

**...aber die Temperatur war doch unterhalb des Flammpunktes**

**März 2017**

Im Jahr 1986 explodierte in einer Pilotanlage ein ca. 38l fassendes Reaktionsgefäß während eines Oxidierungsversuchs mit reinem Sauerstoff bei ca. 17 barg. Man war davon ausgegangen, dass die Atmosphäre im Gefäß nicht zündfähig sei, weil der Reaktionsansatz 50°C unterhalb des Flammpunktes des Gemisches gefahren wurde und die Konzentration der entflammaren Dämpfe unter der UEG lag. Die Prozessbedingungen und der Reaktionsverlauf waren 41 Minuten lang stabil und unter Kontrolle, als plötzlich eine Explosion den Druckreaktor (52 barg Designdruck) zerfetzte und beträchtlichen Schaden an der Forschungseinrichtung verursachte (siehe Foto). Es entstanden mehrere kleine Brandherde, glücklicherweise wurde jedoch niemand bei dem Vorfall verletzt.

Photo1: Schaden an der Forschungseinrichtung



Weil der Reaktor bei einer Temperatur unterhalb des Flammpunktes des enthaltenen Gemisches betrieben wurde, war die Konzentration an brennbaren Dämpfen in der Gasphase zu niedrig für eine Zündung. Darauf bezogen hätte keine Explosionsgefahr bestehen sollen. Die Untersuchung ergab jedoch, dass der Tankrührer einen feinen Nebel aus Flüssigkeitströpfchen (Aerosol) produzierte (Bild 2). Die winzigen Tröpfchen hatten eine geschätzte Durchschnittsgröße von ca. 1 Micron (zum Vergleich: der Durchmesser eines menschliches Haares ist 40-50 mal größer, als der eines Tröpfchens). Flammbarkeitstests bewiesen, dass der feine Tröpfchennebel bei Raumtemperatur in Luft gezündet werden konnte und folglich in reiner Sauerstoffatmosphäre noch leichter entflammbar war. Das Gefäß enthielt Brennstoff und Sauerstoff, aber was war die Zündquelle? Auch wenn schwierig zu beweisen, so wird als wahrscheinlichste Zündquelle eine Verunreinigung angenommen, ein Überbleibsel aus einem vorangegangenen Versuch im gleichen Gefäß, welche sich zersetzte und dabei genug Wärme entwickelte um den Nebel zu zünden.

Nebel

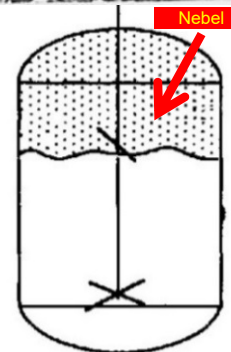


Bild 2: Was passierte? Der Rührer produzierte einen feinen Nebel aus sehr kleinen, brennbaren Flüssigkeitströpfchen

[Reference: Kohlbrand, H. T., *Plant/Operations Progress* 10 (1), pp. 52-54 (1991).]

**Wussten Sie?**

- Ein Nebel aus brennbaren Flüssigkeitströpfchen kann bei Temp. unterhalb des Flammpunktes der Flüssigkeit genauso explosiv sein wie ein Brennstoff-Luft-Gemisch. Der Explosionsmechanismus ist der Gleiche wie bei Staubexplosionen, nur dass der Brennstoff als Tröpfchen anstelle von Feststoffpartikeln vorliegt.
- Tröpfchennebel können auf vielerlei Weisen entstehen. Bei diesem Unfall entstand er durch heftiges Scheren eines Rührblattes an der Flüssigkeitsoberfläche. Nebel kann auch durch ein Leck/Loch in einer unter Druck stehenden Leitung, einem Gefäß oder anderen Anlagenteilen (z.B. Flansche, Pumpendichtung,...) entstehen
- Vergessen Sie nicht, dass ein Leck an einem Hilfsmittel- oder Versorgungssystem auch brennbare Nebel produzieren kann. Es gab bereits Vorfälle durch Zündung von Aerosolen aus Schmiermitteln, Wärmeträgerölen und Brennstoffen.

**Was können Sie tun?**

- Wenn Sie an eine Leckagestelle herangehen, seien Sie sich der möglichen Brand- und Explosionsgefahr durch Nebel von brennbaren Flüssigkeiten bewusst. Wenn sich ein Nebel gebildet hat, gehen Sie nicht davon aus, dass keine Gefahr besteht, weil die Temperatur unterhalb des Flammpunktes liegt.
- Gleiche Vorsichtsmassnahmen zur Vermeidung einer Zündung und zum Schutz der Belegschaft treffen, als wenn es sich um die Freisetzung und Bildung einer brennbaren Gasatmosphäre handeln würde.
- Falls eine Nebelbildung in/an einer Anlage beobachtet wird, sofort das Management informieren, damit entsprechende Sicherheits- & Schutzmaßnahmen veranlasst werden können.
- Unverzüglich alle Lecks von brennbaren und zündfähigen Materialien inkl. Hilfsstoffe melden.

**Beachte: Tröpfchennebel von brennbaren Flüssigkeiten können sich entzünden und explodieren!**

©AIChE 2017. All rights reserved. Reproduction for non-commercial, educational purposes is encouraged. However, reproduction for any commercial purpose without express written consent of AIChE is strictly prohibited. Contact us at [ccps\\_beacon@aiche.org](mailto:ccps_beacon@aiche.org) or 646-495-1371.