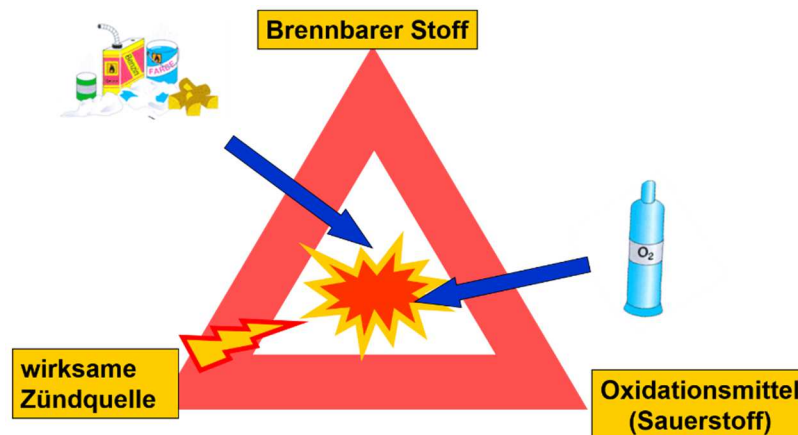


## Grundlagen zum Explosionsschutz für Einsteiger – (2)

### Voraussetzungen für eine Explosion:

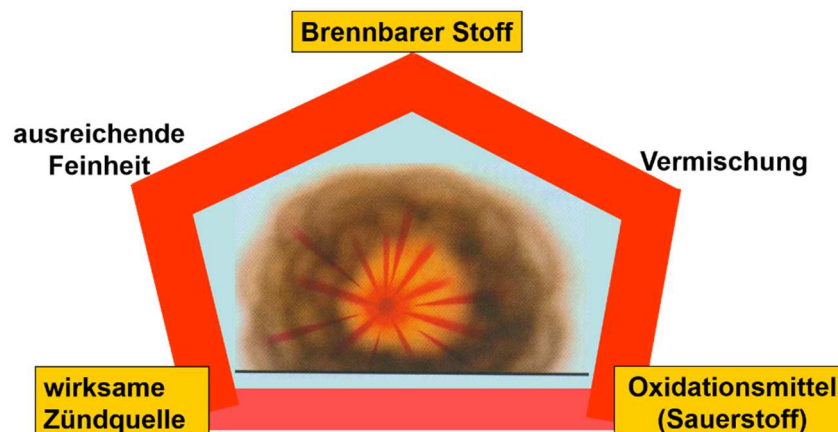
Um darzustellen, welche Voraussetzungen vorliegen müssen, damit es zu einer Explosion kommen kann, wird seit langer Zeit das „Gefahendreieck“ verwendet:



[Quelle: selbst erstellt unter Verwendung einer Abbildung aus „Vorbeugender Brandschutz“, Merkblatt T 048, BG Chemie, ersetzt durch DGUV Information 205-001, „Arbeitsicherheit durch vorbeugenden Brandschutz“]

Mit dem Dreieck soll ausgedrückt werden, dass drei elementare Voraussetzungen – ein brennbarer Stoff, ein Oxidationsmittel (in vielen Fällen der Sauerstoff der Luft) und eine wirksame Zündquelle – gleichzeitig anwesend sein müssen, damit es zu einer Explosion kommen kann. Daran anknüpfend wird üblicherweise erläutert, welche grundlegenden Möglichkeiten bestehen, um Explosionen zu verhindern.

Betrachtet man die Voraussetzungen für Staubexplosionen bei festen brennbaren Stoffe, stellt man fest, dass hierbei die Situation noch etwas komplizierter ist. Deshalb werden die Voraussetzungen gelegentlich auch mit Hilfe eines Pentagons an Stelle des Dreiecks dargestellt:



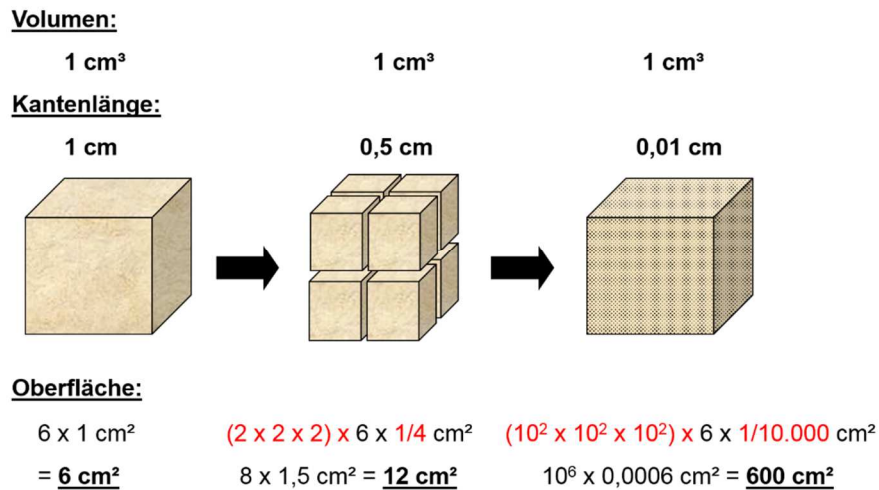
Das Fünfeck ergibt sich aus dem Dreieck, weil dessen obere Spitze in zwei zusätzliche Ecken aufgespalten wird. Damit wird zum Ausdruck gebracht, dass die reine Anwesenheit des brennbaren Feststoffs nicht ausreicht, er muss vielmehr

- in ausreichender Feinheit vorliegen und
- mit dem Oxidationsmittel (häufig Luftsauerstoff) vermischt sein,

damit es zur Explosion kommen kann.

Aus dem täglichen Leben wissen wir, dass Holzscheite bei Anwesenheit einer wirksamen Zündquelle zwar brennen, dass dabei aber keine Explosionsgefahr besteht. Anders ist die Situation bei aufgewirbeltem Holzstaub.

Für eine Explosion charakteristisch ist die schnelle Übertragung der Verbrennungsreaktion auf das unverbrannte Gemisch. Dazu muss der Brennstoff eine große Oberfläche (bezogen auf das zu verbrennende Volumen) besitzen und das Oxidationsmittel (z. B. Luft) möglichst an der gesamten Oberfläche unmittelbar zur Verfügung stehen. Dies ist bei brennbaren Gasen und Dämpfen naturgemäß gegeben, bei Feststoffen steigt das Verhältnis von Oberfläche zu Volumen in dem Maß, in dem die Teilchengröße abnimmt.



Werden Stäube aufgewirbelt (Staub-Luft-Gemisch), kann es bei ihrer Entzündung zu einer Explosion kommen, während eine Staubschicht (abgelagerter Staub) nach Entzündung „nur“ abbrennt.

### **Vorhandensein brennbarer Stäube und Staubexplosionsgefahr**

Zur ersten Beurteilung der **Explosionsgefahr eines brennbaren Staubes** kann folgende grobe Einteilung herangezogen werden:

Liegt die Korngröße des brennbaren Staubs

- oberhalb von 1 mm, besteht keine Explosionsgefahr (wenn nicht durch Abrasion/andere Zerkleinerungsprozesse ein Feinanteil entsteht)
- zwischen 500 µm und 1 mm, können je nach Staub Staubexplosionen auftreten, dies muss im Einzelfall geprüft werden,
- bei 500 µm und darunter, ist grundsätzlich Staubexplosionsgefahr anzunehmen.

Eine Explosionsgefahr besteht ebenfalls nicht, wenn Stäube nicht brennbar sind (nicht oxidiert werden können). Ein typisches Beispiel sind mineralische Materialien, wie Gesteine.

Im Gegensatz dazu sind organische Materialien, gemeint sind damit chemische Verbindungen, die auf Kohlenstoffbasis aufgebaut sind, (z. B. Kunststoffe, organische Pigmente, Lebensmittelstäube) brennbar, denn sie können oxidiert werden. Ihre Stäube sind bei entsprechender Feinheit staubexplosionsfähig.

Kommt man bei der Gefährdungsbeurteilung zum Ergebnis, dass im vorliegenden Fall brennbare Stoffe weder vorhanden sind noch entstehen können, sind als Konsequenz keine Explosionsschutzmaßnahmen erforderlich.

Damit diese folgenschwere Aussage auch valide ist, ist es allerdings äußerst wichtig, die Rahmenbedingungen der betrachteten Situation zu kennen und zu berücksichtigen.

Zwei Beispielen sollen das verdeutlichen:

- a) Oben wurde darauf hingewiesen, dass mineralische Rohstoffe und Produkte, z. B. in der Baustoffindustrie, zwar oftmals pulverförmig sind, ihre Stäube aber nicht explodieren können, wenn sie bereits vollständig oxidiert und daher nicht brennbar sind.

Die Situation kann sich verändern, sobald die Baustoffe – z. B. zur Verbesserung der Produkteigenschaften – mit organischen Anteilen chemisch modifiziert sind oder wenn Gemische von inerten (= nicht staubexplosionsfähigen) Materialien mit organischen Verbindungen vorliegen.

Wie die folgende Tabelle zeigt, kann selbst ein Staub mit 80% Inertanteil noch explosionsfähig sein (unterste Zeile). Sie ist das (Teil-)Ergebnis einer Suche nach sicherheitstechnischen Kenngrößen von talkumhaltigen Produkten in der GESTIS-STAUB-EX-Datenbank [1]:

Stoffname	Median [µm]	Explosionsfähigkeit	Inertanteil
Isosorbid-mononitrat/ Lactose, Talkum (69:31)	<10	Ja, St 3	31%
Paraffin/Magnesiumstearat/Talkum (ca. 30:20:50)	14	Ja, St 1	50%
Zucker/Talkum (40:60)	<12	Ja, St 1	60%
Puder, kosmetisch (60 % Talkum, 10 % Zinkstearat, 15 % Kaolin)	<63	Ja, St 1	60% + 15%
Puder, kosmetisch (65 % Talkum, 10 % Zinkstearat, 15 % Kaolin)	<63	Ja, St 1	65% + 15%

- b) Bei der Aktualisierung der EX-RL-Beispielsammlung haben wir festgestellt, dass die in Deutschland heute erlaubten und eingesetzten flüssigen Inhalationsnarkotika unter Umgebungsbedingungen in Luft nicht entflammbar sind und keinen Explosionsbereich haben, d. h. sie bilden mit Luft keine explosionsfähigen Dampf/Luft-Gemische. Allerdings werden sie zusammen mit Sauerstoff und/oder Lachgas (N<sub>2</sub>O) angewendet. Ein Forschungsprojekt [2] zeigte, dass mit diesen stärkeren Oxidationsmitteln als Luft<sup>1</sup> explosionsfähige Dampf/Oxidationsmittel-Gemische möglich sind. Die flüssigen Inhalationsnarkotika sind also keinesfalls als inert zu betrachten, bei ihrer Anwendung muss geprüft werden, ob Schutzmaßnahmen erforderlich sind (vgl. DGUV Regel 113-001 Anlage 4 Nummer 4.6.2) [3].

Zum Nach- und Weiterlesen:

[1] GESTIS-STAUB-EX Datenbank Brenn- und Explosionskenngrößen von Stäuben, <http://www.dguv.de/ifa/GESTIS/GESTIS-STAUB-EX/index.jsp>

[2] Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Explosionsbereiche moderner Anästhesiemittel bei nichtatmosphärischen Bedingungen“, [https://www.bgrci.de/fileadmin/BGRCI/Downloads/DL\\_Praevention/Explosionsschutzportal/Wissen/Forschungsbericht\\_Inhalationsnarkotika\\_2010.pdf](https://www.bgrci.de/fileadmin/BGRCI/Downloads/DL_Praevention/Explosionsschutzportal/Wissen/Forschungsbericht_Inhalationsnarkotika_2010.pdf)

[3] DGUV Regel 113-001 „Explosionsschutz-Regeln (EX-RL) . Sammlung technischer Regeln für das Vermeiden von Gefahren durch explosionsfähige Atmosphäre mit Beispielsammlung zur Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche in Zonen“, DGUV, letzte Auflage: April 2017 (wird laufend fortgeschrieben)

---

<sup>1</sup> Auch wenn in Luft der Sauerstoffanteil das eigentliche oxidierende Agens („Oxidationsmittel“) ist, wird für den Vergleich mit anderen Oxidationsmitteln, auch mit Sauerstoff unter nichtatmosphärischen Bedingungen, formal Luft (ca. 21 % O<sub>2</sub>, Rest Inertgas: weitestgehend N<sub>2</sub>) als „eigenständiges“ Oxidationsmittel herangezogen.