

# Explosionsgeschützte Rührwerke

## Beispiele für eine Zündgefahrenbewertung

Matthias Himstedt und Michael Beyer, Braunschweig

Die technischen Anforderungen an explosionsgeschützte nichtelektrische Betriebsmittel sind im Gegensatz zu den elektrischen Geräten nicht gleichermaßen detailliert in Normen festgelegt. Nach DIN EN 13463-1 [1] ist für explosionsgeschützte nichtelektrische Geräte grundsätzlich eine Zündgefahrenbewertung durchzuführen, aus der die sicherheitstechnisch notwendigen Maßnahmen zur Vermeidung der Zündgefahren abzuleiten sind. Nach Ende der Übergangsfrist der Richtlinie 94/9/EG [2] wird die DIN EN 13463-1 als harmonisierte Norm zur Richtlinie nun in breitem Umfang auf die erstmalig in Verkehr gebrachten Produkte angewendet.

In einem vorangegangenen Beitrag [3] wurde eine systematische Methode zur Bewertung der Zündgefahren beschrieben. In Ergänzung hierzu soll nunmehr am Beispiel von Rührwerken der Kategorie 1/2 die praktische Umsetzung des Verfahrens betrachtet werden und gezeigt werden, wie aus einer Zündgefahrenbewertung Explosionsschutzmaßnahmen abgeleitet werden können. Ergänzend dazu wird ein Beispiel für die Aufbereitung der Informationen im obligatorischen Bewertungsbericht und die Hilfen für die Zusammenstellung der technischen Dokumentation nach Richtlinie 94/9/EG gegeben.

In diesem Zusammenhang wird noch einmal ausdrücklich darauf hingewiesen (vgl. [3]), dass eine Zündgefahrenbewertung immer produkt- und verwendungsspezifisch ist. Insofern kann es sich nur um ein allgemeines Beispiel handeln, das nicht unbesehen auf ein bestimmtes Produkt übertragen werden darf. In der Praxis ist grundsätzlich eine Einzelfallbetrachtung notwendig, da die Bewertung und das Ergebnis sehr stark von der bestimmungsgemäßen Verwendung eines Geräts abhängt. So können bei unterschiedlichen Einschränkungen der bestimmungsgemäßen Verwendung des selben Geräts unterschiedliche Zündgefahren und demnach auch unterschiedliche Bewertungsergebnisse auftreten.

Natürgemäß können zum Erreichen des Schutzziels auch andere Maßnahmen als die beispielhaft genannten möglich sein. Dies ist durch den Normungsgeber bewusst gewählt worden, damit eine Normenkonformität für die meisten der langjährig in der Praxis als sicher betrachteten Geräte er-

reicht werden kann. Der Vorteil der Zündgefahrenbewertung im Vergleich zu einem sehr detailliert festgelegten Anforderungskatalog liegt gerade in der möglichen Vielfalt der technischen Lösungen.

### Bestimmungsgemäße Verwendung und Umfang der Zündgefahrenbewertung

Die bestimmungsgemäße Verwendung eines Rührwerks sollte durch den Hersteller klar und verständlich definiert werden. Der Betreiber erhält so die Möglichkeit, das Gerät richtig einzusetzen. Der Hersteller kann damit gleichzeitig einem vorhersehbaren Fehlgebrauch vorbeugen. Zu den üblicherweise notwendigen Angaben gehören Umgebungsbedingungen (Druck, Temperatur etc.), Betriebsbedingungen (z. B. Nenn-drehzahl und kritische Drehzahl) sowie Verwendungseinschränkungen (Temperaturklasse, Explosionsgruppe etc.).

Die Anzahl der zu berücksichtigenden Zündgefahren steigt an, je mehr Einsatzmöglichkeiten freigegeben werden. Bei uneingeschränkter Verwendung müssen folgerichtig auch Zündgefahren von nicht praxisgerechten, jedoch denkbaren Einsatzfällen berücksichtigt und durch die Summe der Schutzmaßnahmen abgedeckt werden. Daraus folgt in umkehrender Betrachtung, dass ein wohl definierter Einsatz die notwendigen Schutzmaßnahmen deutlich verringern kann.

Bei der folgenden Zündgefahrenbewertung wird ein Rührwerk der Kategorie 1/2 mit Antrieb von oben betrachtet. Innerhalb der Rührwerksbehälter, d. h. für Rührwelle, Mischorgan und Abdichtung zum Behälter, sollen Anforderungen der Kate-

gorie 1, für alle anderen Teile des Rührwerks Anforderungen der Kategorie 2 gelten. Es wird davon ausgegangen, dass separat zu betrachtende Teile des Rührwerks (z. B. Antriebsmotor und Getriebe), die Anforderungen der Kategorie 2 erfüllen. Sie werden nicht näher betrachtet und können eingesetzt werden, sofern sie eines der gesetzlich vorgesehenen Konformitätsbewertungsverfahren durchlaufen haben (vgl. RL 94/9/EG, Artikel 8) und die Einbaubedingungen eingehalten werden.

Näher eingegangen wird auf diejenigen Teile des Rührwerkes, die nach Richtlinie 94/9/EG von einer Benannten Stelle auf Grundlage einer EG-Baumusterprüfung oder Einzelprüfung zertifiziert werden müssen. Von der Benannten Stelle werden dabei die Mischorgane einschließlich Abdichtung (Kategorie 1) geprüft und die Lagerung sowie der Zusammenbau mit den bereits bewerteten Teilen der Kategorie 2 hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Kategorie 1 bewertet.

## Zündgefahren

### Allgemeines

Potenzielle Zündgefahren durch heiße Oberflächen, mechanisch erzeugte Funken und statische Elektrizität im Rührraum sind für Rührwerke der Kategorie 1 vom Hersteller zu betrachten. Die Ursachen von Zündgefahren können sehr unterschiedlich sein. Dazu sind die konstruktive Gestaltung, die Auswahl von Werkstoffen und prozessbedingte Einflüsse zu berücksichtigen. Festgehalten wird die Bewertung in einem gegenüber EN 13463-1 [1] erweiterten Berichtsschema (**Tabelle**), dessen Ele-

## Bericht über die Bewertung der Zündgefahren nach EN 13463-1, Abschn. 5.2.8.

Beispiel für den Kategorie 1-Anteil eines Rührwerks mit mit Antrieb von oben																
lfd. Nr.	1		2				3			4						
	Zündgefahr		Bewertung der Häufigkeit des Auftretens ohne Anwendung zusätzlicher Maßnahmen				Angewendete Maßnahmen zur Verhinderung des Wirksamwerdens			Häufigkeit des Auftretens einschließlich Maßnahmen						
	a	b	a	b	c	d	e	a	b	c	a	b	c	d	e	f
	Potenzielle Zündquelle	Ursache (Unter welchen Umständen tritt die Zündgefahr auf?)	im Normalbetrieb	bei zu erwartender Störung	bei seltener Störung	nicht zu berücksichtigen	Begründung	Beschreibung	Grundlage (Normen, technische Regeln, experimentelle Ergebnisse)	Nachweis (einschließlich der in Spalte 1 genannten ex-relevanten Eigenschaften)	im Normalbetrieb	bei zu erwartender Störung	bei seltener Störung	nicht zu berücksichtigen	Resultierende Gerätekategorie bezüglich dieser Zündquelle	notwendige Einschränkungen
1	elektrostatische Aufladung	Isolierte elektrisch leitfähige Teil	x				Isolierte leitfähige Teile bilden gegen Erde einen Kondensator, der sich z. B. durch Influenz mit einer gefährlichen Ladungsmenge aufladen kann	Potenzialausgleich zwischen den einzelnen Teilen durch leitfähige Verbindungen; Erdung des Gehäuses; Installationshinweis	EN 13463-1 Nr. 11	Beschreibung, Betriebsanleitung				x	1	
2	elektrostatische Aufladung	isolierende Materialien, z. B. Gehäuseteile aus Kunststoff		x			keine Aufladungsprozesse im Normalbetrieb; Aufladung des Gehäuses z. B. durch eine Person ist möglich	Oberflächenwiderstand < 1 GΩ bei 50 % rel. Feuchte; Bestimmung des Oberflächenwiderstandes an einer repräsentativen Probe	EN 13463-1 Nr. 7.4.4a und Nr. 13.3.4.7	Zeichnung; Stückliste; Prüfbericht				x	1	
3	elektrostatische Aufladung	isolierende Materialien, z. B. Gehäuseteile aus Kunststoff		x			keine Aufladungsprozesse im Normalbetrieb; Aufladung des Gehäuses z. B. durch eine Person ist möglich	Oberflächenwiderstand > 1 GΩ bei 50 % rel. Feuchte; Fläche < 25 cm <sup>2</sup>	EN 13463-1 Nr. 7.4.4c und Tabelle 2	Zeichnung; Stückliste				x	1	IIB
4	elektrostatische Aufladung	Aufladung der Flüssigkeit durch Ladungstrennung beim Rühren von Suspensionen	x				Einsatz aufladbarer Flüssigkeiten führt betriebsmäßig zur elektrostatischen Aufladung des Rührmediums	<i>Einschränkung der bestimmungsgemäßen Verwendung auf nicht aufladbare Flüssigkeiten (alternativ Inertisierung erforderlich)</i>		Betriebsanleitung; Warnhinweis zur Vorbeugung von Fehlgebrauch				x	1	ja
5	heiße Oberfläche	Anlaufen der Welle im Bereich Behälterwandung/ Abhängeeinrichtung			x		hinreichende Festigkeit der Bauteile, die die Auslenkung der Welle beeinflussen	keine zusätzliche Maßnahme (Sicherheitsbeiwert der Bauteilfestigkeit > 3)	EN 13463-1; EN 13463-5 Nr. 5	Berechnungsverfahren und Ergebnisse				x	1	
6	heiße Oberfläche	Wälzlagerausfall mit Auswirkungen in Zone 0 (Lager befindet sich in Zone 1 in unmittelbarer Nähe zur Behälterwand)			x		Restunsicherheit der Lagerlebensdauer bei Auslegung nach dem Stand der Technik; ein seltener Lagerausfall wird von den Lagerherstellern nicht ausgeschlossen (L10H).	z. B. kontinuierliche Temperaturüberwachung mit Antriebsabschaltfunktion	EN 13463-5 Nr. 6 EN 13463-6	Lagerauslegung; Betriebsanleitung; EG-Konformitätserklärung für die Überwachungseinrichtung				x	1	
7	heiße Oberfläche	Getriebedefekt mit Auswirkungen in Zone 0 (Getriebe befindet sich in Zone 1 in unmittelbarer Nähe zur Behälterwand)			x		Reibungswärme könnte die Grenzfläche zur Zone 0 aufheizen							x	1	
8	heiße Oberfläche	Reibungswärme am Wandabstreifer			x			Bewertung der Temperaturentwicklung; Nachweis, dass 80 % der Zündtemperatur des Mediums in keinem Fall überschritten werden kann (alternativ Temperaturüberwachung mit Antriebsabschaltung)	EN 13463-1	Messprotokoll; Prüfbericht				x	1	T4
9	heiße Oberfläche	Relativbewegung an der Dichtung bzw. Lagerung			x		Betriebsmäßige Erwärmung ist kleiner als 80 % der Temperaturklassengrenze T4							x	1	T4
10	mechanische Funken	Bruch der Rührwelle durch Anregung von unzulässigen Schwingungen im Durchtrittsbetrieb			x		Gerät ist nicht für den Durchtrittsbetrieb ausgelegt; Durchtrittsbetrieb als Fehlgebrauch kann nicht ausgeschlossen werden	Funktionsgeprüfte Füllstandüberwachung mit Antriebsabschaltfunktion zur Vermeidung des Durchtrittsbetriebes	EN 13463-6	EG-Konformitätserklärung für die Überwachungseinrichtung				x	1	
11	mechanische Funken	Anlaufen der Welle im Bereich Behälterwandung		x			Behälterklemmeinrichtung mit Startverriegelung bei nicht zentriertem Behälter	Sicherheitschaltung am Behälter	EN 13463-6	EG-Konformitätserklärung für die Sicherheitseinr.				x	1	
12	mechanische Funken	Anlaufender Wandabstreifer	x				Wandabstreifer berührt die Wand	Verwendung von geeigneten Werkstoffen, federbelastet	EN 13463-5 Nr. 4.2	Zeichnung; Stückliste				x	1	
13	mechanische Funken	Anschleifen von Rührorgan oder Welle wegen Verlust der Wellenführung bei Wälzlagerausfall (Lager in Zone 1 dient zur Wellenführung)			x		Restunsicherheit der Lebensdauer bei üblicher Gestaltung nach dem Stand der Technik, ein seltener Lagerausfall wird von den Lagerherstellern nicht ausgeschlossen (L10H).	kontinuierliche Lagerüberwachungseinrichtung	EN 13463-6	EG-Konformitätserklärung für die Überwachungseinrichtung				x	1	
14	mechanische Funken	Lösen der Welle			x		ungesicherte Fügestellen	Verbindungselemente geeignet sichern	EN 13463-5 Nr. 4.2	Beschreibung; Betriebsanleitung				x	1	
15	mechanische Funken	nicht ausreichende Beständigkeit von Bauteilen, z. B. der Welle			x		mögliche Korrosion bzw. Zersetzung	Werkstoffwahl	EN 13463-5 Nr. 4.2	Beschreibung; Zeichnung				x	1	
16	mechanische Funken	Kupplungsdefekt (Kupplung in Zone 0)			x		Konstruktion nach dem Stand der Technik, Sicherheit > 3	nur drehstarre Kupplungen in Zone 0 verwenden	EN 13463-5 Nr. 4.2					x	1	
17	mechanische Funken	Behälterschwingungen, die zum Defekt des Rührwerkes z. B. zum Rührwerkswellenbruch führen			x		Schwingungen können aufgrund des Aufstellungsortes und der Rührwerkskonstruktion nicht aufgeschlossen werden	experimentelle Bestimmung der kritischen Drehzahl; Verhindern des Betriebes bei kritischer Drehzahl durch Angabe auf dem Typenschild und in der Betriebsanleitung	EN 13463-5 Nr. 5	Beschreibung; Messprotokoll; Kennzeichnung; Betriebsanleitung				x	1	
18	elektrischer Funke	Zonenverschleppung von Ex-Atmosphäre des Behälters zu elektrischen Geräten in Zone 1, z. B. Antriebsmotor			x		Leckagen	Laterne mit ausreichenden Belüftungsöffnungen	EN 50284 Nr. 4.2.5	Zeichnung				x	1	

**Resultierende Gerätekategorie für alle vorhandenen Zündgefahren:** 1 IIB T4



**Bild 1** Zündgefahren durch elektrostatische Aufladung.



**Bild 2** Zündgefahren durch heiße Oberflächen.

mente in [3] erläutert werden. Auf die Eintragungen wird in den folgenden Abschnitten näher eingegangen. Zweck der Tabelle ist es, die Darlegung der Ergebnisse einer Zündgefahrenbewertung am Beispiel zu verdeutlichen und ausdrücklich nicht eine vollständige Abhandlung aller möglichen Zündgefahren.

### **Zündgefahren durch elektrostatische Aufladung (Tabelle, Nr. 1 bis 4)**

Elektrostatische Zündgefahren ergeben sich überall dort, wo nichtleitfähige Materialien in engem Kontakt aneinander reiben und anschließend rasch voneinander getrennt werden. Nichtleitfähige Materialien finden sich als Werkstoffe für Gehäuse

und Antriebsriemen, als Wandabstreifer sowie in Lagern und Dichtungen (**Bild 1**). Insbesondere muss auf isolierte leitfähige Teile geachtet werden, da sie zusammen mit geerdeten Teilen des Rührwerks einen Kondensator bilden, der durch Influenz, d. h. auch ohne Reibung, hohe Potenzialdifferenzen annehmen kann. Ein isolierter Leiter kann auch elektrisch leitfähiges Rührgut sein, wenn die Innenwand des Rührbehälters aus Isolierstoff besteht. Eine weitere Zündgefahr kann sich ergeben, wenn elektrostatisch aufladbare Stoffe gerührt werden.

### **Zündgefahren durch heiße Oberflächen (Tabelle, Nr. 5 bis 9)**

Gefährliche heiße Oberflächen ergeben sich dort, wo funktionsbedingte Relativbewegungen nicht vermeidbar sind, z. B. bei Dichtelementen, Getrieben, Kupplungen und Lagern (**Bild 2**). Dabei ist die Überlagerung mehrerer Wärmequellen zu beachten, z. B. die der Lagererwärmung mit der Prozesswärme. Im Rahmen der Zündgefahrenanalyse ist der Betrieb bei Maximallast und ggf. bei allen Arten von Überlast hinsichtlich des Entstehens heißer Oberflächen zu berücksichtigen.

### **Zündgefahren durch mechanische Funken (Tabelle, Nr. 10 bis 18)**

Zündwirksame mechanische Funken können bei einer schleifenden Bewegung mit hoher Relativgeschwindigkeit entstehen (**Bild 3**). Die Entstehung von mechanischen Funken wird sehr stark durch die Werkstoffpaarung beeinflusst. Als funkenarme Werkstoffe gelten Messing, Bronze, Kupfer und Edelstahl. Problematische Werkstoffe sind insbesondere die Leichtmetalle in Kombination mit rostendem Stahl. Relativgeschwindigkeiten von weniger als 1 m/s führen bis zu einer Andruckkraft von etwa 10 N bei der Materialpaarung Stahl/Stahl noch nicht zu sichtbaren mechanischen Funken [4]. Mechanische Funken können sich bei Berührungen der Rührorgane miteinander oder mit der Wand ergeben, aber auch durch Fremdkörpereintrag oder durch abgetrennte Teile des Geräts. Weitere Möglichkeiten zur schleifenden Berührung bestehen bei Vibrationen der Rührwelle durch Betrieb bei kritischer Drehzahl, durch externe Anregung oder als Folge eines Lagerschadens.

### **Berücksichtigung von vorhersehbarem Fehlgebrauch (Tabelle, Nr. 4, 10, 11)**

Die Rührwerke müssen so konzipiert und gebaut werden, dass sie innerhalb der vom

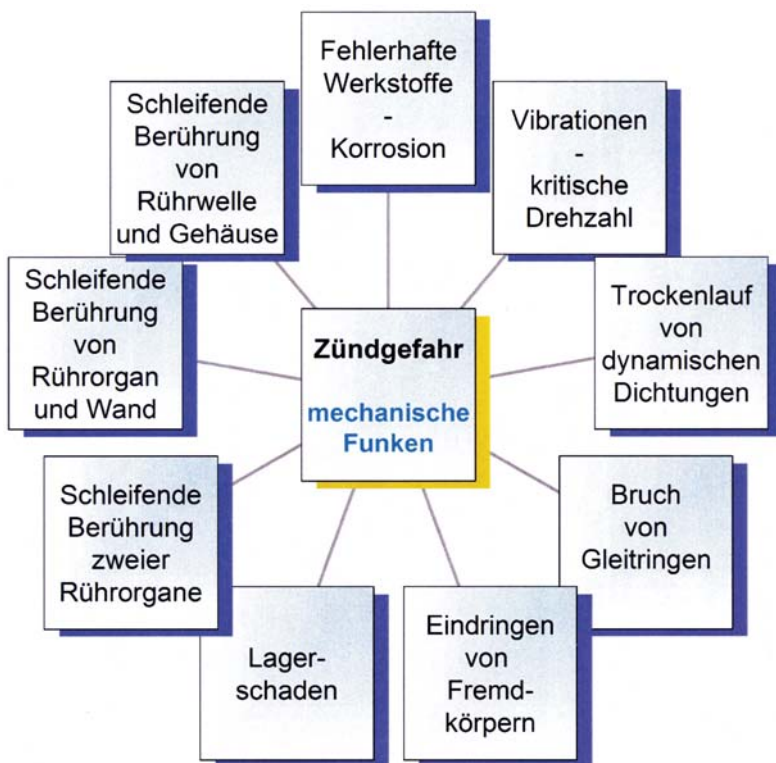


Bild 3 Zündgefahren durch mechanische Funken.

Hersteller angegebenen Grenzen der Betriebsbedingungen ihre bestimmungsgemäße Funktion sicher erfüllen. Wird einem Rührwerk beispielsweise ein nicht ortsfester Rührbehälter beigegeben, kann nicht allein durch einen Hinweis in der Betriebsanleitung eine sichere Zentrierung zwischen Behälter und Rührorgan erwartet werden. Die sichere Positionierung der relativ zueinander beweglichen Teile muss also konstruktiv berücksichtigt werden. Dies könnte beispielsweise durch eine mechanische Klemmeinrichtung mit einer zusätzlichen Sicherheitsschaltung erfolgen. In gleicher Art sind Bauformen zu vermeiden die einen Fehlgebrauch unterstützen. Beispielsweise dürfen Rührwerke nicht auf Behälter montierbar sein, die für diesen Einsatz nicht vorgesehen und nicht geeignet sind (z. B. IBC). Es muss den mechanischen Belastungen oder elektrostatischen Anforderungen Rechnung getragen werden.

## Bewertung der Zündgefahren

### Normaler, störungsfreier Betrieb (Tabelle, Nr. 1, 4, 12)

Kategorie-1-Geräte dürfen keine wirklichen Zündquellen im Normalbetrieb enthalten (Tabelle, Spalte 2a). Beispielhaft sei an dieser Stelle die Ladungstrennung beim Rühren von Suspensionen (elektrostati-

sche Aufladung der Flüssigkeit) angeführt. Diese Zündgefahr muss bereits durch den richtigen Einsatz ausgeschlossen werden, d. h. eine solche Bewertung muss zu einer Einschränkung der bestimmungsgemäßen Verwendung führen. Die Auswahl von Materialien, die ausreichende Dimensionierung und z. B. die Einhaltung von Mindestabständen zwischen bewegten und ruhenden Teilen muss berücksichtigt werden, um mechanische Funken und daraus folgende heiße Oberflächen zu vermeiden.

### Zu erwartende Störungen (Tabelle, Nr. 2, 3, 11)

Um die Anforderungen an Kategorie-1-Geräte zu erfüllen, müssen zu erwartende Störungen durch geeignete Maßnahmen abgefangen werden (Tabelle, Spalte 2b), wie z. B. der Defekt einer flüssigkeitsgeschmierten Gleitringdichtung aufgrund von Mangelschmierung. Als geeignet wird z. B. die Überwachung des Füllstands der Sperrflüssigkeit mit Antriebsabschaltfunktion angesehen. Weitere allgemeine Beispiele sind Verschleiß durch überschrittene Gebrauchsdauer des Schmiermittels oder Korrosion.

### Seltene Störungen (Tabelle, Nr. 6 bis 10, 13 bis 18)

Für Kategorie-1-Geräte sind seltene Störungen, sowie die Kombination von zwei

zu erwartenden Störungen zu berücksichtigen (Tabelle, Spalte 2c). Beispielhaft sei der Wälzlagerausfall der Wellenführung angeführt. Die Lager werden zwar in Zone 1 betrieben und dürfen daher nach Kategorie 2 bewertet werden, können jedoch im Falle einer Störung eine Zündgefahr in der Zone 0 bewirken. Aus diesem Grund ist z. B. eine kontinuierliche Lagerüberwachungseinrichtung mit Antriebsabschaltfunktion zwingend erforderlich. Weitere Beispiele sind nicht ausreichende Festigkeiten, unzulässiger Betrieb im Bereich der kritischen Drehfrequenz, Lösen von Bauteilen, Versagen von Hilfs- oder Schutzeinrichtungen oder Zonenverschleppung durch den Ausfall von Dichtungen.

### Nicht zu berücksichtigende Störungen (Tabelle, Nr. 5)

Für Kategorie 1 sind Kombinationen von zwei seltenen Störungen oder einer seltenen und einer zu erwartenden Störung nicht mehr zu betrachten, eine Zündgefahr wird dann als ausreichend unwahrscheinlich angesehen (Tabelle, Spalte 2d). Beispiele sind das Anlaufen der Welle im Bereich der Behälterwandung bzw. Abhängeeinrichtung, obwohl eine hinreichende Festigkeit der Bauteile gewählt wurde, die die Auslenkung der Welle beeinflussen, oder der Betrieb bei der kritischen Drehfrequenz, obwohl diese Frequenz aufgrund der Rührwerkskonstruktion nicht möglich ist.

## Festlegung von Maßnahmen zur Zündquellenvermeidung

### Allgemeines

Zur Erfüllung der grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen (Anhang II der Richtlinie) ist die Anwendung von Normen nicht explizit gefordert. Die Erfüllung von zutreffenden harmonisierten Normen erzeugt jedoch die Vermutungswirkung, dass diese Anforderungen erfüllt werden. Als zutreffende Norm kann DIN EN 13463-1 [1] angewendet werden. Weiterhin können einschlägige Anforderungen der DIN EN 13463-5 „Schutz durch konstruktive Sicherheit“ [5] und prEN 13463-6 „Zündquellenüberwachung“ [6] entnommen werden.

Die Rührwerke sind in Übereinstimmung mit den grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen der Richtlinie 94/9/EG nach dem Stand der Technik unter Berücksichtigung der bestimmungsgemäßen Verwendung so auszulegen, dass sie während ihrer voraussichtlichen Lebensdauer sicher betrieben werden kön-

nen (vgl. Anhang II, Nr. 1.2.1). Im Beispiel wird von den in der PTB traditionell angewendeten Bewertungsmaßstäben ausgegangen. Darüber hinaus werden aus üblicher Praxis heraus Bewertungsmaßstäbe angegeben, die die o. g. Anforderungen speziell auf das Kategorie-1-Rührwerk hin erweitern.

### **Zündgefahren durch elektrostatische Aufladung (Tabelle, Nr. 1 bis 4)**

Eine allgemeine Überprüfung auf elektrostatische Zündgefahren ist im Sinne der EN 13463-1 Abschn. 7.4 erforderlich. Gefährliche elektrostatische Aufladungen beim Rühren von aufladbaren Flüssigkeiten sind durch konstruktive Maßnahmen nicht vermeidbar. Daher muss das Rühren von solchen Flüssigkeiten aus der bestimmungsgemäßen Verwendung herausgenommen oder alternativ eine Inertisierung vorgesehen werden.

### **Zündgefahren durch heiße Oberflächen (Tabelle, Nr. 5 bis 9)**

Die Temperatur innerer Bauteilflächen (Zone 0) darf, auch unter Berücksichtigung von Betriebsstörungen, 80% der Zündtemperatur des brennbaren Stoffs nicht überschreiten. Temperaturmessungen an Dichtungen<sup>1)</sup> werden z. B. nach [1], Abschn. 13.3.3 durchgeführt; hierbei sind auch Überlagerungen von Wärmequellen zu betrachten.

### **Zündgefahren durch mechanische Funken (Tabelle, Nr. 10 bis 17)**

Den Festigkeitsberechnungen für Rührwelle, Rührwellenlagerung und Rührorgan sind Sicherheitsbeiwerte von mindestens 3 zugrunde zu legen. Die nominelle Lebensdauer von Wälzlagern muss dem Einsatz angemessen sein. Darüber hinaus müssen in der Betriebsanleitung Wartungs- und Wechselzyklen für die Lager angegeben werden, die einen sicheren Betrieb garantieren. Verbindungselemente in der Kategorie 1 müssen geeignet gesichert werden (z. B. Mikrover kapseln, Blechsicherung, Zahnscheiben usw.).

Die Eignung der Lager einschließlich der ggf. geforderten Schwingungsüberwachung mit Abschalt einrichtung muss bewertet werden. Kunststoffkäfige können dabei die Diagnose von unzulässigen Schwingungen erschweren. Eine vergleichbar wirksame konstruktive Maßnahme kann zur Sicherstellung der Mindestabstände innerhalb der Zone 0 gefunden werden. Temperaturmessung allein ist

nicht ausreichend. Darüber hinaus sind konstruktive Sicherungen gegen Herunterfallen von Bauteilen und Hineinfallen von Fremdkörpern einzusetzen. Der Abstand von rotierenden zu stehenden Bauteilen ist im dynamischen Fall zu betrachten. Der Durchtrittsbetrieb des Rührorgans durch die Flüssigkeitsoberfläche ist je nach Zündgefahrenbewertung und bestimmungsgemäßer Verwendung in Bezug auf Festigkeit einzubeziehen. Alternativ kann z. B. ein minimales Niveau sichergestellt werden. Die kritische Drehfrequenz muss abweichend von der Betriebsdrehzahl sein, ggf. kann am Frequenzumrichter der unzulässige Bereich mit einem Sicherheitsabstand ausgeblendet werden. Ein schnelles Durchfahren dieses Bereichs mit anschließendem überkritischen Betrieb kann geeignet sein.

## Literaturverzeichnis

- [1] DIN EN 13463-1: Nichtelektrische Geräte für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen – Teil 1: Grundlegende Methodik und Anforderungen. Berlin: Beuth-Verlag 2002.
- [2] Richtlinie 94/9/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. März 1994 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen. ABI. EG L 100 vom 19. April 1994, S. 1-29.
- [3] Beyer, M.: Systematische Zündgefahrenbewertung an explosionsgeschützten mechanischen Geräten. TÜ 45 (2004) Nr. 3, S. 27-31.
- [4] Bartknecht, W.: Zündwirksamkeit von mechanisch erzeugten Funken und heißen Oberflächen. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Forschungsbericht Fb 572. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW 1989
- [5] DIN EN 13463-5: Nicht-elektrische Geräte für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen – Teil 5: Schutz durch sichere Bauweise "c". Berlin: Beuth-Verlag 2004.
- [6] prEN 13463-6: Non-electrical equipment for potentially explosive atmospheres. Part 6: Control of ignition source 'b'. Berlin: Beuth-Verlag 2003.
- [7] DIN EN 50284: Spezielle Anforderungen an Konstruktion, Prüfung und Kennzeichnung elektrischer Betriebsmittel der Gerätegruppe II, Kategorie 1 G. Berlin: Beuth-Verlag 2000.

### **Überwachungseinrichtungen (Tabelle, Nr. 6, 7, 10, 11, 13)**

Die in den vorausgehenden Abschnitten angesprochenen Überwachungseinrichtungen sind auf Übereinstimmung mit den Anforderungen der Richtlinie 94/9/EG, Anhang II, Nr. 1.5 „Anforderungen an Sicherheitsvorrichtungen“ und ggf. 1.6 „Integration von sicherheitsrelevanten Systemanforderungen“ zu prüfen. Dabei ist zu beachten, dass die Zündschutzarten für elektrische Überwachungseinrichtungen (z. B. Eigensicherheit nach EN 50020) keine Prüfung der Sicherheitsfunktionen nach den o. g. Richtlinienanforderungen beinhaltet. Für nichtelektrische Geräte kann dies über die Anwendung der prEN 13463-6 [6] abgedeckt werden. Die Sicherheitsfunktionen der einzelnen Bauteile der Überwachungseinrichtung können separat bewertet werden. Das Zusammenwirken der Bauteile als Überwachungseinrichtung ist jedoch nur bei der Konformitätsbewertung des Gesamtgeräts sinnvoll.

### **Weitere Anforderungen (Tabelle, Nr. 18)**

Eine geeignete Zonentrennung ist notwendig, um Bestandteile des Gesamtgeräts, die für den Einsatz als Kategorie-2-Gerät bewertet wurden, nicht bei gestörtem Betrieb unbemerkt unter gefährlichen Bedingungen zu betreiben. Die Gerätekonstruktion muss so sein, dass eine wirksame Zonentrennung möglich ist, um Undichtigkeiten zu verhindern, durch die entzündliche Stoffe in die umgebende Atmosphäre gelangen können.

Zonentrennende Wände sollen grundsätzlich aus Metall bestehen. Die Wanddicke muss mindestens 3 mm (bei nicht rostendem Stahl mindestens 1 mm) betragen (vgl. EN 50284, Abschn. 4.2.5 [7]). Bei abweichenden Fällen muss die Eignung nachgewiesen werden. Die Zonentrennung kann auch durch ausreichende natürliche Belüftung erfolgen. Die notwendigen Abdichtungen der Rührwerksbehälter stellen allein keine ausreichende Zonentrennung dar. In diesen Fällen wird eine zusätzliche Lüftungsleuchte mit mindestens 50 % Durchlässigkeit und einer Mindesthöhe von 10 mm bzw. mindestens 1/10 des Motorflanschs eingesetzt.

Getriebe, Kupplungen (mit Ausnahme drehstarrer Kupplungen), Wälzlager und Stopfbuchsicherungen sind i. d. R. nicht in der Lage, die Anforderungen der Kategorie 1 zu erfüllen oder es ist ein derartig hoher Schutzaufwand vorzusehen, dass der Einsatz aus ökonomischen Gründen unterlassen wird.

<sup>1)</sup> Anforderungen nach DIN EN 13463-5, Abschn. 4.4.

### Abschließende Bewertung und Schlussbetrachtung

Die abschließende Bewertung ist in der Tabelle, Spalte 4 dokumentiert. Die Bewertung erfolgt zeilenweise für jede einzelne Zündgefahr, indem die Ursache (Spalte 1) zusammen mit der getroffenen Maßnahme (Spalte 3) bewertet wird. Die daraus folgende Gerätekategorie und sich ergebende Einschränkungen werden in die Spalten 4e und 4f eingetragen. Die Bewertung des gesamten Rührwerks ergibt sich nun aus der ungünstigsten Eintragung in Spalte 4e. Alle Einschränkungen in Spalte 4f müssen in die Betriebsanleitung und ggf. in die Gerätekenzeichnung übernommen werden.

Die am Beispiel eines Rührwerks der Kategorie 1/2 mit Antrieb von oben be-

schriebene Bewertungssystematik ist prinzipiell auf andere mechanische Geräte übertragbar. Für Kategorie 2 können dabei seltene Störungen unberücksichtigt bleiben. Sie sind dann folgerichtig als nicht zu berücksichtigende Zündgefahren zu behandeln. Wegen der Komplexität der zu berücksichtigenden Einsatzfälle und Betriebsbedingungen kann es sich bei den aufgeführten Bewertungen aber nur um ein unvollständiges Beispiel einer bestimmten Bauform handeln. Für einen konkreten Fall sollten auch die Nachweise, z. B. durch Angabe von Zeichnungsnummern, Positionen in Stücklisten, Abschnitte in der Betriebsanleitung etc. genauer benannt werden. TÜ 450



**Matthias Himstedt** ist Mitarbeiter der Arbeitsgruppe „Physikalische Zündvorgänge“ der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) in Braunschweig. Dr.-Ing. **Michael Beyer** leitet die Arbeitsgruppe „Physikalische Zündvorgänge“ der PTB.

## Produkte

### Fest installierter Gas-Leck-Detektor im EEx-Bereich



Bild: Innova

Gas-Leck-Detektor MM-0100.

Im industriellen Produktionsprozess werden heutzutage große Anforderungen an die Sicherheit und Zuverlässigkeit der Anlagenüberwachung gestellt. Integraler Bestandteil eines solchen Systems ist u. a. die rechtzeitige Detektion austretender gasförmiger Gefahrstoffe, auch in EEx-geschützten Bereichen.

Traditionelle Messtechnik erfordert die unmittelbare Gefahrstoffexposition des Sensors, dessen Ausgangssignal u. a. durch klimatische Veränderungen stark be-

einflusst wird: So kann aufgrund wechselnder Windrichtung die Gefahrstoffkonzentration der austretenden Gaswolke entweder bis unterhalb der Nachweisgrenze des Detektors verdünnt werden oder diesen gar nicht erst erreichen. Das heißt, die Sicherheitsstatusmeldung einer so „verdünnten“ 10 % LEL-Messung ist entsprechend vorsichtig einzuschätzen, wenn nur wenige Meter weiter die Konzentration immer noch 100 % LEL betragen kann.

Unabhängig vom Einfluss äußerer Parameter misst der Detektor MM-0100 der Fa. Innova nicht das emittierte Gas selbst, sondern die Ultraschall-Frequenz des Lecks mithilfe eines wartungsfreien Mikrofons, dessen Ausgangssignal (kundenspezifisiertes Alarm-Niveau) in das Überwachungssystem eingespeist wird. Der MM-0100 genügt ATEX EEx m ib IIC T6, Class 1, DIV 1 ABCD. Er wird sowohl als Einzelgerät, aber auch mit mehreren Einheiten als Netzwerk ausgeliefert.

Weitere Informationen bei Martin Olesen, E-mail: [mtolesen@innova.dk](mailto:mtolesen@innova.dk) TÜ 2425

### Sichere Schnappschüsse im Ex-Bereich

Fotoaufnahmen in explosionsgefährdeten Bereichen waren bislang mit einem hohem Aufwand verbunden. Die Produktion musste

gestoppt und die Gas- oder Staubbefreiheit der Umgebung sichergestellt werden. Mit der Ex-Cam 01 bringt die ecom instruments GmbH, Assamstadt, erstmals eine eigensichere Digitalkamera auf den Markt. Sie entspricht den Anforderungen der ATEX-Richtlinie.

Die Kamera hat eine Zulassung für Gas- und Staub-Ex-Bereiche (Zone 1 und 21). Ihr robustes Aluminiumgehäuse (Schutzgrad IP 64) ist spritzwassergeschützt und eignet sich für den Einsatz unter rauen Umgebungsbedingungen, beispielsweise in der chemischen und petrochemischen Industrie. Die handliche Ex-Cam 01 misst 110 x 90 x 32 mm und wiegt etwa 400 g.

Die Digitalkamera verfügt über eine Auflösung von 3,2 Mio. Pixeln. Ihr digitaler 4-fach Zoom ermöglicht sowohl Aufnahmen von Anlagendetails als auch von Übersichtsbildern. Der Datenaustausch mit dem Computer und das Laden des internen Akkus erfolgt über eine USB-Dockingstation außerhalb der Ex-Bereiche.

[www.ecom-ex.com](http://www.ecom-ex.com)

TÜ 2371



Eigensichere Digitalkamera. Bild: ecom