnahmen wird zwischen den vorbeugenden und den konstruktiven Explosionsschutzmaßnahmen unterschieden. Konstruktive Explosionsschutzmaßnahmen, wie Sicherheitsventile und Entlastungsklappen, lassen eine Explosion im Innern einer Apparatur zu, beschränken aber deren Auswirkungen auf ein unbedenkliches Maß. Unter vorbeugenden Explosionsschutzmaßnahmen versteht man alle Maßnahmen, die die Bildung einer gefährlichen, explosionsfähigen Atmosphäre verhindern oder einschränken (z. B. Inertisierung) und die Maßnahmen, die eine Entzündung gefährlicher, explosionsfähiger Atmosphäre vermeiden (Vermeiden von Zündquellen). Ist in einer Anlage das Vermeiden von Zündquellen möglich, werden keine konstruktiven Explosionsschutzmaßnahmen benötigt, was zu einer enormen Kosteneinsparung führen kann.

Was bisher war

In vielen Anlagen werden brennbare Schüttgüter pneumatisch durch Rohrleitungen gefördert, wobei hohe Beladungen mit dem Förderprodukt üblich sind. In solchen Anlagen ist eine Vermeidung von Zündquellen nicht durchführbar, weil die Zündquelle Glimmnest nach dem heutigen Stand der Technik nicht beherrscht wird, sprich keine Detektionssysteme existieren, die bei hohen Produktbeladungen Glimmnester in pneumatischen Förderleitungen erkennen. Laut Statistik stellen Glimmnester die zweithäufigste Zündquelle bei Staubexplosionen dar. Darüber hinaus treten immer wieder – vermutlich durch Glimmnester hervorgerufene – Brandereignisse auf, die neben Personen- und Sachschäden auch beträchtliche Emissionen von Reaktionsprodukten verursachen.

Glimmnester sind Verklumpungen des im Fertigungsablaufes vorkommenden brennbaren Staubes, die sich durch chemische Reaktionen in ihrem Innern auf mehrere 100 °C aufheizen können, während die äußere Staubkruste deutlich geringere Temperaturen zeigt. Treten Glimmnester auf, so besteht die Gefahr, diese durch pneumatische Förderleitungen in Anlagenteile zu transportieren, in denen explosionsfähige Staub/Luft-Gemische vorhanden sind (z. B. Silos). Dort können Glimmnester dann als Zündquelle wirksam werden. Es ist daher schon lange das Ziel, Glimmnester bereits in pneumatischen Förderleitungen, in denen wegen der hohen Staubkonzentration keine Explosionsgefahr besteht, zu erkennen und dort auszuschleusen. Die Vermeidung von Zündquellen wäre damit in solchen Anlagen möglich.



Bild 1: Ein im Labor erzeugtes Glimmnest aus Milchpulver.

Problembeschreibung

Die Forschungsgesellschaft für angewandte Systemsicherheit und Arbeitsmedizin (FSA) arbeitet seit einigen Jahren intensiv am Aufbau eines Systems, welches Glimmnester absolut zuverlässig in pneumatischen Förderleitungen bei industrieüblichen Staubbeladungen erkennt. Theoretische und praktische Untersuchungen zu diesem Themenkomplex zeigten, dass bisher auf dem Markt befindliche Systeme, die durchgängig die Infrarotemission von Glimmnestern zu deren Erkennung nutzen, ab einer gewissen Staubkonzentration in der überwachten pneumatischen Förderleitung nicht mehr zuverlässig funktionieren. Dies hat rein physikalische Ursachen: bei diesen Systemen werden zwei oder mehrere Infrarot-Sensoren (Infrarot-Sensoren) in die Rohrwand integriert

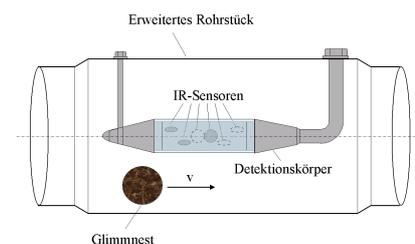


Bild 2: Arbeitsprinzip des neuen Glimmnestdetektionssystems.

und „blicken“ in das Innere der Förderleitung. Die von einem Glimmnest emittierte Infrarotstrahlung muss im ungünstigsten Fall die relativ weite Distanz zwischen (etwa) Rohrmitte und Rohrwand zurücklegen, wobei die Absorption durch den transportierten Staub so stark zum Tragen kommt, dass oberhalb einer Staubkonzentration von etwa 1 kg/m^3 eine zuverlässige Glimmnesterkennung nicht mehr möglich ist. Bei körnigen Produkten verschiebt sich diese Konzentrationsgrenze nach oben bis ca. 6 kg/m^3 . Infrarot-Sensoren in der Wandung der Förderleitung zu plazieren hat darüber hinaus den Nachteil, dass die Strömungsgeschwindigkeit nahe der Rohrwand sehr gering ist und die Sensorflächen mit Förderprodukt bedeckt werden, was die Empfindlichkeit der Sensoren deutlich reduziert.

Der neue Ansatz

Der neue Ansatz der FSA zielt darauf ab, die beschriebenen Schwierigkeiten bei der Glimmnestdetektion zu umgehen. Zum einen wurde die Distanz zwischen Glimmnest und Infrarot-Sensoren deutlich verringert. Dies wurde erreicht, indem sich Infrarot-Sensoren in einem Strömungskörper in der Mitte des Förderrohres befinden und von dort – senkrecht zur Strömungsrichtung – in Richtung der Rohrwand schauen. Das Förderrohr ist an der Stelle, an der sich der Detektionskörper befindet, aufgeweitet, so dass es zu keiner Behinderung der Förderströmung kommt. Aufgrund der kleinen Distanz zwischen Infrarot-Sensoren und Rohrwand muss ein Glimmnest zumindest einen der Sensoren sehr nah passieren, weshalb eine Detektion möglich ist. Zum anderen bleibt der Detektionskörper frei von Ablagerungen durch die hohe Strömungsgeschwindigkeit in der Rohrmitte.

Umfangreiche Versuchsreihen auf dem Versuchsgelände der BGN/FSA in Kappelrodeck zeigten, dass mit diesem Detektionssystem Glimmester auch weit oberhalb industriüblicher Produktbelastungen absolut zuverlässig erkannt werden. Der Strömungswiderstand, den das System in der Förderleitung ausübt, ist verschwindend gering, so dass es zu keiner Behinderung der Förderströmung kommt. Damit steht erstmals ein System zur Verfügung, welches es ermöglicht, die Zündquelle Glimmester in Anlagen, die brennbare Schüttgüter verarbeiten, zu beherrschen.

Status Quo und Ausblick

Zur Zeit wird daran gearbeitet, das System zur Marktreife zu führen, wobei drei Aufgabenfelder parallel bearbeitet werden. Zum einen ist ein Detektionskörper in einer Mühle eingebaut, um sein Verschleißverhalten zu untersuchen. Bisher, d. h. nach einem $\frac{3}{4}$ Jahr Standzeit, zeigt der Körper nur wenig Abnutzungserscheinungen. Zum zweiten werden weitere Tests des Systems durchgeführt, wobei größere Rohrweiten und Varianten des Detektionskörpers zum Einsatz kommen. Zum Dritten wird die Elektronik des Systems weiterentwickelt. Die bisher verwendete analoge Schalttechnik wird durch programmierbare Mikrocontroller ersetzt, die eine intelligente und flexible Signalauswertung ermöglichen. So kann das Auftreten von Fehlauflösungen des Systems unterbunden werden.



Bild 3: Der Detektionskörper bleibt auch nach Dauerbetrieb frei von Ablagerungen und zeigt kaum Abnutzung.



Bild 4: Praxisnahe Tests des Systems auf dem Versuchsgelände der BGN/FSA.



Bild 5: Das Glimmestererkennungssystem der FSA.



Bild 6: Detektionskörper für ein Förderrohr mit 150 mm Durchmesser.