

Vorausschauende Instandhaltung von Sicherheitsarmaturen dank intelligenter Messtechnik

Flammendurchschlagsicherungen und Be- und Entlüftungsventile werden in verschiedenen Anwendungen in der Industrie eingesetzt, beispielsweise in Lagertanklagern, Prozessanlagen, Verbrennungsanlagen, Fackel- und Verbrennungsanlagen, bei Be- und Entladevorgängen in der Logistik, in Dämpferückgewinnungsanlagen oder als integrierte Komponenten von der Ausrüstung.

All diese Branchen profitieren mittlerweile von der Digitalisierung und Industrie 4.0, die auch im Bereich der Sicherheitsarmaturen Einzug hält. Flammendurchschlag-sicherungen und Atmungsventile sichern die genannten Systeme ab und müssen aufgrund des Dauereinsatzes und der Forderung nach ununterbrochener Verfügbarkeit immer zu 100% funktionsfähig bleiben. Der Ausfall eines Gerätes kann verheerende Folgen haben.

Generell sollten Wartungsintervalle für Geräte auf der Grundlage der Betriebserfahrung des Betreibers festgelegt werden.

Gemäß §15 der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSiVO) müssen Schutzsysteme wie Flammendurchschlagsicherungen oder Atmungsventile mit integrierten Flammendurchschlag-sicherungen vor der Inbetriebnahme und vor der Wiederinbetriebnahme nach zwingenden Änderungen einer Prüfung durch die zugelassene Prüfstelle unterzogen werden. Dazu gehört eine Gefährdungsbeurteilung nach § 3 Abs. 6 BetrSiVO, bei der der Arbeitgeber für die Festlegung von Art, Umfang und Fristen der erforderlichen Prüfungen verantwortlich ist.

Bei Neuinstallationen empfiehlt es sich, einen konservativen Zeitraum einzuplanen, der von verschiedenen Faktoren abhängt, wie zum Beispiel:

- dem Design des Geräts
- das Baumaterial im Hinblick auf mögliche Korrosion und Verschmutzung
- der Betriebsdruck und die Temperatur
- die Flüssigkeit kann Verunreinigungen oder feste Partikel enthalten, polymerisieren oder viskos sein.
- die zyklischen, statischen oder sich ändernden Betriebsbedingungen innerhalb der Anlage.

Bei wiederkehrenden Prüfungen nach §16 der Betriebssicherheitsverordnung sind die empfohlenen Herstellerangaben zu beachten. Diese Intervalle können verlängert werden, wenn in Absprache mit der zugelassenen Überwachungsstelle ein wirksames Wartungskonzept gemäß Betriebssicherheitsverordnung §16 Nummer 4.1 erstellt wurde. Dadurch kann sich die vorgeschriebene wiederkehrende Prüfung von 3 auf 6 Jahre ändern.

Diese festgelegten Wartungsintervalle müssen eingehalten und dokumentiert werden. Sie können je nach Erfahrung des Betreibers in Absprache mit der Fachkraft, die über Fachkenntnisse im Explosionsschutz verfügt, oder der zugelassenen Prüfstelle angepasst, verkürzt oder verlängert werden.

Trotz all dieser Empfehlungen stehen keine Berechnungsmodelle oder Standards zur Verfügung, um die Funktionalität der Ventile zu berechnen und/oder sicherzustellen. Um diesen iterativen Prozess zu optimieren, wird nun die Digitalisierung eingesetzt. Darüber hinaus kann die Digitalisierung Betreiber, insbesondere solche mit geringer Betriebserfahrung, bei der

Entscheidungsfindung zur Festlegung von Wartungsintervallen unterstützen. Diese Intervalle werden oft sehr konservativ geschätzt, was die Anlagenverfügbarkeit deutlich reduzieren kann.

Die Weiterentwicklung der Digitalisierung kann nun mangelnde Betriebserfahrung sowie die Herausforderung der unterschiedlichen Anwendungen und Betriebsbedingungen innerhalb einer bestehenden Anlage kompensieren.

Durch den Einsatz intelligenter Messtechnik sind Betreiber nun in der Lage, den Betriebszustand der Sicherheitseinrichtungen in Echtzeit zu überwachen, auf Gerätezustände zuzugreifen und vorbeugende Wartungs- oder Reparaturarbeiten proaktiv im Voraus zu planen. Dies verhindert nicht nur Geräteausfälle, sondern gewährleistet auch eine maximale Anlagenverfügbarkeit und ermöglicht eine optimale Planung von Wartungsarbeiten.

Herausforderung bei der Überwachung von Atmungsventilen

Bei Atmungsventilen kann es aufgrund verschiedener Faktoren zu Ausfällen kommen, wie z.B. mechanischen Problemen mit einzelnen Komponenten, undichten und zerstörten Ventiltellern und durch Klappern beschädigten Ventilsitzen. Unter Ventilkloppern versteht man das schnelle, wiederholte Öffnen und Schließen eines Entlüftungsventils. Es tritt auf, wenn ein Ventilteller aufgrund schwankender Flüssigkeitsdrücke oder Strömungsbedingungen im System zwischen seiner offenen und geschlossenen Position oszilliert. Die richtige Konstruktion, Dimensionierung und Steuerung des Entlüftungsventils sind entscheidend, um Ventilkloppern vorzubeugen und einen reibungslosen und zuverlässigen Betrieb des Systems sicherzustellen.

Eine weitere Ursache kann ein Hängenbleiben des Ventils in geöffneter Stellung durch Druckstöße oder eine unsachgemäße Inbetriebnahme sein, bei der die Transportsicherungen nicht entfernt wurden. Darüber hinaus kann eine starke Verschmutzung das ordnungsgemäße Schließen des Ventils behindern. Durch das Vorhandensein polymerisierender Stoffe in der Anwendung kann es zu Ablagerungen oder Verklebungen am Ventilteller kommen. Dies wiederum kann den Ansprechdruck bei gewichtsbelasteten Ventilen erhöhen und das Öffnen verzögern, was eine Gefahr für die Sicherheit des Systems darstellt.

Um diesen Herausforderungen entgegenzuwirken, empfehlen wir den Einsatz von Näherungsschaltern für Ventile. Diese Systeme ermöglichen die Echtzeitüberwachung des Ventilstatus während des Betriebs und liefern wertvolle Einblicke in deren Leistung und Zustand.

Im Allgemeinen benötigt jedes Ventil einen Druckanstieg über den Einstelldruck hinaus, um eine vollständige Öffnung zu erreichen, wobei der Ventilteller während des Vorgangs immer geführt wird. Beim Öffnen des Ventils bewegen sich Ventilteller und Ventilspindel nach oben. Sobald der höchste Punkt der Spindel die Positionsüberwachung (bei gewichtsbelasteten Ventilen außerhalb des Ventilgehäuses) erreicht, gibt der Näherungsschalter ein Signal aus, das anzeigt, dass das Ventil geöffnet hat und sich nun in der Offenstellung befindet.

Sinkt der Druck, schließt das Ventil bei Erreichen des Schließdrucks wieder. Der Ventilteller sinkt auf den Ventilsitz, die Ventilspindel bewegt sich vom Näherungsschalter weg und es wird erneut das Signal ausgegeben, dass das Ventil nun geschlossen ist. Diese Näherungsschalter werden sowohl bei Gewichts- als auch bei federbelasteten Ventilen eingesetzt und können auch in ATEX-Zonen eingesetzt werden.

Der Unterschied in der Positionsüberwachung zwischen gewichtsbelasteten und federbelasteten Ventilen liegt in der Platzierung des Näherungsschalters. Beim federbelasteten Ventil ist der Näherungsschalter nicht oben auf der Spindel montiert; Stattdessen ist es am tiefsten Punkt der Feder im Federgehäuse positioniert.

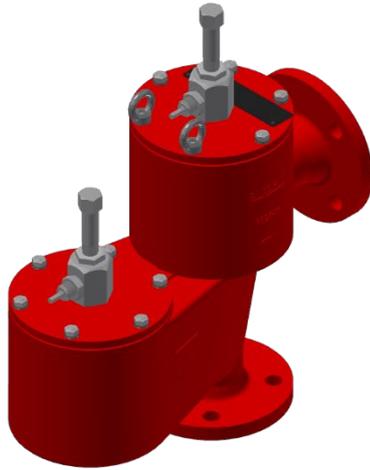


Abbildung 1: KITO(R) VD/oG-PA, Über- und Unterdruckventil mit Näherungsschalter

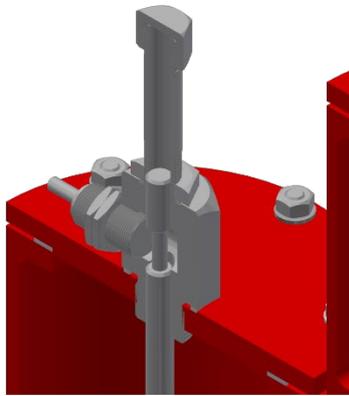


Abbildung 2: Schnittzeichnung eines Näherungsschalters an einem gewichtsbelasteten Ventil



Abbildung 3: KITO(R) VD/Sc-1, Rohrleitungsüber- oder Unterdruckventil in Eckausführung mit Näherungsschalter

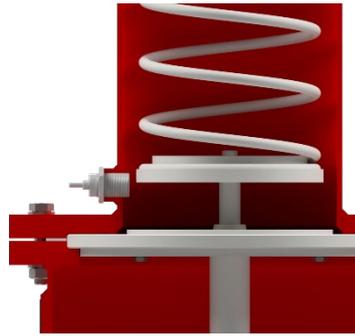


Abbildung 4: Schnittzeichnung eines Näherungsschalters an einem federbelasteten Ventil

Herausforderungen bei der Überwachung von Flammendurchschlagsicherungen

Um Echtzeitinformationen über den Grad der Verstopfung im Inneren der Flammensperre zu erhalten, empfehlen wir den Einsatz eines Differenzdruckmesssystems. Die Druckwandler sind auf beiden Seiten Gehäusehälften angebracht, vor und nach der eigentlichen Flammensperre. Bei der Installation wird der Druckverlust unter sauberen Bedingungen gemessen. Steigt anschließend der Druckverlust aufgrund von Verstopfungen, erkennt und zeichnet die Differenzdruckmessung den Anstieg des Druckabfalls auf. Ein maximaler Druckabfall muss vom Betreiber definiert werden. Sobald dieser Grenzwert erreicht ist, sollte die Flammensperre gereinigt werden, um eine ordnungsgemäße Funktionalität und Sicherheit zu gewährleisten.

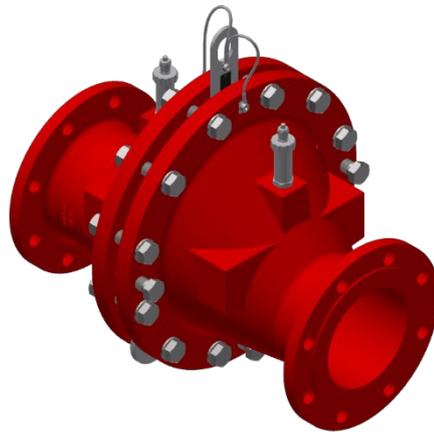


Abbildung 5: KITO(R) EFA-Det4-IIA-300/150-1,2, Detonationsrohrsicherung (Typ 4) mit Differenzialdruckmessung

Eine weitere Gefahr ergibt sich aus der Möglichkeit einer kurzfristigen (stabilisierte Verbrennung über einen bestimmten Zeitraum) oder Dauerbrand (stabilisierte Verbrennung über einen unbegrenzten Zeitraum), die in bestimmten Anlagen (z. B. bei Fackel- und Verbrennungsanlagen). Standardisierte Zulassungen im Bereich Deflagration für Deflagrations- und Detonationssicherungen vom Typ 4 (gemäß EN ISO 16852) umfassen den stabilisierten Abbrand über einen kurzen Zeitraum (sogenannte Brenndauer) von einer Minute. Wird diese Brenndauer überschritten, kann die Flammendurchschlagsicherung keinen Schutz mehr bieten. Der Wärmeeintrag in die Flammendurchschlagsicherung wird zu hoch, wodurch diese

erhitzt wird und die Zündtemperatur des Stoffes auf der geschützten Seite des Geräts (der Seite, auf der sich das zu schützende System befindet) erreicht. Dies führt dazu, dass sich das Gemisch von selbst entzündet, ohne dass ein äußerer Zündfunke entsteht. Wenn bei der Sicherheitsbeurteilung festgestellt wird, dass ein Kurzzeitbrand mit einer Brenndauer von mehr als einer Minute oder ein Dauerbrand auftreten kann, müssen Temperatursensoren zur Erkennung möglicher Brände eingesetzt werden. Der Temperatursensor sollte auf der ungeschützten Seite des Geräts installiert werden, wo der Verdacht besteht, dass die Flamme austritt oder wo die Zündquelle vorhanden ist. Darüber hinaus ist ein zusätzliches Typenschild unerlässlich, um sicherzustellen, dass die Flammendurchschlagsicherung korrekt in der Rohrleitung installiert ist. Dadurch wird verhindert, dass der Temperatursensor falsch herum eingebaut wird und der Temperatursensor versehentlich auf der geschützten Seite platziert wird. Ein solcher Fehler würde zu einer verzögerten Flammenerkennung führen, was möglicherweise zu einer Überschreitung der zulässigen Brenndauer und zum Ausfall der Flammensperre führen würde.

Bidirektionale Flammendurchschlagsicherungen können nicht länger symmetrisch eingesetzt werden, wenn die Kurzzeitbrennung nur aus einer Richtung funktioniert oder mit einem Temperatursensor aktiv überwacht wird, wenn eine entsprechende Risikobeurteilung dies erfordert.

Ein zweiter zu berücksichtigender Faktor ist die Reaktionszeit des Temperatursensors. Der/die Temperatursensor(en) müssen in das Prozessleitsystem der Anlage integriert werden, damit bei Erkennung eines kritischen Temperaturanstiegs durch den Sensor automatisch Gegenmaßnahmen eingeleitet werden können. Laut Norm hat der Temperatursensor ein Zeitfenster von $0,5 \times$ Brenndauer des Gerätes, in diesem Fall 30 Sekunden, um ein Signal abzugeben. In der Praxis wird das Signal jedoch häufig viel schneller als in diesem Zeitrahmen ausgesendet. Innerhalb der verbleibenden Brenndauer, spätestens aber nach Ablauf der Brenndauer, müssen automatisch Gegenmaßnahmen eingeleitet werden, wie z. B. Absperrn der Brennstoffzufuhr, Inertisieren mit Luft, Dampf, Stickstoff oder anderen Stoffen oder Umleiten des Stroms sowie Absperrn der Rohrleitung vollständig.

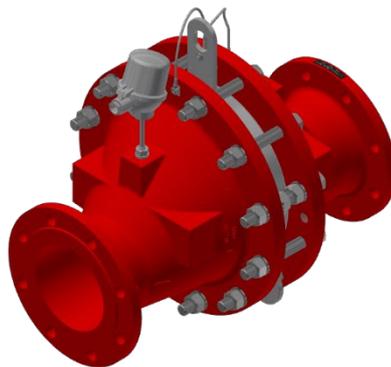


Bild 6: KITO(R) EFA-Det4-IIA-300/150-1,2-T, Detonationsrohrsicherung (Typ 4) mit Temperaturfühler

In anspruchsvollen Anwendungen kann intelligente Messtechnik für Sicherheitsgeräte nicht nur Wartungsintervalle minimieren, die Anlagenverfügbarkeit maximieren, sondern auch ungeplante Ausfallzeiten verhindern. Dadurch können Betreiber Wartungsarbeiten langfristig planen und kostengünstig durchführen.

Martin Hundt
KITO Armaturen GmbH
martin.hundt@huckauf.de



Über den Autor:

Martin Hundt beschäftigt sich seit 15 Jahren mit dem Thema Anlagensicherheit, schwerpunktmäßig im Bereich der Auslegung, Installation und dem Betrieb von Sicherheitsarmaturen (Flammendurchschlagsicherungen, Atmungsventile und Berstscheiben). Sein praxisnahes Fachwissen hat er sich in dieser Zeit in den deutschen Anlagen (Petrochemie, Chemie, Öl & Gas etc.) angeeignet. Er ist seit 2018 Mitglied in den nationalen Normungsausschüsse „Sicherheitseinrichtungen gegen Drucküberschreitung“ und „Flammendurchschlagsicherungen und Tanklüftungseinrichtungen“.