

SICHERHEITSTECHNIK BEIM UMGANG MIT BRAND- UND EXPLOSIONSGEFÄHRLICHEN STOFFEN



SICHERHEITSTECHNIK BEIM UMGANG MIT BRAND-
UND EXPLOSIONSGEFÄHRLICHEN STOFFEN



Die Projektschwerpunkte des Fraunhofer ICT liegen seit nunmehr über 50 Jahren in der Entwicklung und Untersuchung von energetischen und explosiven Materialien, Anlagen und Systemen sowohl in zivilen wie auch wehrtechnischen Anwendungen. Diese Erfahrungen bilden die Grundlage für ein weitreichendes sicherheitstechnisches Know-how, das verknüpft mit vielfältiger messtechnischer Ausstattung und den infrastrukturellen Möglichkeiten zur Untersuchung von real-scale-Vorgängen den unterschiedlichsten Fragestellungen gerecht wird.

Standardisierte Sicherheitstests

Sicherheitsanalysen haben die Aufgabe Maßnahmen zu ermitteln, um im Vorfeld Unfälle bei Produktion, Lagerung, Transport und Handhabung von energetischen Materialien zu verhindern bzw. im Ereignisfall die Auswirkungen eines Unfalls auf seine Umgebung zu minimieren. Standardisierte Sicherheitstests bilden dabei die Grundlage für Charakterisierung, Prüfung, Klassifizierung und Bewertung sowohl von energetischen Materialien, wie auch ganzen Systemen.

Unter anderem werden am Fraunhofer ICT dafür folgende Standardtests durchgeführt:

- Könen-Test und Cook-Off-Tests zur Untersuchung der thermischen Empfindlichkeit unter Einschluss
- Gap-Tests zur Ermittlung der Empfindlichkeit gegenüber Detonationsstoß
- Detonationstests (2-Zoll-Stahlrohr-Tests)
- Bonfire-Tests zur Prüfung der thermischen Empfindlichkeit

In einigen Bereichen reichen die bestehenden Normen nicht aus, da sie oftmals nur die Basis für eine Grundcharakterisierung bilden. Hier bietet das Fraunhofer ICT die Möglichkeit gerade bei komplexen Systemen durch weiterführende experimentelle Untersuchungen in speziell auf die Fragestellung zugeschnittenen Experimenten das Gefährdungspotential zu ermitteln und auf Basis der Ergebnisse minimieren zu können.

FOTO LINKS:

*Könen-Test-Apparatur
nach Splitterbelastung
in Folge detonativer
Umsetzung der Probe.*



Sicherheitsanalysen von Verfahren und Bauten

Verfahrenstechnik und Handling von reaktiven Materialien erfordern die Beurteilung der möglichen auftretenden Gefährdungen. Eng mit den Gefährdungen verknüpft sind im Falle einer Reaktion die resultierenden Wirkungen auf die Umgebung. Im Rahmen von Worst Case Betrachtungen können diese Auswirkungen anhand von prozessspezifischen Testmodellen im kleineren Maßstab untersucht werden.

Das Fraunhofer ICT bietet hierfür Unterstützung in Form von:

- Analyse der Gefährdungen des verfahrenstechnischen Prozesses mit Ableitung entsprechender Gegenmaßnahmen
- Grundlagencharakterisierung der Reaktions- und Stabilitätseigenschaften von Stoffen und Stoffgemischen, wie z. B. Reaktionsenergie oder Zersetzungsverhalten, zur Abschätzung des Risikopotenzials
- Experimentelle Ermittlung der Auswirkung von möglichen Worst Case Szenarien wie Druck, Wärmefreisetzung, Reaktionsprodukte anhand von prozessspezifischen Testaufbauten

Die sicherheitstechnische Beurteilung von Gebäuden ist eng mit der sicherheitstechnischen Bewertung von verfahrenstechnischen Prozessen und Lagerung von reaktiven Materialien oder Explosivstoffen verknüpft. Das Fraunhofer ICT bietet für den Aspekt der baulichen Sicherheit Stellungnahmen zur Bemessung der Gebäudestrukturen gegen Druckeinwirkung und der erforderlichen Sicherheitsabstände an.

Brand- und Flammenforschung

Feuer fordern jährlich viele Menschenleben und verursachen erheblichen wirtschaftlichen Schaden, daher liegen Entwicklungsansätze auf dem Gebiet von neuen oder speziell adaptierten Löschmitteln. Präventionsaspekte betreffen Arbeiten zum Einsatz von flammgeschützten Materialien.

Schwerpunkte der Arbeiten am Fraunhofer ICT bilden:

- Entwicklung und Test von Brandhemmern und Flammschutzmitteln
- Sichere Branderkennung durch optische Methoden mit simultaner Überwachung von Strahlung und Temperatur
- Flammenforschung an unterschiedlichsten Brennstoffen
- Ermittlung der jeweils freigesetzten Schadstoffe
- Entwicklung von Löschmitteln und deren Charakterisierung



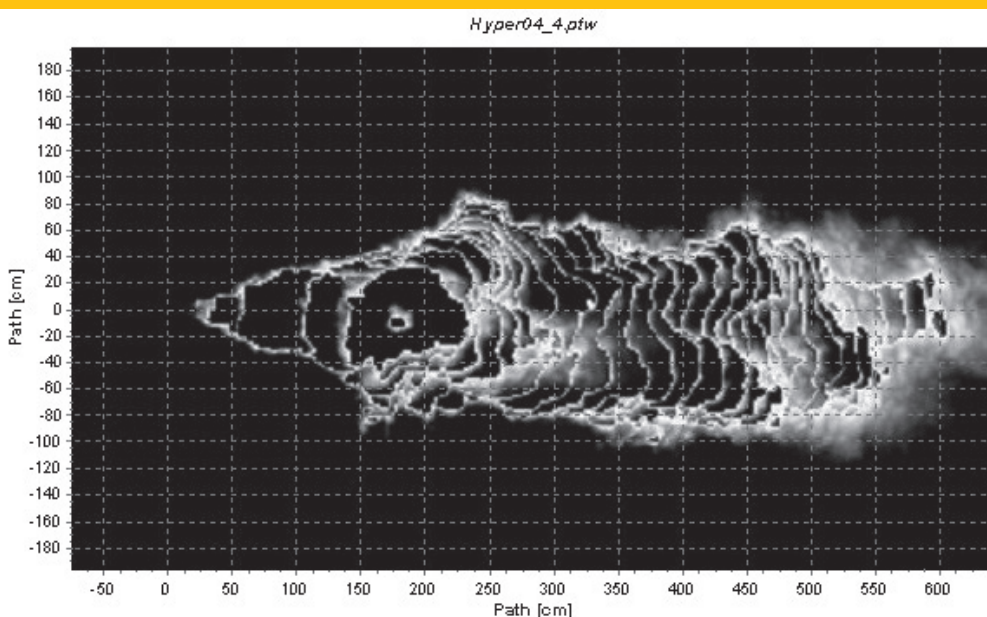
Das am Fraunhofer ICT erforschte Spektrum reicht von offenen Bränden (Pool Fire), über Feuer von speziellen Chemikalien oder Metallen bis hin zu Schwelbränden. Hierbei besteht besondere Erfahrung im Umgang mit explosionsgefährlichen Materialien. Das Erfahrungsspektrum umfasst auch Brände in reinem Sauerstoff oder anderen Atmosphären ggf. auch unter Druck.

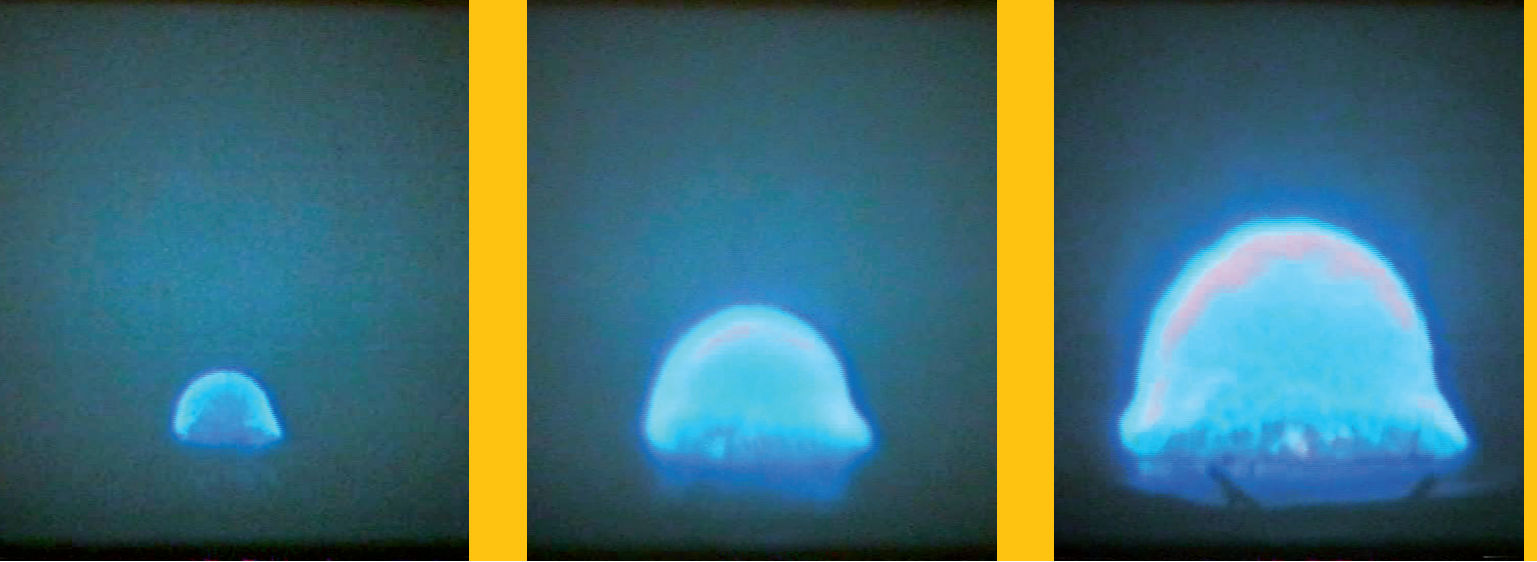
Für Untersuchungen stehen ein Brandraum und Brandstände mit kontrollierbarer Luftzufuhr bereit. Schwelbrände werden in einem geschlossenen Rohrofen mit definierter Gasatmosphäre simuliert. Zur Untersuchung der Gasfreisetzung kritischer Chemikalien steht eine definiert beheizbare optische Zelle und eine kontrolliert begasbare Poolabbrandanlage zur Verfügung. Zur Untersuchung der Flammen und Rauchgase werden neben Hochgeschwindigkeitskameras im sichtbaren und infraroten Bereich auch verschiedene schnelle Spektrometersysteme und Chromatographen eingesetzt.

BILDERREIHE:

*Tankflamme:
Dynamische Ausbildung
eines Flammenballens
und Rußentwicklung.*

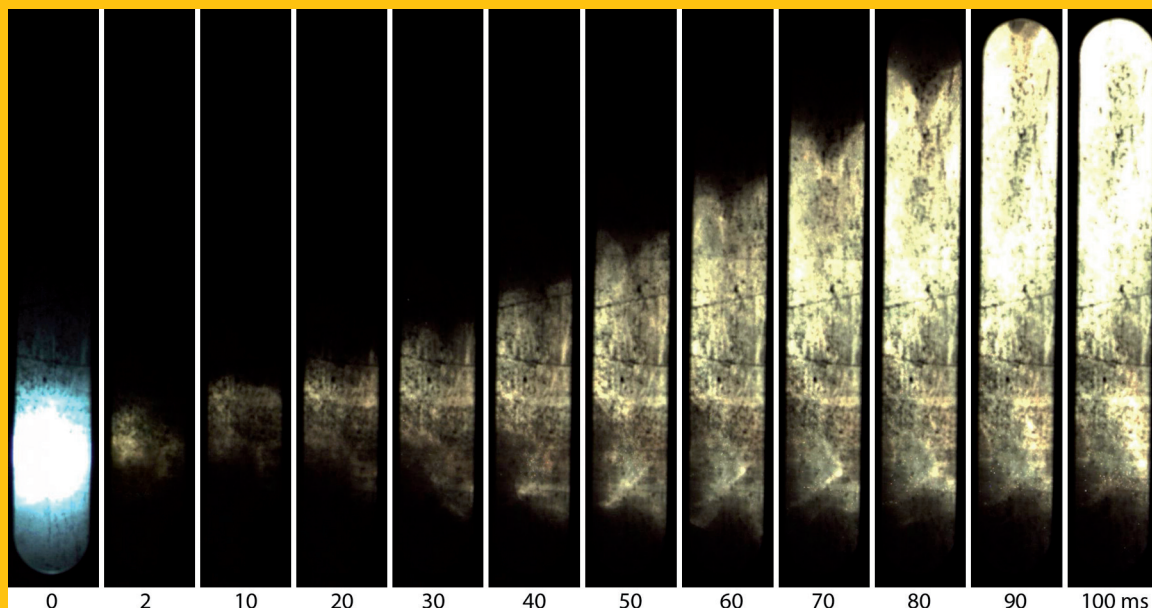
Flammenausbreitung beim Abbrand eines Wasserstoffstrahls.

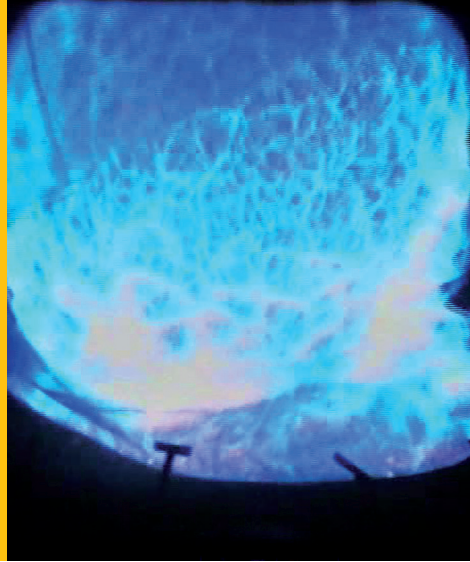




- Zur theoretischen Beurteilung der Flammenausbreitung und potentieller Schadwirkungen stehen unterschiedliche Modellierungsmethoden und Berechnungsprogramme zur Verfügung:
- Die Bestimmung des thermodynamischen Gleichgewichts zur Ermittlung der Verbrennungstemperatur und der Zusammensetzung der Reaktionsprodukte
 - Die Berechnung von Umsatzgeschwindigkeiten und chemischer Zwischenprodukte auf Basis der Reaktionskinetik
 - Die grundlegende Modellierung des Abbrands fester und flüssiger Brennstoffe sowie des Einflusses verschiedener Löschmethoden.
 - Die Simulation der spektralen Flammenabstrahlung in Abhängigkeit von deren Rauchgaszusammensetzung, Temperatur und Größe

Bildsequenz zur optischen Bestimmung der Abbrandgeschwindigkeit von Partikelwolken.





Sicherheitsuntersuchungen an explosiven Gemischen

Die sichere Handhabung brennbarer Stäube stellt einen integralen Bestandteil des Schutzes von Mitarbeitern und Anlagen dar. Die Charakterisierung des Reaktionsverhaltens brennbarer Stäube erfordert aufgrund der vielfältigen Einflussgrößen einen gefährdungsorientierten Ansatz, um die Hauptrisiken bei der Handhabung spezifisch für den Kunden zu ermitteln. Hierfür kommen die folgenden Testmethoden zum Einsatz:

- Bestimmung der Partikelgrößenverteilung sowie der spezifischen Oberfläche
- Charakterisierung der Mindestzündenergie in Abhängigkeit der Staubkonzentration
- Bestimmung der Reaktionsgeschwindigkeit und Staubwolkenausbreitung mittels Hochgeschwindigkeitskinematographie
- Ermittlung der Druckwirkung sowie der thermischen Belastung auf die Umgebung

Für Untersuchungen an nano-Stäuben steht ein spezielles Sicherheitstechnikum zur Verfügung. Weitere Untersuchungen können spezifisch auf das Problem des Kunden zugeschnitten werden.

Beim Einsatz gasförmiger Energieträger wie z. B. Wasserstoff treten in der Praxis vielfältige sicherheitstechnische Fragestellungen zu Explosions- und Brandrisiken auf. Bei Unfall- und Störfallszenarien aber auch im normalen Betrieb muss in der technischen Anwendung von gasförmigen Energieträgern stets mit Gasfreisetzungen gerechnet werden. Dabei entstehende brennbare oder explosible Gasgemische variieren in ihrem Gefährdungspotenzial in weiten Bereichen, weshalb der Erfassung und Bewertung möglicher Risiken eine zentrale Bedeutung zukommt.

Gegenstand der Untersuchungen sind:

- Freisetzungs-, Misch- und Ausbreitungsvorgänge
- Zünd- und Umsetzungsverhalten
- Erfassung möglicher Detonationseigenschaften

Speziell bei Wasserstoffszenerarien kommt ergänzend zur lokalen Gaskonzentrationsmessung die berührungslose, optische Schlieren Methode BOS (Background Oriented Schlieren) zur Anwendung, die eine Visualisierung von unsichtbaren Wasserstofffreisetzungen bei Ausbreitungs- und Mischvorgängen bis hin zu deren Zünd- und Explosionsverhalten ermöglicht. Bei Explosionen werden zudem die Strahlungsemissionen aufgezeichnet, die vor allem thermische Auswirkungen auf das Umfeld mit sich bringen. Abbildende Visualisierungen der teilweise sehr transienten Vorgänge mit digitalen Hochgeschwindigkeits- und Thermokameras sowie die Erfassung primärer physikalischer Messgrößen wie Druck und Temperatur sind Standardmethoden der Explosionsuntersuchungen.

BILDERREIHE:

*High-Speed-Aufnahmen
der Explosion einer
Wasserstoffwolke.*

SICHERHEITSTECHNIK BEIM UMGANG MIT BRAND- UND EXPLOSIONSGEFÄHRLICHEN STOFFEN

Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT

Joseph-von-Fraunhofer-Straße 7
76327 Pfinztal (Berghausen)

Institutsleitung:
Prof. Dr.-Ing. Peter Elsner

Ansprechpartner

Armin Keßler
Telefon +49 7 21 46 40-301
armin.keßler@ict.fraunhofer.de

www.ict.fraunhofer.de