

PROTEGO® Explosionstechnisches Prüflabor

zur Bestimmung sicherheitstechnischer Kenngrößen



SICHERHEITSTECHNISCHE UNTERSUCHUNGEN VON STOFFEN UND STOFFGEMISCHEN – AUCH UNTER NICHT-ATMOSPHERISCHEN BEDINGUNGEN

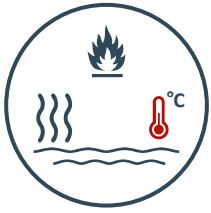
In der modernen Industrie ist die Prozesssicherheit von zentraler Bedeutung, insbesondere wenn es um den Umgang mit potenziell gefährlichen Stoffen und Stoffgemischen geht. Um die Risiken zu minimieren und maximale Sicherheit zu gewährleisten, ist es unerlässlich, die sicherheitstechnischen Kenngrößen dieser Substanzen genau zu kennen.

Die in der Literatur verfügbaren Kenngrößen beziehen sich in der Regel allerdings auf Normbedingungen, welche von den Prozessbedingungen signifikant abweichen können und aus sicherheitstechnischer Sicht kritisch zu hinterfragen sind.

Unser PROTEGO® Prüflabor bietet Ihnen hierzu die Möglichkeit, verschiedene Kenngrößen unter nicht-atmosphärischen Bedingungen zu bestimmen, sodass der Einfluss Ihrer individuellen

Prozessbedingungen (Druck, Temperatur, Oxidationsmittel, Inertgase ...) auf diese identifiziert werden kann. Die Untersuchung des Explosionsdrucks, der Explosionsgrenzen, des maximalen zeitlichen Druckanstiegs, der Sauerstoffgrenzkonzentration oder der Normspaltweite unter realistischen Betriebsbedingungen ermöglicht die Bereitstellung präziser Daten, die zur Risikominimierung beitragen und gleichzeitig die Vermeidung von Kosten durch Overengineering ermöglichen.

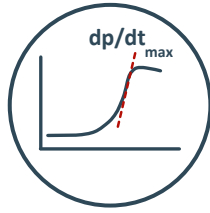
Unsere innovativen Testeinrichtungen und erfahrenen Experten gewährleisten hierbei zuverlässige und genaue Ergebnisse. Ob in der chemischen Industrie, der Pharmazie oder in anderen Bereichen, in denen mit gefährlichen Stoffen gearbeitet wird – wir unterstützen Sie dabei, die Sicherheit Ihrer Prozesse zu optimieren und gesetzliche Anforderungen zu erfüllen.



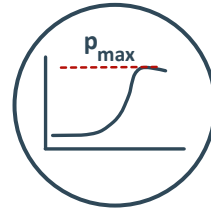
Flammpunkt



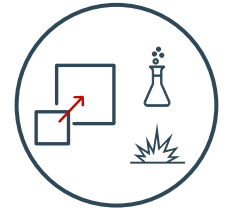
Dampfdruck



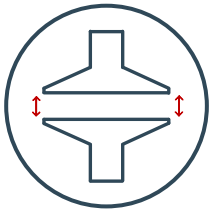
K_G-Wert



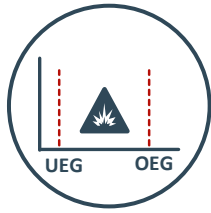
Explosionsdruck



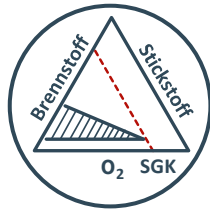
Versuchsgelände



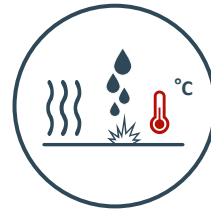
Normspaltweite
(Explosionsgruppe)



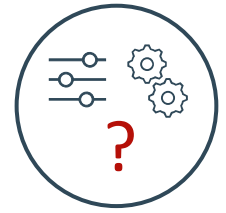
Explosions-
grenzen



Sauerstoff-
grenzkonzentration



Zünd-
temperatur

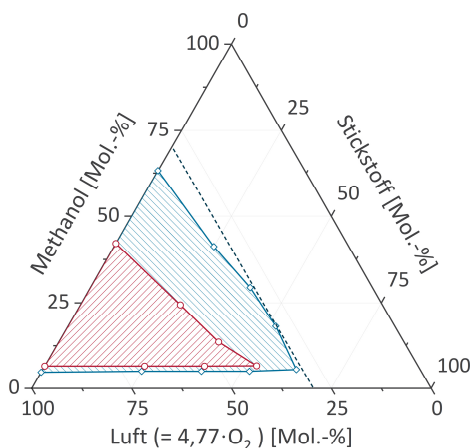


Individuelle
Tests



EXPLOSIONSDRUCKAUTOKLAV FÜR DIE BESTIMMUNG VERSCHIEDENER KENNGRÖSSEN

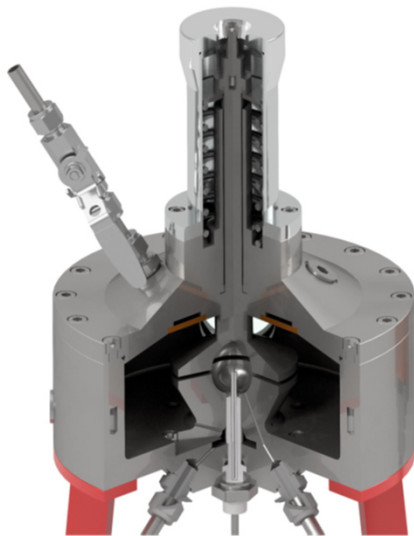
- Konstruktion und Messtechnik gewährleisten Druckfestigkeit von über 200 bar (2900 psi) bei Temperaturen von bis zu 200 °C
- Höhere Druckfestigkeit ermöglicht realitätsnahe Bestimmung von Kennzahlen im Vergleich zu Literaturdaten
- Redundantes Druckmesssystem mit sehr hoher Abtastrate ermöglicht maximale Genauigkeit
- Dient der Bestimmung von Explosionsgrenzen, -drücken, -druckanstiegen und Sauerstoffgrenzkonzentrationen



■ $p_0 = 1,0 \text{ bara} - T_0 = 50 \text{ °C}$ ■ $p_0 = 10,0 \text{ bara} - T_0 = 200 \text{ °C}$

SAUERSTOFFGRENZKONZENTRATION (SGK) UND EXPLOSIONSGRENZEN (UEG, OEG) VON METHANOL

- Temperatur- und Druckerhöhung auf 200 °C und 10 bara führt zu starker Aufweitung des Explosionsbereichs von Methanol-Luft-Gemischen
 - Die UEG erniedrigt sich von 6,5 Mol.-% auf 4,7 Mol.-% (-27,7 rel.-%)
 - Die OEG erhöht sich von 42,1 Mol.-% auf 63,2 Mol.-% (+50,1 rel.-%)
 - Die SGK erniedrigt sich von 8,4 Mol.-% auf 6,5 Mol.-% (-22,6 rel.-%)
- Literaturdaten weichen bei Prozessparametern signifikant ab!

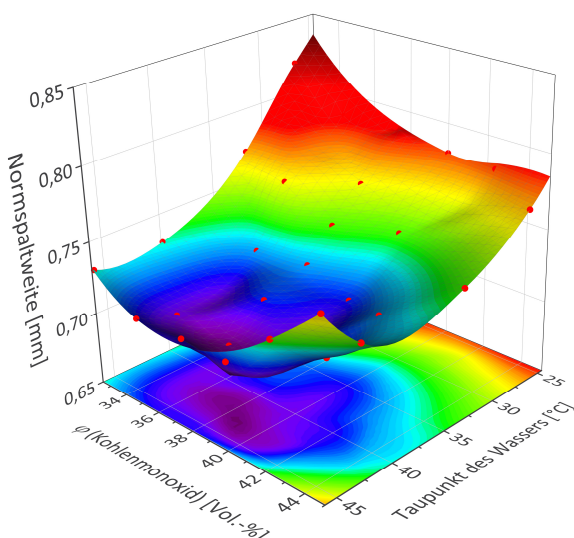
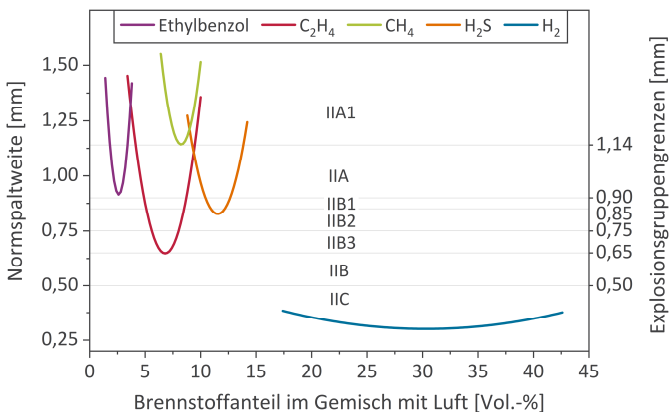


SCHNITTMODELL DES NORMSPALTWEITEN- MESSGERÄTES NACH ISO/IEC 80079-20-1

- Bestimmung der Explosionsgruppe erfolgt im Normspaltweitenmessgerät
- Zu prüfendes Gasgemisch wird im inneren Kugelvolumen gezündet
- Die Explosion breitet sich durch definierten Ringspalt aus und zündet das äußere Volumen, wenn die eingestellte Spaltweite größer ist als die Normspaltweite (NSW)
- NSW ist von einer Vielzahl von Parametern abhängig und muss experimentell bestimmt werden

NORMSPALTWEITE VERSCHIEDENER STOFFE UNTER STANDARDBEDINGUNGEN UND DAMIT VERBUNDENE EXPLOSIONSGRUPPE

- Durch Variation der Gemischzusammensetzung ergeben sich parabelförmige Funktionen
- Minimum der Kurven stellt zünddurchschlagfähigste Gemisch-Zusammensetzung dar
- Durch Evaluierung des Inertgaseinflusses auf NSW können vom Standard abweichende Explosionsgruppen bestimmt werden
- Bsp.: Notwendiger Stickstoffanteil für ein Wasserstoff-Luft-Gemisch zum Wechsel der Explosionsgruppe von IIC zu IIA



GRENZSPALTWEITE VON KOHLENSTOFFMON- OXID UND IHRE ABHÄNGIGKEIT VOM WASSER- DAMPFANTEIL DER LUFT

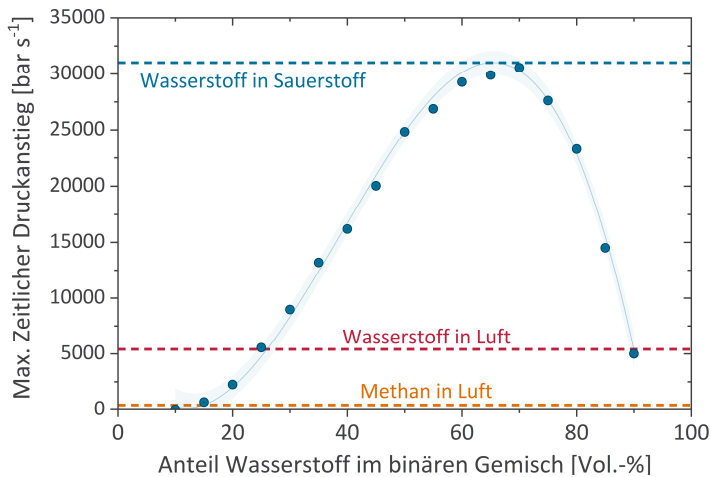
- Sicherheitstechnische Kenngrößen unterliegen nicht nur dem Einfluss von Temperatur und Druck, sondern können auch durch vermeintlich inerte Bestandteile kritisch beeinflusst werden
- Bsp.: Die Normspaltweite von Kohlenstoffmonoxid sinkt mit steigender Luftfeuchtigkeit und wird somit kritischer (s. linke Abbildung)
- Variation von Temperatur, Druck, Oxidationsmitteln oder Zusammensetzung auf Basis Ihrer individuellen Prozessbedingungen

PROTEGO® Case-Study:

Explosionstechnische Untersuchung von wasserdampfgesättigten H_2 - O_2 -Gemischen im Kontext von Wasserstoff-Elektrolyseuren

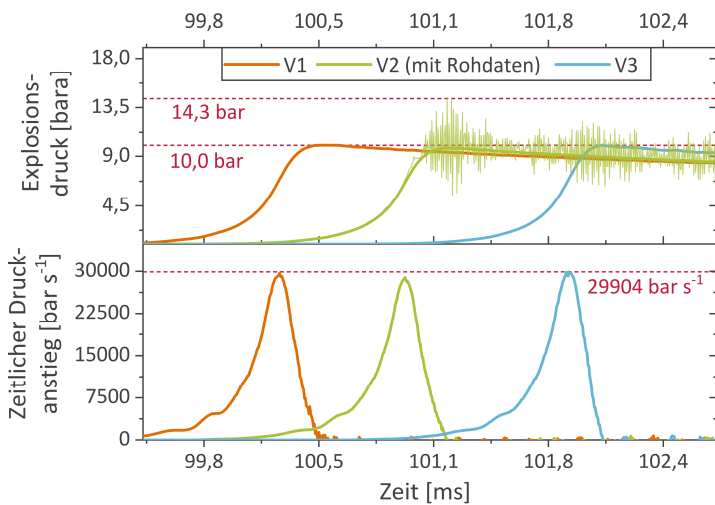


Request full paper!



MAX. ZEITLICHE EXPLOSIONSDRUCKANSTIEGE VON UNTERSCHIEDLICHEN H_2 - O_2 -GEMISCHEN

- Die Anreicherung mit Sauerstoff führt zu einem enormen Anstieg von dp/dt_{max}
- dp/dt_{max} ist etwa 6x höher als im Wasserstoff-Luft-Gemisch und 100x höher als im Methan-Luft-Gemisch
- Stoffsysteme unter nicht-atmosphärischen Bedingungen oder mit anderen Oxidationsmitteln müssen sehr sorgfältig analysiert werden
- Temperaturabhängige Befeuchtung bewirkt eine signifikante Erniedrigung von dp/dt_{max}
- Direkte Übertragung auf Prozessmaßstab muss kritisch hinterfragt werden



AUFGENOMMENE DRUCKKURVEN IN DREIFACH-BESTIMMUNG BEI STÖCHIOMETRISCHEM H_2 - O_2 -GEMISCH

- Starke Oszillationen im ungeglätteten Druckverlauf deuten auf Instabilisierung hin
- Instabilisierung könnte zum Umschlag von Deflagration zu Detonation führen
- Resultat wären vielfach höhere Explosionsdrücke als zuvor gemessen
- Validierung der Phänomene im Prozessmaßstab notwendig
- Weitere Untersuchungen folgten auf dem PROTEGO® Testgelände

Haben Sie weitere Fragen zu den vorgestellten Themen oder benötigen Unterstützung bei der Bewertung der Eigenschaften Ihrer Stoffe? Vertrauen Sie auf unsere Erfahrung und Technologie für eine sichere und gesetzeskonforme Prozessgestaltung. Mit maßgeschneiderten Tests berücksichtigen wir Ihre individuellen Betriebsbedingungen und liefern verlässliche Daten für eine effektive Risikominimierung.

PROTEGO® EXPLOSIONSTECHNISCHES PRÜFLABOR

Braunschweiger Flammenfilter GmbH
Industriestraße 11, 38110 Braunschweig, Germany

Phone: +49 (0) 5307 / 809-275

Email: testlab@protego.com

WWW.PROTEGO.COM

