Sonderdruck aus Technische Sicherheit 01/02 2019

Technische Sicherheit

zum Beitrag Trockenlaufschutz

BRANDSCHUTZ

MADE IN GERMANY

Infrarot-Brandfrüherkennungssysteme
VdS-zertifizierte Funkenlöschanlagen
VdS-zertifizierte Sprühwasserlöschanlagen
Brandmeldeanlagen nach DIN14675

T&B electronic
WE HAVE THE RIGHT SOLUTIONS FOR ALL APPLICATIONS.

Brandschutz

Hitzeschilde als Sicherheitselemente für Lithium-Batteriesysteme

Explosionsschutz

Trockenlaufschutz von Kreiselpumpen

Arbeits- und Gesundheitsschutz

Sicherheitsreport 2018/2019: Potenziale im Arbeitsschutz

www.technische-sicherheit.de

VDI fachmedien

Trockenlaufschutz von Kreiselpumpen im Ex-Bereich durch Wirkleistungsüberwachung

Matthias Himstedt, Braunschweig, Albert Reichl, Walter Roß, Frankfurt, Bernhard Neumann, Fürth

Für einen sicheren Betrieb von Kreiselpumpen im explosionsgefährdeten Bereich sind unter anderem Überwachungseinrichtungen gegen Trockenlauf erforderlich. In diesem Artikel wird ein System vorgestellt, das außerhalb eines explosionsgefährdeten Bereiches installiert wird und indirekt den Fördermengenstrom der im explosionsgefährdeten Bereich aufgestellten Kreiselpumpe überwacht und einen Trockenlauf verhindert. Darüber hinaus werden gekoppelte Zustände diskutiert, bei denen gleichzeitig Zündgefahren (z. B. heiße Oberflächen, mechanische Funken, elektrostatische Aufladung) entstehen und explosionsfähige Gemische (z. B. durch Trockenlauf) gebildet werden können. Es wird ebenfalls die Kennzeichnung von explosionsgeschützten Pumpen im Allgemeinen angesprochen.

Kreiselpumpen werden aufgrund ihrer einfachen und robusten Bauart im industriellen Umfeld (Prozessindustrie) als Förderorgane für flüssige Medien sehr häufig eingesetzt, in den ganz überwiegenden Fällen in Kombination mit einem elektrischen Antrieb. Ein Trockenlaufen der Kreiselpumpen ist hierbei aus mehreren Gründen auf jeden Fall zu vermeiden. Wegen der fehlenden Flüssigkeitsschmierung kann es nach kurzer Zeit zu einer Zerstörung der Pumpe (insbesondere der Dichtung) mit entsprechendem wirtschaftlichem Schaden kommen. Außerdem wird durch die heiße Oberfläche eine Zündquelle an der Pumpe im Außenraum auftreten können. Handelt es sich bei dem Fördermedium um einen brennbaren Stoff, so kann bei Trockenlauf im Inneren der Pumpe zum einen eine explosionsfähige Atmosphäre aus einer Gas-/Dampfphase zusammen mit (Luft)Sauerstoff entstehen, zum anderen ist das Auftreten einer Zündquelle (z. B. mechanischer Funke oder heiße Oberfläche innerhalb der Pumpe) wahrscheinlich, was zusammen zur Explosion führen würde.

Die Richtlinie 2014/34/EU (ATEX) schreibt für Geräte, die bestimmungsgemäß in explosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt werden, die Vermeidung von wirksamen Zündquellen vor [1]. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit des Einsatzes und der Beurteilung von Zündschutzmaßnahmen, von denen hier eine Maßnahme gegen ein Trockenlaufen von Kreiselpumpen beispielhaft vorgestellt werden soll.

Problemstellung

Für die Bewertung der Zündgefahren, die Sicherstellung und Kennzeichnung des Explosionsschutzes sowie aller weiteren grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen an die jeweiligen Kreiselpumpen inklusive dem Antriebsmotor sind die jeweiligen Hersteller der Geräte bzw. Gesamtaggregate (d. h. Kreiselpumpe inklusive Antriebsmotor) gemäß den geltenden Richtlinien (Maschinen-Richtlinie 2006/42/EG, ATEX-Richtlinie 2014/34/EU, etc.) verantwortlich [2]. Diese Anforderungen an die Hersteller bleiben durch die Kombination mit einem Trockenlaufschutz (z. B. Motormanagementsystem SIMOCODE pro, elektrische Komponenten) unberührt. Diese Geräte bzw. Gesamtaggregate werden vielmehr um den Trockenlaufschutz durch Wirkleistungsüberwachung ergänzt und damit auf ein höheres Schutzniveau gebracht. Die Umsetzung der Anforderungen hinsichtlich Sicherheit und Gesundheit allgemein und Explosionsschutz im Speziellen obliegt dem Betreiber der Produktionsanlage, von der die Kreiselpumpe ein Bestandteil ist.

Kreiselpumpen, die in explosionsgefährdeten Bereichen aufgestellt und über Rohrleitungen an Behälter angeschlossen sind, müssen durch den Betreiber gemäß Richtlinie 1999/92/EG einer Gefährdungsbeurteilung unterzogen werden [3]. Das Ergebnis zeigt, mit welcher Wahrscheinlichkeit eine explosionsfähige Atmosphäre in der Umgebung der Pumpe auftritt. Bei der Verwendung von entzündbaren Flüssigkeiten ist ebenfalls zu prüfen, mit welcher Wahrscheinlichkeit im Inneren der Rohrleitungen und damit auch im Inneren der Kreiselpumpe mit dem Auftreten von explosionsfähiger Atmosphäre zu rechnen ist. Das Innere von Behältern wird als Zone 0 eingeteilt, sofern der Betreiber nicht durch genaue Produktkenntnis eine abweichende Zone festlegt. Falls die Rohrleitung nicht ständig gefüllt bleibt und der Flammpunkt der entzündbaren Flüssigkeit nicht ausreichend über der Umgebungs- bzw. Verarbeitungstemperatur liegt, wäre innerhalb der Behälter, der Rohrleitung und damit bis zum Eingang der Pumpe eine Zone 0 festzulegen. Es ist in der Regel nicht möglich, eine Konzentration des Produkt-/ Luftgemisches sicher außerhalb der Explosionsgrenzen einzustellen. Aufgrund der üblichen technisch dichten Flansche der Kreiselpumpen wird in der Umgebung der Pumpe überwiegend eine Zone 1 definiert.

Bei langzeitig, häufig oder ständig vorhandener explosionsfähiger Atmosphäre (Zone 0), z. B. bei Pumpen, die betrieblich nicht ständig mit Flüssigkeit gefüllt bleiben, sind am Eingang der Pumpe Anforderungen der Gerätekategorie 1 (nach Richtlinie 2014/34/EU) zu berücksichtigen (**Bild 1**).

Hierdurch müssen der normale, ungestörte Betrieb, zu erwartende Störungen und auch seltene Störungen, z. B. die Kombination von zwei zu erwartenden Störungen berücksichtigt werden. An der Pumpe dürfen bei keinem dieser Zustände wirksame Zündquellen entstehen. Zusätzlich sind die zugehörigen, in der Zone 1 installierten Geräteteile (z. B. Lagerung oder Dichtsystem) als Zündquelle zu berücksichtigen, insbesondere, wenn im Fehlerfall eine Wirkung auf die Geräteteile innerhalb der Zone 0 zu erwarten ist.

In der bisherigen Praxis werden die meisten Pumpen zur Förderung von brennbaren Flüssigkeiten als Kategorie-2-Geräte in Verkehr gebracht. Eine Unterscheidung der abweichenden Anforderungen für den inneren Bereich und den Außenbereich ist dabei nicht ausreichend erkennbar. Im Grunde sind Pumpen generell auf die erforderlichen Anforderungen zu überprüfen. Durch die Vorgabe des Pumpenherstellers, einen Trockenlauf sicher auszuschließen, ist eine differenzierte Explosionsschutzkennzeichnung von Pumpen sinnvoll (**Bild 2**).

Die Gerätekategorie zeigt dabei an, dass die Pumpen im Inneren nicht explosionsgeschützt ausgeführt werden. Die Anforderungen aufgrund z. B. der Zone 1 am Aufstellungsort werden jedoch erfüllt und entsprechend in der Kennzeichnung berücksichtigt.

Erschwerend kommt hinzu, dass die wesentliche Zündgefahr (z. B. durch heiße Oberflächen, mechanische Funken oder elektrostatische Aufladung) bei einem Trockenlauf mit dem Auftreten des explosionsfähigen Gemisches zeitgleich vorliegt. Es handelt sich hierbei um einen gekoppelten Zustand. Es ist daher notwendig, Maßnahmen gegen den Trockenlauf von Kreiselpumpen einzusetzen. Zum einen wird das Auftreten von explosionsfähiger Atmosphäre weniger wahrscheinlich, zum anderen werden in Abhängigkeit des Niveaus des Zündschutzsystems Zündgefahren reduziert.

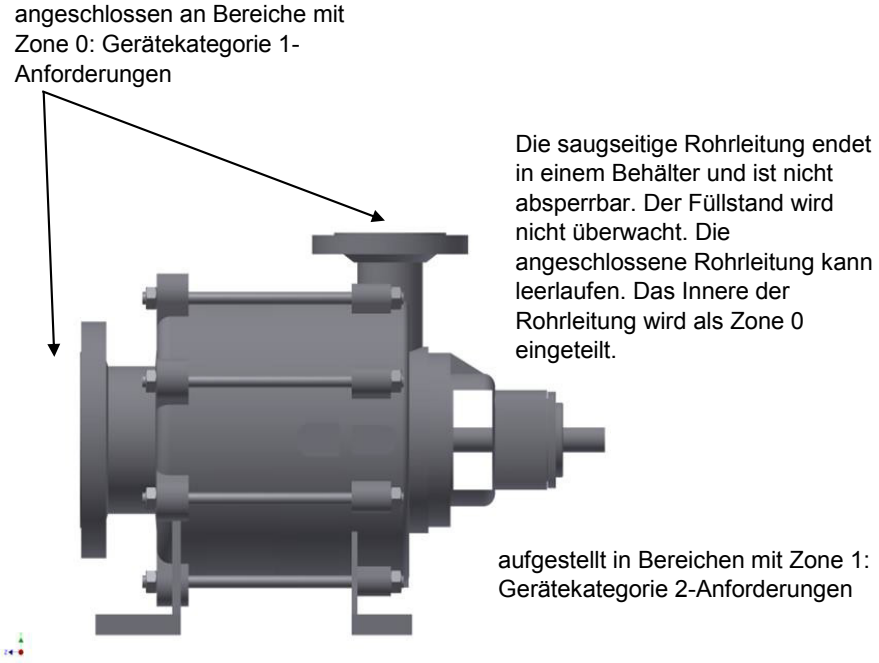

Bild 1 Kategorie 1/2 Pumpe, angeschlossen an Zone 0, aufgestellt in Zone 1 [4].

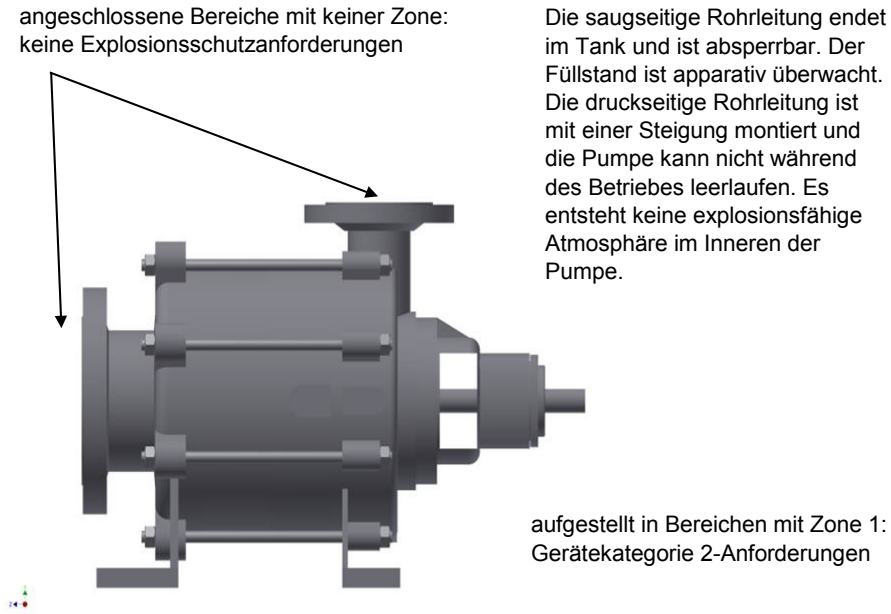

Bild 2 Kategorie -/2 Pumpe, angeschlossen an keine Zone, aufgestellt in Zone 1 [4].

Beschreibung des Trockenlaufschutzes

Eine wirksame, zuverlässige Trockenlaufüberwachung ist beim Einsatz von Kreiselpumpen im Ex-Bereich unabdingbar – zum Explosionsschutz innerhalb und außerhalb der Pumpe. Üblicherweise werden hierfür – je nach Anwendungsfall – Füllstandsensoren (saugseitig), Durchflusssensoren (druckseitig), Druckmesseinrichtungen (druckseitig), Temperaturüberwachungen oder eine Kombination mehrerer Maßnahmen eingesetzt, die bei Verletzung entsprechender Grenzwerte zu einer Abschaltung des Antriebs und damit der Pumpe führen. Eine weitere, sehr wirksame Maßnahme ist die Überwachung der vom Motor aufgenommenen Wirkleistung, mit Abschaltung bei Unterschreitung eines bestimmten Mindestwerts als Hinweis auf Trockenlauf. Bei Kreiselpumpen mit Radiallaufrad (häufigste Bauform) besteht eine eindeutige, progressive Abhängigkeit der Wirkleistung vom För-

derstrom. Ein Einsatz der Wirkleistungsüberwachung zum Trockenlaufschutz ist – je nach den Anforderungen aus der Zündgefahrenbewertung bzw. dem Explosionsschutzkonzept der Anlage – als Ersatz für eine der genannten herkömmlichen Maßnahmen denkbar. Bei höheren Anforderungen an die Gerätekategorie der Pumpe können Kombinationen mit weiteren Überwachungseinrichtungen in Betracht kommen.

Der Einsatz von Motormanagementsystemen als Trockenlaufschutz durch Wirkleistungsüberwachung von Kreiselpumpen im Ex-Bereich ist für Geräte (Kreiselpumpen) vorgesehen, bei denen im Inneren des Geräts keine explosionsfähige Atmosphäre durch Trockenlauf entstehen darf, wie es üblicherweise z. B. in der chemischen und pharmazeutischen Industrie der Fall ist. Je nach Aufstellungsort können auch Anforderungen an die äußeren Pumpenbauteile entstehen, wie z. B. oftmals bei Pumpen in chemischen Betrieben (mit Zone 1 bzw. Zone 2). Selbstansaugende Pumpen stellen in diesem Zusammenhang eine besondere Herausforderung dar. Zum Starten wird die Pumpe mit Produkt gefüllt, wobei die Rohrleitung noch leer bleiben kann. Aufgrund der beim Anfahren der Pumpe hohen Gasmitförderung durch das Ansaugen bzw. Entlüften der Saugleitung können Zündgefahren durch z. B. heiße Oberflächen am Dichtsystem auftreten. Die Flüssigkeit wird nach außen getragen, und die Dichtung könnte je nach Bauart trocken laufen. Bei Flüssigkeiten mit niedriger Leitfähigkeit können noch weitere Probleme durch das Mitfördern von Gasen entstehen. Das Gas erzeugt innerhalb der Flüssigkeit verstärkt Phasengrenzen und schnelle Trennvorgänge. Dieser Vorgang ist als stark ladungserzeugender Prozess anzusehen und kann zu zündwirksamen elektrostatischen Entladungen führen. So betrachtet stellt eine selbstansaugende Pumpe einen Widerspruch zum Trockenlaufschutz dar und kann daher zusätzliche Maßnahmen erfordern. Sobald jedoch die Rohrleitung entlüftet ist, ist eine Trockenlaufschutzfunktion gegen ein Leerfördern möglich.

Konkrete Beispiele für die Bewertung der Zündgefahren sollen in diesem Zusammenhang nicht vertieft werden. Die für die jeweilige Kreiselpumpe mit Radiallaufrad zutreffende individuelle Zündgefahrenbewertung ist durch den Hersteller der Pumpe durchzuführen. Der Betreiber muss dann die Auswahl der Schutzmaßnahmen für den tatsächlichen Anwendungsfall vornehmen.

Der Trockenlaufschutz, in diesem Fall durch Wirkleistungsüberwachung, hat dabei den Anforderungen zu entsprechen, die an ein Zündschutzsystem Typ b1 gemäß Tabelle 1 von DIN EN ISO 80079-37 zu stellen sind [5]. Der Ausfall einer solchen Zündquellenüberwachungseinrichtung wird aufgrund der nachgewiesenen Zuverlässigkeit als seltene Störung angesehen. Die Norm (DIN EN ISO 80079-37) benutzt die Abkürzung „EPL“, die im englischen Sprachgebrauch für „Equipment Protection Level“ steht und im Deutschen „Geräteschutzniveau“ bedeutet. Der EPL kennzeichnet im Folgenden das Schutzniveau, das für ein Gerät erreicht werden muss, wobei die Höhe der Wahrscheinlichkeit einer Zündung zugrunde gelegt ist und die Unterschiede zwischen explosionsfähigen Gasatmosphären, explosionsfähigen Staubatmosphären und explosionsfähigen Atmosphären in schlagwetterempfindlichen Grubenbauen berücksichtigt sind.

Die hier betrachteten Überwachungseinrichtungen erreichen die Sicherheitsanforderungsstufe SIL 1 gemäß der Normenreihe IEC 61508 bzw. DIN EN 61508, was für den ganz überwiegenden Teil der Pumpen-Einsatzfälle ausreicht, nicht aber SIL 2 [6]. Falls doch SIL 2 gefordert ist, dann ist ein Produkt, das SIL 1 aufweist, als ein Baustein im Rahmen eines Gesamtzündschutzkonzepts zu sehen, um bei den zu überwachenden Pumpen Zündquellen, die im Normalbetrieb oder bei zu erwartenden Störungen wirksam sind oder wirksam werden können, zu vermeiden. Da bei Einsatz eines Geräts der Kategorie 1 (für Zone 0) zusätzlich ein Ausfall der Sicherheitseinrichtung betrachtet werden muss, sind zusätzliche Sicherheitseinrichtungen im Rahmen des Gesamt-Absicherungskonzepts bzw. Gesamtzündschutzkonzepts notwendig. Das Anforderungsniveau b2 wird aber nur indirekt erreicht. Für das Gesamtkonzept können in Abhängigkeit des erforderlichen Zündschutzes auf Basis von verschiedenen Zündgefahren redundant, diversitär bis zu drei Zündschutzsysteme Typ b1 erforderlich werden. Dies ist ggf. erforderlich, wenn die Grundforderung, keine Zündgefahren im Normalbetrieb zu erzeugen, nur durch eine Überwachung der Flüssigkeitsfüllung sichergestellt werden kann, da die Pumpe nur für das kurzzeitig trockene Anfahren geeignet ist und auch der Ausfall von Überwachungseinrichtungen berücksichtigt wird. Es handelt sich um mehrere Überwachungseinrichtungen bzw. Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen, bei denen bei einem Ausfall einer einzelnen Überwachungseinrichtung kein gefährlicher Zustand entsteht. Bei der Gesamtbetrachtung von der Signalerfassung bis zu der Schalthandlung in den sicheren Zustand entspricht dies dann dem Zündschutzsystem Typ b1 für das Produkt. Details zu Anforderungen an Zündschutzsysteme können der DIN EN ISO 80079-37 entnommen werden [5].

Bei dem Trockenlaufschutz durch Wirkleistungsüberwachung handelt es sich um eine vollständige Überwachungseinrichtung mit besonderen Be-

Tabelle Anhang E.1 zu DIN EN ISO 80079-37.

Hardware-Fehlertoleranz (auf wirksame Zündquelle bezogen)	**2**	**1**	**0**	**1**	**0**	**−1**	**0**	**−1**
Zündschutzart erreicht durch das Kontrollsystem (Sicherheitseinrichtung)								
Hardware-Fehlertoleranz	–	0	1	–	0	1	–	0
Sicherheitsanforderungsstufe (IEC 61508)	–	SIL 1	SIL 2	–	SIL 1	SIL 2	–	SIL 1
Performance Level/Kategorie nach ISO 13849-1		PL c Kat. 2	PL d Kat. 3		PL c Kat. 2	PL d Kat. 3		PL c Kat. 2
Zündschutzart nach der vorliegenden Norm		**b1**	**b2**		**b1**	**b2**		**b1**
Geräteschutzniveau erreicht nach Umsetzung von Sicherheitsmaßnahmen								
EPL Gruppe II, III	Ga, Da			Gb, Db			Gc, Dc	

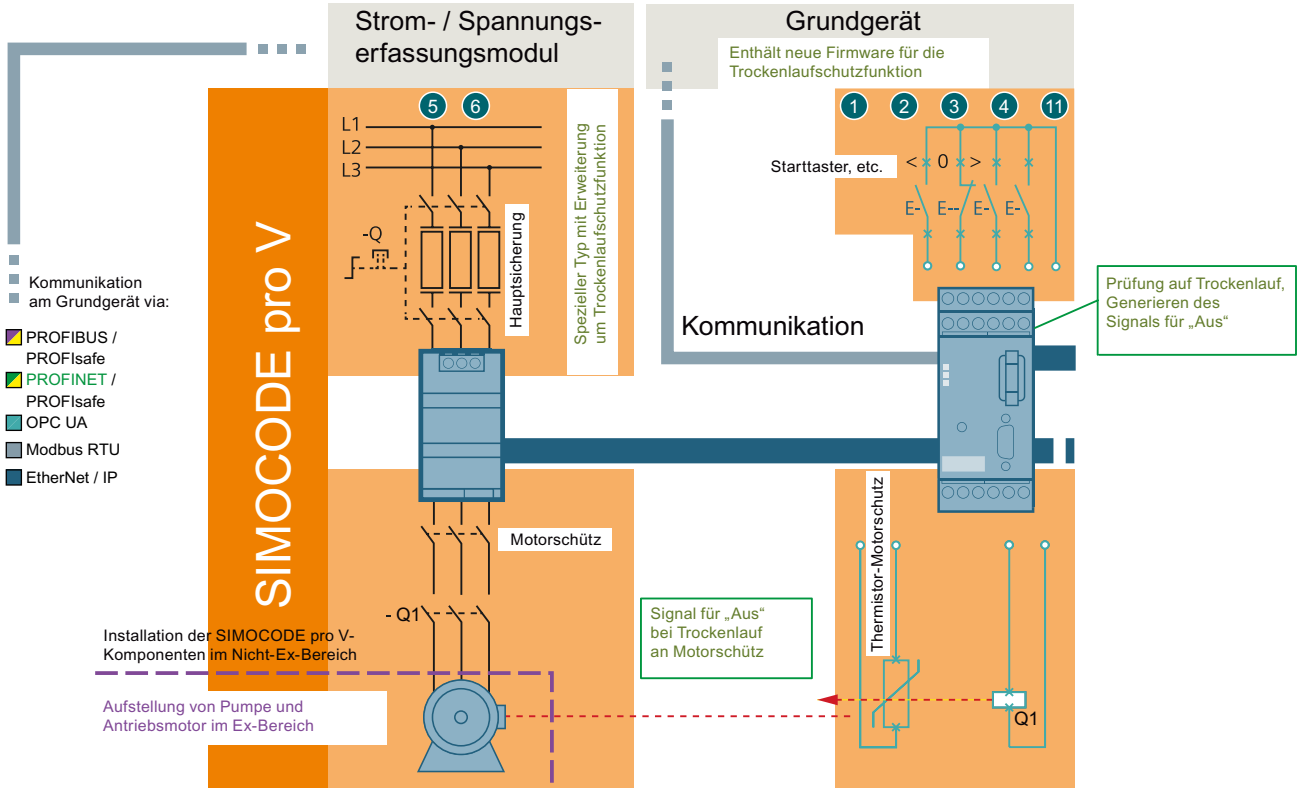

Bild 3 Übersichtsdarstellung der Gerätezusammenstellung für den Trockenlaufschutz von Kreiselpumpen durch Wirkleistungsüberwachung [7].

dingungen (X-Kennzeichnung). Das heißt, um ein sehr hohes Geräteschutzniveau zu erreichen, muss es ggf. zusammen mit anderen Sicherheitseinrichtungen eingesetzt werden. Die **Tabelle** aus dem Anhang E.1 zu DIN EN ISO 80079-37 zeigt diese Zusammenhänge.

Beispiel: Die Kreiselpumpe weist eine Hardware-Fehlertoleranz HFT (auf die wirksame Zündquelle bezogen) von 0 auf (sicher im Normalbetrieb) – siehe oberste Zeile. Das bedeutet, dass (bei Einsatz einer Überwachungseinrichtung mit Sicherheitsanforderungsstufe SIL 1 gemäß IEC 61508 bzw. DIN EN 61508 und Zündschutzsystem Typ b1) die Pumpe für den Einsatz in der Zone 0 mit mindestens einer – zur Überwachungseinrichtung – zusätzlichen Schutzmaßnahme ausgerüstet sein muss, um insgesamt ein Geräteschutzniveau EPL Ga, Da zu erreichen (siehe Spalte „Ga, Da“ in Zeile „EPL Gruppe II, III“). Da Fehlerzustände von Zündschutzsystemen Typ b1 nicht selbstanzeigend sein müssen, fällt der wiederkehrenden Prüfung im Rahmen der Wartung eine besondere Bedeutung zu, d. h. Fehlerzustände müssen erkannt und korrigiert werden.

Die angestrebte Gerätekategorie des zu schützenden Gerätes hat Auswirkungen auf das Konformitätsbewertungsverfahren. Nur für Kategorie 1 (Einsatz in Zone 0 bzw. 20) ist für nicht-elektrische Geräte im Rahmen der ATEX-Richtlinie 2014/34/EU eine EU-Baumusterprüfbescheinigung vorgesehen, für alle anderen Gerätekategorien der Gruppe II ist eine solche Bescheinigung nicht vorgesehen und auch nicht erforderlich. Ist die Überwachungseinrichtung für Ga bzw. Kategorie 1 zugelassen, kann es auch als Geräteschutzniveau Gb bzw. Kategorie 2 betrieben werden, da Ga automatisch Gb und Gc (Kategorie 3) mit einschließt.

Für eine Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtung zum Trockenlaufschutz von Kreiselpumpen durch Wirkleistungsüberwachung kann eine Baumusterprüfbescheinigung unter der Einschränkung der besonderen Bedingungen vergeben werden, was im Falle von SIMOCODE pro auch geschehen ist.

Die technischen Bedingungen zum Zündschutz bei Kreiselpumpen für den beschriebenen Anwendungsfall zur Vermeidung der potenziellen Zündquellen z. B. „heiße Oberfläche“ und „mechanische Funken“ durch den Trockenlaufschutz von Kreiselpumpen durch Wirkleistungsüberwachung sind im Einzelfall auf die örtlichen Gegebenheiten anzupassen.

In der Übersichtsdarstellung sind die erforderlichen Geräte zur Erfassung der Wirkleistung und der Schutzfunktion erkennbar (**Bild 3**).

Voraussetzung sind Kreiselpumpen mit fester Drehzahl und progressiver Förderkennlinie (d. h. mit Radiallaufrad) mit ausreichendem Abstand der minimalen Wirkleistungen P_{MIN} bei Mindestfördermengenstrom und optimaler Leistung P_{OPT} am Arbeitspunkt ($P_{MIN} / P_{OPT} < 0{,}80$) als Hinweis auf eine ausreichende Steilheit der Kennlinie. Es ist jedoch keine Beschränkung hinsichtlich der Abdichtmethode der Kreiselpumpe erforderlich. Der Betrieb der Kreiselpumpe ist sowohl kontinuierlich als auch diskontinuierlich möglich. Bei diskontinuierlichem Betrieb ist besondere Sorgfalt bei der Festlegung der Überwachungsparameter erforderlich. Bei diesen Parametern handelt es sich um die Auslöseschwelle, die Verzögerungszeit für den laufenden Betrieb (Vermeidung von Fehlauslösungen durch z. B. kurzzeitige Fehlsignale) und die Anfahr-Überbrückungszeit (für ein mögliches Anfahren der Pumpe gegen eine teilweise geschlossene druckseitige Absperrarmatur). Das System ist geeignet für Anlaufmethoden der Antriebe durch Direktstarter, jedoch nicht für

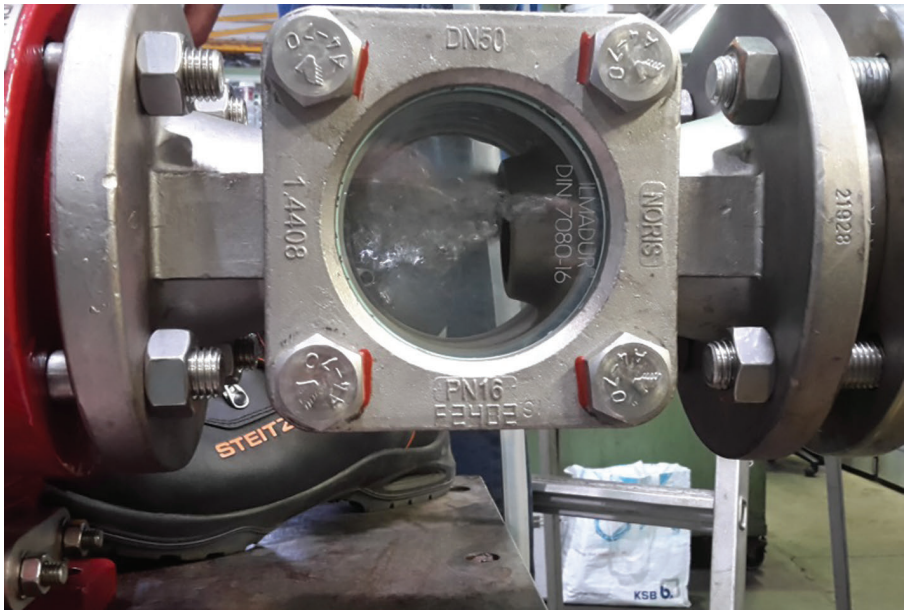

Bild 4 Blasenbildung auf der Saugseite der Pumpe, Versuche am Pumpenprüfstand der Bilfinger Maintenance GmbH, Industriepark Höchst, 05/2018.

Frequenzumrichter. Es ist möglich, die Überwachungsparameter direkt über die Engineering-Software SIMOCODE ES (TIA-Portal) einzugeben. Es wird jedoch empfohlen die Festlegung der Auslöseschwelle und Eingabe der weiteren Parameter mithilfe einer Anlernprozedur, dem sogenannten „Teach-in" durchzuführen. Wegen der Vielzahl von Einflussgrößen auf die vom Motor aufgenommene Wirkleistung ist es sinnvoll, den Abschaltwert unter Betriebsbedingungen im Rahmen eines Teach-in Vorgangs zu ermitteln. Sobald das System angelernt wurde, ist es in der Lage, aufgrund der Proportionalität einen Trockenlauf zu verhindern.

Im Rahmen der Untersuchungen der Eignung des Trockenlaufschutzes zur Zündquellenüberwachung bei Kreiselpumpen wurde die Empfindlichkeit des Systems überprüft. Es wurde unter anderem auf der Saugseite der Pumpe Luft in die Rohrleitung eingebracht (**Bild 4**).

Eine Unterschreitung einer Mindest-Fördermenge zieht sofort auch eine Unterschreitung einer Mindest-Wirkleistung (Abschaltschwelle) nach sich. Dampfblasen, die auf der Saugseite der Pumpe aufgrund von Kavitation entstehen, führen nicht zu einer anhaltenden Unterschreitung der Mindest-Wirkleistung, solange sie durch die Druckerhöhung während des Pumpvorgangs wieder in sich zusammenfallen. In diesem Zustand werden vielmehr kurzzeitige Einbrüche der Wirkleistung beobachtet, die durch eine einstellbare Verzögerungszeit ausgeblendet werden können. Erst wenn die Kavitation so stark ist, dass auch auf der Druckseite Dampfblasen vorhanden sind, kommt es zu einer anhaltenden Unterschreitung der Mindest-Wirkleistung mit Abschaltung. Dieses Verhalten der Wirkleistungsüberwachung entspricht den Anforderungen des praktischen Betriebs: Abschaltung wo nötig, aber nicht zu schnell. Gasblasen werden nur in geringem Umfang toleriert, Dampfblasen (die aufgrund des fehlenden Sauerstoffs keine zündfähigen Gemische bilden können) zunächst schon. Bei heftigerer Kavitation, die auf mittlere Sicht zu einer mechanischen Schädigung der Pumpe führen würde, erfolgt eine Abschaltung.

Bewertung der Maßnahme

Es ist bei der Bewertung erforderlich, den ungünstigsten Zustand „worst case" im Rahmen der bestimmungsgemäßen Verwendung zu berücksichtigen. Hierbei werden der normale Betrieb, sowie Störungen mitbewertet. Als Beispiel kann das Einströmen von Luft in eine Flüssigkeit niedriger Leitfähigkeit herangezogen werden. Ein Zustand, der bei Kreiselpumpen beim Leerfördern eines Behälters auftreten kann. Die Luft wird durch die Flüssigkeit gefördert und sorgt für eine Trennung von Phasengrenzen. Wie bereits beschrieben handelt es sich dabei um einen stark ladungserzeugenden Prozess, der eine elektrostatische Aufladung auf unzulässige Werte erzeugen könnte. Im Rahmen von Umpumpversuchen wurden hierbei nicht nur hohe Potenziale auf dem Flüssigkeitsspiegel der gefüllten Behälter gemessen, es konnten vereinzelt auch Entladungen detektiert werden. Durch die Anwendung von Trockenlaufschutzmaßnahmen kann eine gefährliche Aufladung jedoch ausgeschlossen werden. Der Schutz vor heißen Oberflächen oder mechanischen Funken fällt ebenso in den Anwendungsbereich des Trockenlaufschutzes durch Wirkleistungsüberwachung. Die Geschwindigkeit, mit der potenzielle zu wirksamen Zündquellen werden könnten, ist in der Bewertung der Wirksamkeit der Zündquellenüberwachungseinrichtung zu berücksichtigen.

Fazit

Im Rahmen der Untersuchungen eines Trockenlaufschutzes war es erforderlich, Zündgefahren am zu schützenden Gerät zu erkennen und mit angepassten Zündschutzmaßnahmen einen sicheren Betrieb zu ermöglichen. Die Vorgaben der Betriebsanleitung der Überwachungseinrichtungen (unter anderem die besonderen Bedingungen), die im Zertifizierungsverfahren erarbeitet wurden, müssen bei der Planung, Errichtung und Inbetriebnahme des Zündschutzsystems berücksichtigt werden. Gekoppelte Zustände, bei denen explosionsfähige Atmosphäre und Zündgefahren zeitgleich in der Pumpe auftreten, sind der Grund für eine möglicherweise notwendige redundante und diversitäre Auslegung des Gesamtzündschutzkonzeptes einer Produktionsanlage, d. h. es können weitere Maßnahmen erforderlich sein. Um den Zündschutz zuverlässig aufrecht zu erhalten, müssen Wartung und Instandhaltung der Überwachungseinrichtung eingeplant werden. Insgesamt ist jedoch mit dem Trockenlaufschutz durch Wirkleistungsüberwachung ein wirksames Zündschutzsystem Typ b1 nach DIN EN ISO 80079-37 entstanden. TS723

Autor

Matthias Himstedt, Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig
Dr. Albert Reichl, Walter Roß
Siemens AG, Frankfurt
Bernhard Neumann, Siemens AG, Fürth.

© VDI Fachmedien GmbH & Co. KG, Düsseldorf 2019

Literatur

[1] Richtlinie 2014/34/EU des europäischen Parlamentes und des Rates vom 26. Februar 2014 zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen (Neufassung)

[2] Richtlinie 2006/42/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2006 über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG (Neufassung)

[3] Richtlinie 1999/92/EG des europäischen Parlamentes und des Rates vom 16. Dezember 1999 über Mindestvorschriften zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähige Atmosphären gefährdet werden können.

[4] *Himstedt, M.*: Explosion protection requirements of dry installed pumps, 3rd International Rotating Equipment Conference (IREC), Pumps, Compressors and Vacuum Technology, Düsseldorf, 14 - 15 September 2016

[5] DIN EN ISO 80079-37:2016 Explosionsfähige Atmosphären – Teil 37: Nichtelektrische Geräte für den Einsatz in explosionsfähigen Atmosphären – Schutz durch konstruktive Sicherheit „c“, Zündquellenüberwachung „b“, Flüssigkeitskapselung „k“

[6] DIN EN 61508:2010 Normenreihe: Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme.

[7] Siemens AG, Industrielle Schalttechnik, Motormanagement- und Steuergeräte SIMOCODE pro, Bedienhandbuch Parametrieren, Stand 09/2018.