

Theoretische Feuerwehrausbildung

Als drittes Thema in der Serie Theoretische Feuerwehrausbildung möchte Blaulicht 24 diesmal das Thema „Explosionen“ unter die Lupe nehmen:

Unter Explosion versteht man Vorgänge, bei denen eine schlagartige Energiefreisetzung stattfindet, die sich in der Regel durch einen lauten Knall, Wärmeentwicklung und Druckanstieg bemerkbar macht.

Es gibt eine Reihe unterschiedlicher Ursachen, die von brennbaren Gasen und Dämpfen welche im richtigen Verhältnis mit Luft explodieren können, über explodierenden aufwirbelnden Staub von organischen Materialien oder Metallen, bis hin zum Behälterzerknall und der Fettexplosion, die jedoch auf andere physikalische Grundsätze zurückzuführen sind, reichen und die auch alle unterschiedliche Wirkungen zur Folge haben können.

Die Explosion

Unter einer Explosion versteht man eine exotherme (wärmeabgebende) Reaktion von festen, flüssigen oder gasförmigen Stoffen, die sich im richtigen Verhältnis mit Sauerstoff befinden. Je nach Heftigkeit der Reaktion unterscheidet man zwischen:

- a.) Verpuffung,
- b.) Deflagration
- c.) Detonation.



Diese Begriffe weisen folgende Merkmale auf:

aa.) Verpuffung

Die Verpuffung ist eine schnelle Verbrennung, die an der Explosionsgrenze stattfindet wobei der Druckanstieg ausreichend ist um Fensterscheiben bersten zu lassen und Türen aus dem Rahmen zu drücken. Verletzungen bei Personen belaufen sich mesit auf Prellungen, Brand- und Schnittverletzungen.

bb.) Deflagration

Eine Deflagration verläuft aufgrund eines günstigeren Mischungsverhältnisses mit Sauerstoff schneller und mit etwas größerem Druckanstieg. Die Ausbreitung findet mit Unterschallgeschwindigkeit über die entstehende Temperatur statt. Der dabei entstehende Druck reicht aus, um Gebäude ganz oder teilweise zu zerstören. Personen erleiden schwerste Verletzungen, die auch zum Tod führen können.

cc.) Detonation

Die Detonation ist die heftigste Reaktion und kommt vor allem bei Sprengstoffen vor. Die Ausbreitung erfolgt durch den Druckanstieg wobei sich die Druckwelle mit Überschallgeschwindigkeit ausbreitet und in weitem Umkreis zu schwersten Zerstörungen führt. Im direkten Einflußbereich haben Personen kaum eine Überlebenschance.

Explosionen brennbarer Gase und Dämpfe

Zu einer Explosion von brennbaren Gasen und Dämpfen kommt es, wenn sich die Konzentration der Gase oder Dämpfe innerhalb des Explosionsbereiches befindet und diese Mischung auf irgendeine Art und Weise entzündet.

a.) Explosion brennbarer Gase

Es gibt brennbare Gase, die leichter (Methan) oder schwerer (Flüssiggas wie Propan oder Butan) sind als Luft. Brennbares Gas explodiert meist, weil Gas infolge defekter oder unsachgemäß ausgeführter Anschlüsse oder Leitungen ausströmt. Wenn bei Bränden Gasuhren in Gebäuden beschädigt werden ist ebenfalls eine Gasausströmung möglich. Daher haben vorgehenden Trupps immer auf eine eventuelle Gasausströmung zu achten und diese unverzüglich zu melden, sowie den gefährdeten Bereich zu verlassen.



Durch eine Erdgasexplosion zerstörtes Haus

b.) Explosion brennbarer Dämpfe

Da Dämpfe brennbarer Flüssigkeiten prinzipiell schwerer sind als Luft sammeln sie sich in Kellern und Kanalsystemen und bilden dort sogenannte Seen. Tanks in denen sich nur noch geringe Mengen brennbarer Flüssigkeiten befinden oder noch nicht gereinigte, leere Tanks sind besonders explosionsgefährdet. Die Explosionsgefahr ist abhängig vom Flammpunkt der Flüssigkeit und der Umgebungstemperatur.

Benzin hat einen Flammpunkt von ca. -50°C , ist also generell explosionsgefährlich.

Diesel hat hingegen einen Flammpunkt von ca. 800°C ; die Explosionsgefahr ist daher weitaus geringer als bei Benzin.

Pauschal läßt sich sagen: „Je höher die Umgebungstemperatur, desto mehr Flüssigkeit verdampft.“ Die Wirkung einer Explosion brennbarer Dämpfe ist vergleichbar mit der Wirkung brennbarer Gase.

Staubexplosion

Wenn Stäube organischer Stoffe in der richtigen Konzentration in der Umluft vorkommen und entzündet werden, kommt es zu einer sehr schnellen Durchzündung. Die Verbrennungsgeschwindigkeit befindet sich im Bereich der Explosion und der Druckanstieg ist ausreichend um Gebäude zu zerstören. Je nach Stoff sind Konzentrationen von 20 bis 50 g Staub pro Kubikmeter Umluft ausreichend, um ein zündfähiges Staub-Luft-Gemisch zu bilden. Bei Einsätzen wo mit dem Auftreten von großen Staubmengen zu rechnen ist (Mühlen, Holzverarbeitende Betriebe) ist der Einsatz von Vollstrahl zu vermeiden, da sonst die Gefahr besteht Staub aufzuwirbeln.

Explosionen von Flüssigkeiten

Im Ablauf und der Wirkung sind diese Explosionen vergleichbar mit Staubexplosionen. Sie kommen vor, wenn brennbare Flüssigkeiten in Form feinsten Tröpfchen in der Luft verteilt sind (z.B. Lackieranlagen).

Fettexplosion

Fettexplosionen passieren immer dann, wenn Wasser in eine auf über 100°C erwärmte Flüssigkeit gegossen oder gespritzt wird. Der Begriff Fettexplosion rührt daher, weil es sich meistens um Fette oder Öle handelt. Da Fette und Öle leichter sind als Wasser dringt das Wasser in tiefere Schichten ein und wird dabei auf die Temperatur der umgebenden Flüssigkeit, also auf über 100°C erhitzt. Dadurch verdampft das Wasser schlagartig, wobei aus 1 Liter Wasser ca. 1700 Liter Wasserdampf entstehen. Diese gewaltige Volumenvergrößerung führt dazu, daß die heiße Flüssigkeit aus dem Behälter herausgeschleudert wird und es meist zu einer feinen, tröpfchen-

förmigen Verteilung kommt. Wird das Wasser in bereits brennende Fette oder Öle gespritzt, kommt es zu einem schlagartigen Abbrennen der herausgeschleuderten Flüssigkeitströpfchen.

Behälterzerknall

Unter einem Behälter- oder Druckgefäßzerknall versteht man das plötzliche Zerreißen eines unter Überdruck stehenden Behälters, Rohres oder Anlagenteils. Zu diesem Zerreißen kommt es durch die Ausdehnung des Gases im Behälter durch eine nicht vorgesehene Erwärmung, z. B. Brandeinwirkung. Durch die Wärmeeinwirkung verliert der Behälter zusätzlich an Festigkeit. Kommt es zu einem Behälterzerknall, können Teile des Behälters mehrere hundert Meter weit geschleudert werden. Handelt es sich um brennbare Gase, schließt sich in den allermeisten Fällen eine Explosion an. Die Bandbreite der Gegenstände von denen diese Gefahren ausgehen können ist sehr vielfältig und reicht von Spraydosen, Kanistern und Druckgasbehältern bis zu Fahrzeugtanks. Druckgasbehälter müssen aus der Deckung heraus gekühlt werden, bis sie nur noch handwarm sind.

Sonstiges

Knallgasreaktion bei Metallbränden

Da bei Metallbränden Temperaturen bis zu 3000°C entstehen können, kommt es beim Verwenden von Wasser als Löschmittel zu einer heftigen Reaktion. Bereits bei Temperaturen über 1500°C wird Wasser in seine Bestandteile Wasserstoff und Sauerstoff gespalten. Das hier entstehende Gemisch von zwei Teilen Wasserstoff und einem Teil Sauerstoff wird als Knallgas bezeichnet. Durch die Wärme des brennenden Metalls wird das Knallgas sofort entzündet, und es kommt zu einer stark exothermen Reaktion. Daher darf bei Metallbränden niemals Wasser oder Schaum als Löschmittel eingesetzt werden.

Kaminbrände

Aufgrund von Temperaturen von mehreren hundert Grad Celsius bei einem Kaminbrand entstehen bei Verwendung von Wasser als Löschmittel aus 1 Liter Wasser ca. 1700 Liter Wasserdampf, der aufgrund der Enge eines Kamins nicht schnell genug entweichen kann. Aus diesem Grund kommt es zu einem Druckanstieg, der groß genug sein kann um den Kamin zu zerreißen.

Stichflammen



Stichflammen können bei einer schlagartigen Durchzündung sowie bei Leckstellen von unter Druck stehenden Leitungen mit brennbaren Gasen und Flüssigkeiten entstehen. Stichflammen können auch auftreten, wenn Stoffe mit einer sehr hohen Abbrandgeschwindigkeit, z.B. Celluloid, in Brand geraten.