



Anlagensicherheit: Staubexplosionskenndaten

- **Mindestzündenergie**
- **Explosionsgrenzen, P_{max} , $(dP/dt)_{max}$, K_{St} -Wert, Staubexplosionsklasse, Sauerstoffgrenzkonzentration**

In vielen Branchen der Industrie ist die Entstehung und Beseitigung von Staub alltäglich. Schwere Unfälle, hervorgerufen durch Staubexplosionen, sind auch heute keine Seltenheit. Eine sorgfältige Risikobetrachtung unter Einbezug der Staubexplosionskenndaten der in einem Betrieb anfallender Stäube ist daher essentiell für die Prozess- und Anlagensicherheit.

Dem Sicherheitstechnischen Prüfzentrum der AQura GmbH stehen alle erforderlichen Prüfapparaturen zur Ermittlung der Kenndaten zur Verfügung: Hartmann-Rohr, Mike-3-Apparatur (s. o.), 20-Liter-Staubexplosionskugel und 1-m³-Staubexplosionsbehälter (s. o.). Die Untersuchungen werden gemäß der einschlägigen VDI-Richtlinien oder DIN-Normen durchgeführt.

Voraussetzungen für das Zustandekommen einer Staubexplosion:

- Der Staub (brennbar) muss eine geringe Partikelgröße aufweisen.
- Der Staub muss sich im aufgewirbelten Zustand befinden.
- Eine Mindest-Staubkonzentration in der Atmosphäre muss gegeben sein.
- Eine Mindest-Sauerstoffkonzentration in der Atmosphäre ist erforderlich.
- Eine wirksame Zündquelle muss vorhanden sein (die Zündenergie der Zündquelle muss zumindest die Mindestzündenergie (MZE) des Staubes erreichen).

Sicherheitstechnische Prüfungen:

Aus den vorstehenden Kenntnissen leiten sich die nachstehenden sicherheitstechnischen Prüfungen für einen Staub ab. Der Staub sollte gemäß Empfehlung der VDI-Richtlinie eine mittlere Korngröße von 63 μm haben.

- Bestimmung der Mindestzündenergie (MZE) mit verschiedenen Apparaturen entsprechend der Energiebereiche (Mike-3-Apparatur: 1 mJ – 1.000 mJ, Hartmann-Rohr: max. 5 J, 1-m³-Behälter: max. 10 kJ)
- Bestimmung der Sauerstoffgrenzkonzentration, d.h. Sauerstoffkonzentration im Gemisch mit Stickstoff oder Kohlendioxid, bei der bei beliebiger Staubkonzentration keine Zündung mehr auftritt (Apparate: 20-Liter-Kugel, 1-m³-Behälter)
- Bestimmung der unteren und oberen Explosionsgrenze des Staubes in Luft (Apparate: 20-Liter-Kugel, 1-m³-Behälter)
- Bestimmung des maximalen Explosionsdrucks P_{max} und der maximalen Druckerhöhungsgeschwindigkeit $(dP/dt)_{\text{max}}$ (Apparate: 20-Liter I-Kugel, 1-m³-Behälter)

Im Falle einer Staubexplosionsfähigkeit kommen neben Schutzmaßnahmen wie Zündquellenvermeidung oder Inertisierung, auch die explosionsdruckfeste Bauweise des gegebenen Apparates oder die Notentlastung mit einer Berstscheibe in Frage. Der sogenannte K_{St} -Wert ist eine über die maximale Druckerhöhungsgeschwindigkeit abgeleitete Konstante und erlaubt die Berechnung der maximalen Druckerhöhungsgeschwindigkeit $(dP/dt)_{\text{max}}$ für beliebige Behältervolumina. Die Staubexplosionsklasse leitet sich ebenfalls aus der maximalen Druckerhöhungsgeschwindigkeit ab.

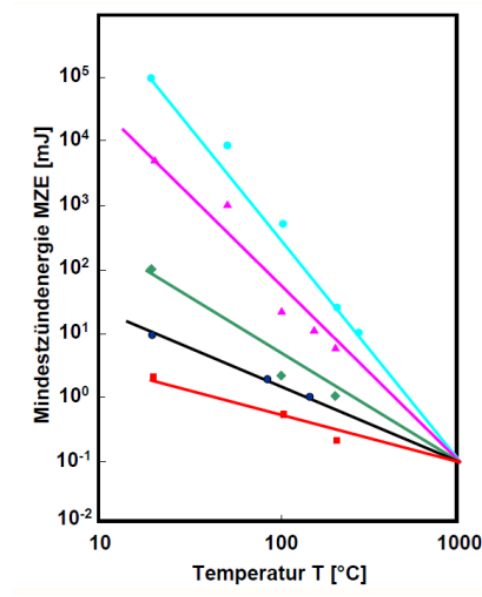


Abbildung 1a (links): Mindest-Zündenergiebestimmung in der Mike-3-Apparatur
Abbildung 1b (rechts): Temperaturabhängigkeit der Mindestzündenergie
(von verschiedenen Substanzen)

Besonderheiten:

- **Spezifische Oberfläche des Staubes, Restfeuchte (Wasser)**

Die spezifische Oberfläche der Staubprobe (charakterisiert durch die mittlere Korngröße) und die Restfeuchte haben großen Einfluss auf die MZE (Abnahme mit fallender Korngröße und fallender Restfeuchte) und auf die maximale Druckanstiegsgeschwindigkeit (Abnahme mit steigender Restfeuchte und zunehmender Korngröße). Im Hinblick auf eine sicherheitstechnisch konservative Beurteilung sollte daher möglichst ein sehr feines, gut getrocknetes Pulver zur Untersuchung eingesetzt werden.

- **Temperaturabhängigkeit der Größen MZE und $(dP/dt)_{max}$**

Die genannten Kenngrößen hängen in starkem Maße von der Temperatur ab. Die MZE fällt mit steigender Temperatur (s. Abb. 1b). Für die maximale Druckanstiegsgeschwindigkeit $(dP/dt)_{max}$ ist eine Zunahme mit steigender Temperatur zu erwarten. Unter Berücksichtigung der gegebenen Prozesstemperatur sind daher ggf. Messungen bei erhöhter Temperatur erforderlich.

- **Hybride Gemische**

Hybride Gemische sind Gemische von Luft und brennbaren Stoffen in unterschiedlichen Aggregatzuständen (Beispiel: Kohlenstaub, Methan, Luft). Durch Zusatz eines Brenngases in ausreichender Konzentration zu einem Staub, der von der Konzentration in Luft her betrachtet nicht als staubexplosionsfähig anzusehen ist (da Konzentration noch unterhalb der unteren Explosionsgrenze), kann der Explosionsbereich erreicht werden (die untere Explosionsgrenze für das hybride Gemisch wird überschritten). Bei der Beurteilung von hybriden Gemischen ist neben Kenntnis der sicherheitstechnischen Kenndaten eine genaue Kenntnis der Prozessparameter der jeweiligen Anlage erforderlich.

Explosionsschutzmaßnahmen:

In Zusammenarbeit mit dem Betrieb und den Fachabteilungen **Technische Anlagensicherheit** und **Engineering** der Evonik Industries AG erfolgt unter Einbezug der Staubexplosionskenndaten eine Risikobewertung für die betreffende Anlage und die Auswahl geeigneter Explosionsschutzmaßnahmen. Diese sind im Explosionsschutzdokument festgehalten.

Wir sichern Ihnen ein hohes Qualitätsniveau aller Untersuchungen zu. Mit der Erfahrung aus einer langen Konzerntradition werden Ihre analytischen Aufgaben von unseren Spezialisten ideenreich und zielstrebig gelöst. Gerne erstellen wir Ihnen für Ihre speziellen Fragen ein individuelles Angebot. Bitte sprechen Sie uns an!

AQura GmbH

Standort Marl
Paul-Baumann-Str. 1
45772 Marl

Standort Hanau
Rodenbacher Chaussee 4
63457 Hanau

www.aqura.de

Stand der Information: Oktober 2013