



Zustand Chemieranlage nach erfolgter Gasexplosion

Anlagensicherheit: Gasexplosionskenngrößen

- **Explosionsgrenzen, maximaler Explosionsdruck, maximale Druckanstiegsgeschwindigkeit**
- **Sauerstoffgrenzkonzentration**
- **Zündtemperatur**
- **Flammpunkt, Explosionspunkte**

Bei der Herstellung, bei der Lagerung und auch beim Transport von brennbaren Flüssigkeiten oder Brenngasen ist die Betrachtung der Zündfähigkeit einer sich ausbildenden Dampf/Gasphase aus Brennstoff und Oxidatorgas (z. B. Luft, reiner Sauerstoff oder Chlor) bei Einwirkung einer Zündquelle unter den gegebenen Prozessbedingungen von Druck und Temperatur essentiell für die Anlagensicherheit.

Zu den Maßnahmen des primären Explosionsschutzes gehört daher die Vermeidung der Ausbildung einer zündfähigen Mischung aus Brennstoff und Oxidatorgas. Zur Beurteilung ist eine Kenntnis bestimmter sicherheitstechnischer Kenngrößen, wie vorstehend aufgeführt, erforderlich.

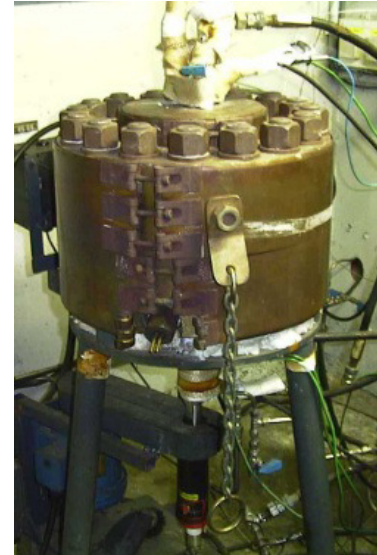


Abbildung 1: Kugelautoklav für Gasexplosionsversuche

Die **Explosionsgrenzen** eines Brennstoffes im Oxidatorgas (z. B. Luft, reiner Sauerstoff oder Chlor) beschreiben den Konzentrationsbereich, innerhalb dessen bei Einwirkung einer Fremdzündquelle eine Explosion erfolgt. Unterhalb der unteren Explosionsgrenze (UEG) und oberhalb der oberen Explosionsgrenze (OEG) findet bei Fremdzündung keine Explosion statt. Im Hinblick auf die Druck- und Temperaturabhängigkeit der Explosionsgrenzen ist die experimentelle Bestimmung grundsätzlich unter den gegebenen Prozessbedingungen erforderlich. Die Explosionsgrenzen werden gemäß DIN EN 1839 (bomb method) bestimmt.

Zur Dimensionierung einer Notentlastungseinrichtung (Berstscheibe) oder für die Auslegung einer druckstoßfesten Bauweise eines Anlagenteils für den Fall einer Gasexplosion werden die Parameter **maximale Druckanstiegsgeschwindigkeit** und **maximaler Explosionsdruck** benötigt, die gemäß der Norm DIN EN 13673 bestimmt werden können. Für Gasexplosionsversuche steht ein 10-Liter-Kugelautoklav (P_{\max} 325 bar, T_{\max} 300 °C) zur Verfügung (siehe Abb. 1).

Falls man bei den zu betrachtenden Betriebsbedingungen innerhalb des Explosionsbereiches liegt, kann man durch ausreichende Inertisierung (Zudosieren von z. B. Stickstoff, Kohlendioxid oder Wasserdampf) und Einhaltung einer maximal zulässigen Oxidatorkonzentration (bei Verwendung von Sauerstoff die sog. **Sauerstoffgrenzkonzentration**, SGK) eine Zündung der Gasmischung für beliebige Brennstoffkonzentrationen ausschließen. Dazu ist die experimentelle Bestimmung der SGK unter Prozessbedingungen (Druck, Temperatur) gemäß DIN EN 14756 erforderlich. Das Dreiecksdiagramm in Abb. 2 zeigt neben der SGK die Explosionsgrenzen des Brennstoffes in Luft und in reinem Sauerstoff.

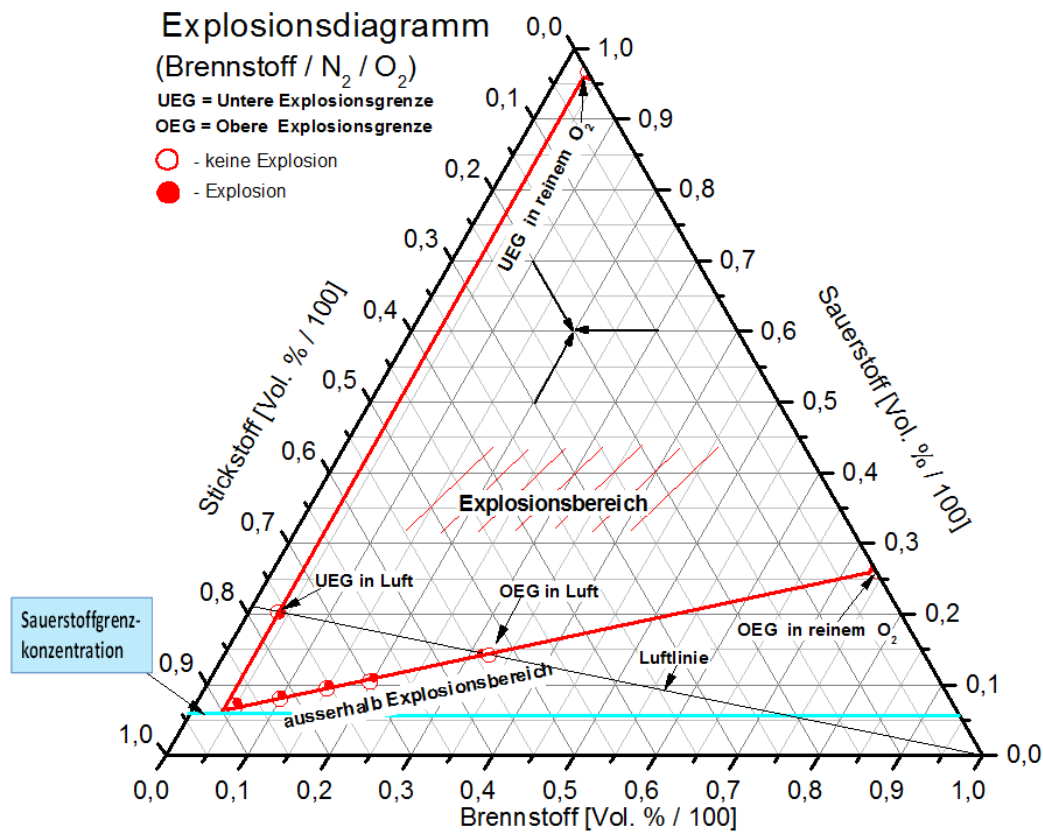


Abbildung 2: Beispiel zur Bestimmung der Sauerstoffgrenzkonzentration

Neben Fremdzündquellen wie Entladungsfunken, Schaltfunken oder Flammen kann auch die erhitzte Wand eines Apparateils als Zündquelle wirken. In der Regel wird dabei als Szenario der Austritt eines Brennstoffes aus einem Behälter (z. B. Destillationskolonne) in Luft betrachtet. Durch experimentelle Bestimmung der **Zündtemperatur** des Brennstoffes in Luft unter atmosphärischen Bedingungen kann die Temperatur (Wandtemperatur) ermittelt werden, bei der sich erstmals eine Entzündung für das zündwilligste Gemisch aus Brennstoff/Luft zeigt. Die Bestimmung erfolgt gemäß DIN EN 51794. Das Ergebnis führt zur Festlegung einer Temperaturklasse mit Festlegung einer maximal zulässigen Oberflächentemperatur für das zu betrachtende Anlagenteil.

Für geschlossene Behälter sind Druck- und Volumenabhängigkeit der Zündtemperatur zu beachten. Zu betrachtende Betriebsstörungen wären dazu beispielsweise ein Lufteinbruch bei einer Vakuumdestillation oder Freisetzen von Sauerstoff in einem Reaktor durch chemische Reaktion oder Zersetzung bei höherer Temperatur.

Das Diagramm in Abb. 3 zeigt die von der PTB in Braunschweig publizierte Abhängigkeit der Zündtemperatur vom Druck für verschiedene Brennstoffe. Das Diagramm zeigt eine sehr starke Druckabhängigkeit bereits bei moderater Druckerhöhung.

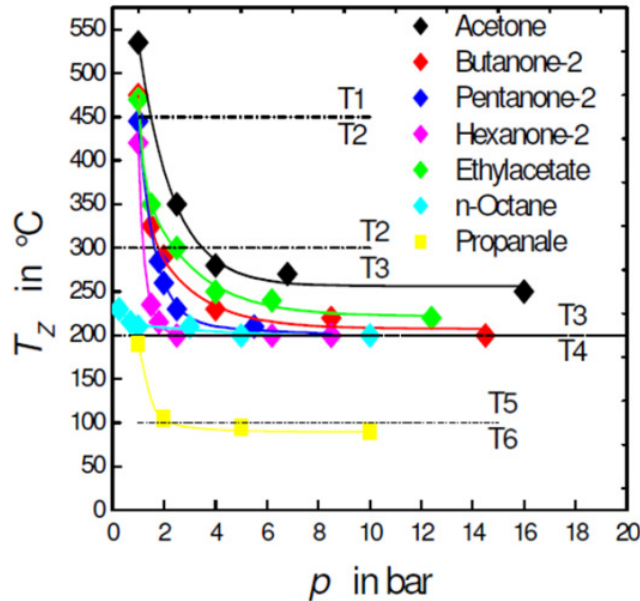


Abbildung 3: Druckabhängigkeit der Zündtemperatur von Brennstoffen in Luft
(Publikation der PTB, Braunschweig)

Der **Flammpunkt** eines Brennstoffes beschreibt die Temperatur, bei der sich in Gegenwart der Brennstoff-Flüssigphase in Luft bei Normaldruck und bei Anwendung einer Zündquelle (Gasflamme, Glühdraht) erstmals eine Explosion ereignet. Zur Bestimmung gibt es empfohlene Normmethoden für unterschiedliche Temperaturbereiche.

Unterer und oberer Explosionspunkt in Luft werden in °C angegeben und beschreiben die Explosionsgrenzen, die für den Gleichgewichtszustand zwischen der Brennstoff-Flüssigphase und der -Gasphase nach Normmethode ermittelt werden.

Alle sicherheitstechnischen Prüfverfahren sind nach ISO 17025 akkreditiert. Wir sichern Ihnen somit ein hohes Qualitätsniveau aller Untersuchungen zu. Mit der Erfahrung aus einer langen Konzerntradition werden Ihre 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: Juni 2014