

MRMCD – Ganz großes Kino

Was ihr schon immer (nicht) über Sprengstoff wissen wolltet – Eine Skriptidee

Lea

7.-9. September 2018

1 Was ihr schon immer (nicht) über Sprengstoff wissen woltet

Einen schönen Abend, ihr vermutlich lieben und sprengstoffinteressierten Menschen, die ihr euch hier versammelt habt! Ich bin Lea, meines Zeichens Chemie-Studentin und Mitglied der Binary Kitchen in Regensburg. Nachdem das Leben selbst interessante und spannende Geschichten schreibt, eilt nun die Filmproduktion hinterher. Und was kann vor Spannung mehr explodieren als Sprengstoff? Daher freue ich mich, euch zu einem informativem und unterhaltendem Talk begrüßen zu können.

2 Es war einmal vor gar nicht so langer Zeit...

Die Zündung unserer Geschichte nahm vor kurzem ihren Lauf. Genauer gesagt am 20. Juni und zwar mit...

3 Hausdurchsuchung

... einer Hausdurchsuchung! Vorausgegangen war bereits die Durchsuchung von Vorständen der Zwieblefreunde. Natürlich mit Beschlagnahme diverser Infrastruktur und von solchem komischen Cyber-Zeug. Weiter ging es im Augsburger OpenLab. Es wird allerdings noch spannender. Oder auch explosiver.

4 Herbeiführen einer Sprengstoffexplosion

Ja, der anwesenden Polizei kam der Verdacht, dass diese bösen Hacker nicht nur den Cyberkrieg befeuern. Die können bestimmt auch eine Sprengstoffexplosion herbeiführen. Immerhin haben die auch 3D-Drucker. Und böse Chemikalien. Und Darknet.

5 Modell einer Atombombe

Die sprengende Wirkung für das Herbeiführen einer Sprengstoffexplosion lieferte dieses kleine Kerlchen hier. Gedruckt aus dem 3D-Drucker, nahezu bereit dazu, die Menschheit zu vernichten. Zumindest fast. Deutlich gefährlicher wäre, wie jeder weiß, ein Todesstern aus dem 3D-Drucker. Zumindest für das 3D-gedruckte Alderaan.

Aber lasst uns, bevor wir die tödliche Wirkung dieser Bombe beurteilen, doch erstmal zu den Grundlagen kommen. Lasst uns lange vor einer Eskalation verstehen, was ein Sprengstoff überhaupt ist.

6 Lehrbuch-Definition

Fangen wir also mal mit der Lehrbuch-Definition an. Wir sehen, wenn jemand einfach nur mehr über Sprengstoffe erfahren möchte, darf er sich erst einmal durch einen Wust an Fachbegriffen und Definitionen kämpfen, um es danach immer noch nicht so ganz zu verstehen. Versuchen wir es also mal.

Eine chemische Verbindung ist nichts anderes als Alkohol. Der allseits bekannte Tschunk ist eine Mischung chemischer Verbindungen. Ist Tschunk nun also ein Sprengstoff? Nein, normalerweise nicht. Tschunk sprengt nur ab und an Lücken in das Gedächtnis mancher Personen, wenn man's übertreibt. Das sind allerdings andere Effekte.

Unsere bestimmten Bedingungen sind in diesem Fall eigentlich nichts anderes, als die Bedingungen, die so auf der Erde herrschen. Grob einen Druck von 1 atm, eine Temperatur um 290, 300 Kelvin, passt für unsere Reaktion.

Eine schnelle Reaktion ist hier ein recht intuitiver Ausdruck. Wir stehen nicht wie so mancher Chemiker im Labor drei Stunden vor einem Kolben und beobachten, wie langsam aber sicher irgendwas passiert. Chemische Verbindungen werden schnell in andere Verbindungen umgewandelt.

Weil eine solche Reaktion natürlich schnell abläuft, entstehen in einem kurzen Zeitraum große Energiemengen. Diese Energie ist letztlich das, was zur Wirkung des Sprengstoff beiträgt. Große Energie, große Wirkung, große Sprengung.

Eine Druckwelle entsteht dabei, weil das Prinzip von Sprengstoff auf einer drastischen Volumenvergrößerung beruht. Ein Feststoff oder eine Flüssigkeit werden zu Gas umgesetzt. Gas nimmt einen deutlich größeren Raum ein als die beiden anderen Phasen. Zusammen mit einer schnellen Umsetzung und großer Energie entsteht dabei sehr gerne Hitze.

Was genau bedeutet das jetzt in verständlich?

7 Verständlichere Definition

Es handelt sich um beispielsweise ein Pulver, einen Feststoff oder eine Flüssigkeit, die explodieren kann, hier beispielhaft als ein Pulver dargestellt.

Das eigentliche Prinzip hinter diesem Sprengstoff ist, dass ein Feststoff oder eine Flüssigkeit zu einem Gas wird. Schon beim Wasserkochen fällt auf, dass sehr wenig verdampftes Wasser in einem deutlich größeren Volumen aufsteigt. Diese Wirkung nutzt Sprengstoff aus. Wenn dieser Vorgang nun auch noch schnell passiert, reißt es förmlich alles, was ihm im Weg dabei steht, auseinander.

Um die Reaktion zu beginnen, benötigt es irgendeinen Auslöser. Unkontrollierte Sprengungen können zwar vorkommen, aber auch dafür braucht es einen Auslöser. Ein Draufhauen, ein Funke, ein bisschen Strom, alles, was einen Impuls übertragen kann und somit die Reaktion beginnen kann, kann funktionieren.

Der ganze Spaß passiert in sehr wenig Zeit. Wenig Zeit, viel Energie, großer Knall.

Ich hoffe, das klingt mittlerweile verständlicher und wir wissen nun alle grob, was Sprengstoff ist. Yay. Aber wie funktioniert das jetzt eigentlich?

8 Wie funktioniert Sprengstoff?

Bestimmte Verbindungen eignen sich gut als Sprengstoff, andere eher weniger gut. Mit Wasser zu sprengen ist schwieriger als mit TNT zu sprengen. Beim Anzünden oder Draufschlagen explodiert Wasser für gewöhnlich nicht. Wasser ist eine deutlich stabilere Verbindung als TNT.

Beim Sprengen wird eine große Menge an Energie frei. Diese stammt aus chemischen Bindungen. Wenn zwei oder mehr Elemente sich lieb haben und noch viel wichtiger, Elektronen teilen können, die es für sie günstig machen, dann gehen sie Bindungen ein. In solchen Bindungen kann viel Energie stecken. Für eine entsprechende Sprengwirkung muss eine solche Energie irgendwoher kommen. In dem Fall eben aus den chemischen Bindungen.

Kommen wir zur Stabilität der Verbindungen. Wenn eine Verbindung stabil ist, dann reagiert sie kaum. Sie ist in sich geschlossen glücklich und will nichts daran ändern. Dementsprechend sind stabile Verbindungen schlecht zum Sprengen. Wir brauchen etwas Instabiles, etwas, mit wenig Energie zum Aktivieren der Reaktion zu explodieren beginnt.

Was Reaktionen zudem antreibt, sind starke Unterschiede in der Anzahl der Elektronen, die ein Element in einer Verbindung hat. Elektronen sind diese kleinen Teilchen, die überhaupt für eine Bindung verantwortlich sind. Wenn ein Element nun genügend Elektronen zum Geben hat und ein anderes Element möchte diese Elektronen fressen, kann das zu einer Explosion führen. Das sind dann starke Oxidationsmittel in Verbindung mit reduzierbaren Stoffen, wie Chemiker sagen. Hat vielleicht schon mal der ein oder andere von euch gehört, müsst ihr aber nicht. Es geht eigentlich nur darum, dass manche Elemente gerne Elektronen aufnehmen wollen und andere sie eher abgeben wollen. Dabei ist das kein absolutes Kriterium für Sprengstoffe. Solche Reaktionen können ungefährlich

ablaufen, entflammen oder eben explodieren.

Wie ich außerdem schon eben erwähnte, aufgrund des geringen Volumens, das Feststoffe oder Flüssigkeiten im Vergleich einnehmen, sind Sprengstoffe eben meistens fest oder flüssig.

Nachdem wir also diese explosiven Verbindungen haben, benötigt es einen Auslöseimpuls. Das kann Feuer oder ein Funke sein, ein Schlag, ein elektrischer Impuls... Hauptsache Impuls.

Nach der Reaktion haben wir als Ergebnis stabile Verbindungen. Schließlich explodiert es ja nicht weiter.

Wenig bis keine Ladungen bedeutet nichts anderes, als dass eine elektronische Ausgeglichenheit herrscht. Kein Element hat in der Regel viel mehr oder viel weniger Elektronen als in seiner ursprünglichen Konfiguration. Niemand kann oder will mehr Elektronen fressen oder spenden. Wir sind also mehr oder weniger ausgeglichen.

Nach der Reaktion haben wir meistens Gase vorliegen, weil diese ein deutlich größeres Volumen haben. In der Regel ist das so etwas wie N_2 oder CO_2 , also stabil und vergleichsweise ungefährlich.

Eine Sprengung hat zur Folge, dass relativ viel Materie auseinander gerissen wird. Dafür benötigt es die freiwerdende Energie. Genau das ist die Energie, die bei einer Sprengung frei wird und Materie aus ihrer ursprünglichen Form bringt. Es ist ein ähnlicher Effekt wie ein aufgehender Kuchen im Ofen. Allerdings ist es deutlich energiereicher, denn ein Kuchen explodiert meistens nicht im Ofen. Zudem benötigt eine Sprengung keinen Ofen, um Energie in Wärmeenergie umzuwandeln. Es wird also schon von sich aus bei einer Sprengung gerne warm, ganz ohne Ofen, ganz ohne Kuchen.

9 Nicht alles, was explodiert, ist ein Sprengstoff

Wir haben allerdings ein kleineres Problem. Es ist nichts Dramatisches, eher etwas, was Definitionen angeht. Tatsächlich sind Sprengstoffe „nur“ eine Unterkategorie von Explosivstoffen. Explosivstoffe hingegen sind eigentlich jene Stoffe, die explodieren können. Sprengstoffe hingegen sind damit eine Beschreibung ihrer Funktion, der Sprengung.

Allerdings ist diese Einteilung vergleichsweise willkürlich und es existieren so einige Überschneidungen. Deshalb möchte ich kurz über diese verschiedenen Kategorien sprechen.

10 Explosivstoffe

Zunächst einmal haben wir Initialsprengstoffe. Diese funktionieren prinzipiell wie Sprengstoffe. Allerdings muss man sie nur schief anschauen und sie explodieren schon, sie sind also sehr empfindlich. Genutzt werden sie für Sprengkaspeln, also, um die eigentliche Sprengung kontrolliert auszulösen.

Pyrotechnik sieht cool aus. Dafür benötigt es aber etwas, was explodiert. Das beste Beispiel für die wunderbaren Effekt hier ist ein Feuerwerk. Akustische, thermische, mechanische und optische Effekte sind der größere Sinn dahinter.

Ein Treibmittel ist vereinfacht gesagt so etwas wie ein Treibstoff. Die Energie einer Ex-

plosion wird also genutzt, um Objekte zu bewegen.

Zündmittel haben einen recht einfachen Nutzen, sie sollen etwas, zum Beispiel die eigentliche Explosion, zünden. Darunter fallen im Übrigen nicht nur explosionsfähige Stoffe. Ein Zündmittel kann auch ein Streichholz oder ein Feuerzeug sein.

All diese Kategorien sind allerdings je nach Nutzen des Stoffes aufgeteilt. Es gibt Stoffe, die durchaus Überschneidungen in ihren Kategorien haben. Die meisten haben tatsächlich auch gemeinsam, dass sie als Initialsprengstoffe oder Sprengstoffe genutzt werden können.

11 Wie krass ist ein Sprengstoff?

Sprengstoffe können natürlich auch anders bewertet werden. Und zwar nach der Frage, wie sie sich so verhalten. Wie sehr muss ein Sprengstoff gereizt werden, bis er reagiert und wie stark ist diese Reaktion überhaupt? Wie kann gemessen werden, wie krass ein Sprengstoff ist? Um das zu bestimmen, werden verschiedenste Messverfahren angewendet. Wirklich einheitliche Verfahren existieren dabei nicht.

Der Fallhammerversuch, der Reibtest und der Stahlhülstest sind jene Versuche, um einen Stoff als explosionsgefährlich einzuordnen. In allen Fällen existiert eine Grenze, die überschritten werden muss. Beim Fallhammertest ergibt sich zum Beispiel eine bestimmte Schlagenergie. Hier wird aus einer bestimmten Höhe eine bestimmte Masse auf den zu testenden Stoff fallen gelassen. Beim Reibtest ist eine bestimmte Reibkraft vorgegeben. Hier wird der Stoff bis zur Explosion zwischen zwei Porzellankörpern zerrieben. Beim Stahlhülstest wird der Stoff in eine Stahlhülse gegeben. Diese hat eine sogenannte Entlastungsöffnung mit einem definierten Durchmesser. Es folgt eine Heizung auf etwa 700 bis 800 °C. Dabei sollte eine Explosion stattfinden, die die Hülse idealerweise zerstört, trotz Entlastungsöffnung.

Nach einem ähnlichen Prinzip funktioniert die Bleiblockausbauchung. Hierbei wird der Stoff in einen Bleiblock gegeben und zur Reaktion gebracht. Das Volumen der Ausbauchung wird daraufhin bestimmt.

Die Explosionstemperatur ist an sich recht selbsterklärend. Dabei wird die Temperatur der Explosion bestimmt. Schließlich bedeutet eine höhere Temperatur auch mehr Wärmeenergie und damit insgesamt mehr Energie.

Die Sauerstoffbilanz gibt an, wie ausgeglichen eine Explosionsreaktion ist. Wenn das Verhältnis von Sauerstoff vor und nach der Reaktion ausgeglichen ist, ist die Reaktion stärker. Zudem herrscht dann eine höhere Explosionstemperatur.

Das Schwadenvolumen gibt an, wie viel Volumen an Gas entsteht, wenn ein Kilogramm Sprengstoff zur Reaktion gebracht wird. Ich habe ja recht oft erwähnt, dass das entstehende Volumen mit der Grund ist, warum Sprengstoff so funktioniert wie er funktioniert. Als Beispiel, bei einer Sprengung von einem Kilogramm TNT werden 975 Liter Gas frei. Es existieren noch darüber hinaus ein paar weitere Parameter für Sprengstoffe. So kann auch die spezifische Energie genutzt werden. Dies ist die freiwerdende Energie bei der Reaktion von einem Kilogramm Sprengstoff. Auch genutzt ist die Detonationsgeschwindigkeit. Dabei handelt es sich um die Geschwindigkeit, mit der die Reaktion im Inneren

des Sprengstoffs voranschreitet. Eine hohe Detonationsgeschwindigkeit sorgt für großen Druck und Energie in kurzer Zeit. Damit einher geht eine heftige Reaktion.

12 Was gibt's eigentlich so an Sprengstoffen?

Nachdem wir nun über die verschiedenen Einordnungen von Sprengstoffen geredet haben, wird es Zeit, den Kindern mal Namen zu geben.

Ich habe hier mal verschiedene Bilder und eine Strukturformel von unterschiedlichen Sprengstoffen dargestellt. Sprengstoffe können vielfältig sein und dementsprechend vielfältig aussehen. Daher möchte ich beispielhaft über ein paar Stoffe sprechen.

13 Von TNT und Schwarzpulver

Ich habe hier mal zu den entsprechenden Stoffen die ein oder andere Größe dazu geschrieben. Es geht hier einfach nur um die Größenordnungen.

TNT kommt aus dem Bereich der organischen Verbindungen und trägt den Namen Trinitrotoluol. Es ist nach wie vor ein sehr wichtiger, militärischer Sprengstoff. Aber auch in Mischungen als sogenannter Sicherheitsprengstoff wird er verwendet. Ich finde Sicherheitssprengstoff ist ein cooles Wort. Es bedeutet aber nichts anderes, als dass dieser Sprengstoff beim Schlag nicht explodiert. Ohne Initialzündung brennt's auch nur. Mit „normalem“ Feuer brennt es auch nur ab. TNT ist nach wie vor einer der bekanntesten Sprengstoffe und tut genau das: Sprengen. Zudem hat TNT etwas, was wenige Sprengstoffe haben. Eine eigene Einheit. Alle Liebhaber der SI-Einheiten, bitte nicht mit Matflaschen auf mich werfen. Passend zum TNT existiert das TNT-Äquivalent. Deswegen steht dort beim TNT auch der Energiegehalt. Dabei ist nicht nur die Wärmeenergie oder die kinetische Energie ausschlaggebend, sondern die Summe aller Energien. Um Sprengstoffe untereinander zu vergleichen, wird gerne das TNT-Äquivalent herangezogen.

Schwarzpulver ist schon ein wenig länger bekannt als TNT. Es handelt sich dabei um eine Mischung von anorganischen Stoffen. Zudem handelt es sich dabei um den ersten explosionsgefährlichen Stoff, der bewusst angewendet wurde. In diesem Fall eben als Schießpulver für Schusswaffen oder Treibladungen. Mittlerweile hat Schwarzpulver seinen Platz in der Pyrotechnik gefunden. Ein Feuerwerk wäre ohne Schwarzpulver nichts. Falls hier übrigens der ein oder andere seine Lebenszeit für Minecraft geopfert hat, das Minecraft-TNT ist leider eine Lüge. Aus Schwarzpulver und Sand lässt sich kein TNT herstellen, sondern höchstens mit Sand verunreinigtes Schwarzpulver.

14 Über Nitroglycerin und Schießbaumwolle

Kommen wir zu Nitroglycerin und Schießbaumwolle. Für Nitroglycerin habe ich die Strukturformel genommen. Strukturformeln finde ich persönlich spannender als die farblose Flüssigkeit, die Nitroglycerin eben ist. Allerdings sollte sich niemand vom Aussehen täuschen lassen. Dieser Sprengstoff hat es in sich. Er ist recht schlagempfindlich. Zudem ist die Herstellung risikoreich, denn es treten immer wieder Dämpfe aus. Diese haben

eine blutdrucksenkende Wirkung. Wenn der Blutdruck in den Keller geht, geht gerne das Bewusstsein in den Keller und wir haben eine Ohnmacht. Dabei haben wir gleichzeitig einen sehr schlagempfindlichen Explosivstoff – keine allzu gesunde Kombination. Allerdings kann Nitroglycerin der Gesundheit durchaus förderlich sein. Es kann als Medikament angewendet werden. Es zeigt eine gefäßerweiternde Wirkung. Somit ist es im Einsatz gegen Angina pectoris (Enge in der Brust), Herzinsuffizienz und – überraschend – Analfissuren.

Schießbaumwolle ist zwar auch ein Sprengstoff, hat darüber hinaus jedoch noch viele weitere Verwendungszwecke. Es kann als Ausgangsstoff für Kunststoffe verwendet werden, in Lacken kann es angewendet werden. Beim Verbrennen oder eher Explodieren zeigt es zudem keinerlei Rauchentwicklung. Das ist zum Beispiel im Feuerwerksbereich oder als Teil von Raketentreibstoff praktisch. Früher wurde übrigens Schießbaumwolle als Ausgangsstoff für Filmrollen verwendet, allerdings können diese recht schnell in Flammen aufgehen.

Diese beiden Beispiele zeigen zudem, dass Sprengstoff kombinierbar sind. Nitroglycerin kann zwar bereits zum beständigeren Dynamit geupdated werden, aber mit Schießbaumwolle wird es zur Sprenggelatine. Auch, wenn der Name das nicht vermuten lässt, die Sprenggelatine kann auch in vegan hergestellt werden. Sie gehört zu den stärksten gewerblichen Sprengstoffen, auch heute noch, obwohl ihre erstmalige Herstellung im 19. Jahrhundert liegt. Genutzt wurde sie beim Sprengen des Gesteins in der Schweiz, um den Gotthardtunnel zu bauen. Mittlerweile wird sie nur noch in Ausnahmefällen angewendet. Sie kann gegen mechanische Impulse immunisiert werden, sodass sie verbogen und mit einem Messer geschnitten werden kann.

15 Zu Ammoniumnitrat und Pikrinsäure

Ammoniumnitrat ist ein Stoff, der nicht primär als Sprengstoff behandelt wird. Es handelt sich dabei um einen wesentlichen Bestandteil von Dünger. Allerdings enthalten die meisten Dünger daneben deutlich ungefährlichere Stoffe. Zu Unfällen kann es jedoch kommen. 1921 gab es eine große Explosion in einem BASF-Werk. Fest gewordene Dünger wurden durch Dynamit aufgelockert und durch Fehler beim Mischungsverhältnis kam es zu einer Initialzündung. Dabei wurden 4500 Tonnen Dünger unkontrolliert gesprengt. Das Ausmaß der Katastrophe waren dabei über 500 Tote, knapp 2000 Verletzte und natürlich die Zerstörung des Werkes. Der Knall war noch bis München zu hören. Ammoniumnitrat mag also vergleichsweise ungefährlich im Ranking aller Sprengstoffe sein, wenn es eben als Dünger eingesetzt werden kann. Aber es bleibt immer noch ein explosionsgefährlicher Stoff. Unfälle dazu gibt es noch mehrere, aber jenen am Werk der BASF finde ich persönlich mit am schockierendsten.

Pikrinsäure kommt ähnlich wie Ammoniumnitrat nicht unbedingt aus der Ecke der Sprengstoffe. Zwar kann es so genutzt werden, aber die gelbe Farbe von diesem Stoff ist schon auffällig. Daher wurde er zunächst zum gelben Einfärben von Seide verwendet. Daraus folgte die Anwendung zur Färbung von Backwaren. Zudem ergab sich ein recht bitteren Geschmack. Allerdings ist Pikrinsäure giftig, weswegen es nicht lange zur

Färbung verwendet wurde. Die gelbe Farbe hingegen ist ein guter Ausgangspunkt. So kann es für die Farbstoffindustrie weiter verwendet werden, insbesondere, wenn es zur Synthese anderer Stoffe verwendet wird. Bei diesen anderen Stoffen handelt es sich meist um Farbstoffe. Pikrinsäure war zudem beteiligt an der heftigsten nicht-nuklearen Explosion, die bisher passiert ist. Vielleicht sagt die Halifax-Explosion jemandem was. Dabei sind zwei Schiffe kollidiert und eines hatte Sprengstoffe geladen. Darunter befanden sich 200 Tonnen TNT, 63 Tonnen Schießbaumwolle und 2300 Tonnen Pikrinsäure. Es folgten Flutwellen, Erderschütterungen, tausende Verletzte, knapp 2000 Tote. Ja, insbesondere in sehr großen Mengen ist Sprengstoff alles andere als lustig. Sprengstoff und die Chemie dahinter sind interessant, keine Frage, aber ein gewisser Respekt gehört schon dazu.

16 Weitere Sprengstoffe

Nachdem ich nun den ein oder anderen Vertreter vorgestellt habe, möchte ich darauf hinweisen, dass noch weitere Sprengstoffe existieren. Es gibt eine wahre Vielfalt an Sprengstoffen und natürlich auch an Mischungen.

Eine weitere Gruppe von Sprengstoffen ist so zum Beispiel Plastiksprengstoff. Allerdings besteht dieser nicht aus Plastik, sondern ist plastisch, formbar. Er sieht ein bisschen aus wie Knete und kann auch so gehandhabt werden. Plastiksprengstoff explodiert nicht durch mechanische Impulse und benötigt gegebenenfalls sogar einen starken Reiz, um überhaupt zu explodieren. Solch ein Reiz kann eine vorherige Sprengung sein. Solch ein Plastiksprengstoff besteht in der Regel aus Mischungen von Nitroglycerin, Schießbaumwolle oder chemisch verwandten Stoffen, die sogenannte Nitro-Gruppen enthalten. Zudem muss in Plastiksprengstoff ein Duftstoff enthalten sein, damit Spürhunde diesen finden können. Ansonsten handelt es sich sehr wahrscheinlich um illegal hergestellten Sprengstoff.

Thermit ist im engeren Sinne kein Sprengstoff, wird allerdings bei einer Verbrennung sehr heiß, um die $2000\text{ }^{\circ}\text{C}$. Es handelt sich dabei um eine Reaktion von Eisenoxid und Aluminium zu Eisen und Aluminiumoxid. Eine Explosion ist das nicht, allerdings können die jeweiligen Partikel auf Nanopartikel verkleinert werden. Aus Mikrometer-Durchmessern machen wir Nanometer-Durchmesser. Die Folge ist eine stärkere Reaktion mit bis zu $2700\text{ }^{\circ}\text{C}$ bis hin zur Explosion. Nanothermit wird für den militärischen Einsatz und als Sprengstoff erforscht.

Acetonperoxid gehört zu den Initialsprengstoffen. Das waren die, die für eine Explosion nur schief angeschaut werden müssen. Leider ist die Herstellung nicht sehr schwierig. Das kann, wenn die Umstände echt doof sind, versehentlich passieren. Gleichzeitig haben wir ein TNT-Äquivalent von 0,8. Allerdings wird die Reaktion nicht besonders warm. Insofern ist Acetonperoxid ein doch recht gefährlicher Vertreter und als reiner Initialsprengstoff aufgrund seiner Gefährlichkeit selten im Einsatz.

Das waren grob die wichtigsten und vielfältigsten Sprengstoffe, Sprengstoffarten und Sprengstoffgemische. Natürlich, es existieren noch weitere, aber noch mehr würden hier den Rahmen sprengen.

17 Was haben Sprengstoffe je für uns getan?

Was können Sprengstoffe eigentlich noch so, außer Explodieren? Dazu habe ich hier ein paar Beispiele.

Wie erwähnt können Nitroglycerin und ein paar ähnlich aufgebaute Sprengstoffe als Medikament verwendet werden.

Sprengstoffe als Treibstoff klingt vielleicht etwas gewöhnungsbedürftig, aber genau das wird mit Nitromethan gemacht. Raketentreibstoff ist nur ein Beispiel. Es kann auch als Zusatz für Otto-Kraftstoff verwendet werden und ist im Rennsport als auch im Modellbereich angewandt.

Die Pyrotechnik wäre ohne Sprengstoff nichts, immerhin knallt, blitzt und stinkt hier gerne mal vieles.

Für die Kunststoffindustrie leistete Schießbaumwolle einen wichtigen Beitrag, auch, wenn hier mittlerweile aufgrund des Gefahrenpotentials bessere Alternativen vorhanden sind. Lacke und Klebstoffe können zudem über gewisse Sprengstoffe hergestellt werden, auch wieder dank Schießbaumwolle.

Im Airbag wird ein Sprengstoff eingesetzt, damit es überhaupt aufgeht. Schließlich handelt es sich dabei um die sehr schnelle Umsetzung zu einem Gas.

Zudem werden manche Sprengstoffe als Ausgangsstoff zur Synthese von Insektiziden eingesetzt.

Insofern hat Sprengstoff durchaus einiges für uns getan, außer zu sprengen. Hierbei handelt es sich nur um das, woran die Sprengstoffe direkt beteiligt sind. Stoffe, die zur Synthese von Sprengstoffen verwendet werden, habe ich hier gar nicht erwähnt. Das würde mal wieder schlicht den Rahmen sprengen.

18 Sprengstoff aus dem 3D-Drucker

Nach diesen theoretischen und hoffentlich interessanten Ausführungen möchte ich zur Inspiration dieses Talks zurückkehren. Ich möchte zurück zur Frage, ob es naheliegend ist, dass dieses Modell einer Atombombe eine Sprengstoffexplosion herbeiführen kann. Dafür benötigt es logischerweise Sprengstoff. Und weil in so ziemlich jedes Behältnis Sprengstoff gefüllt werden kann, wenn es vorher nicht schon explodiert, muss das Modell von selbst explodieren. Also muss irgendwie Sprengstoff ins Spiel kommen. Das bringt uns zu der Frage, ob und wenn ja wie Sprengstoff aus einem 3D-Drucker gedruckt werden kann.

Angenommen, ein beliebiger Space bekäme Sprengstoff oder die jeweiligen Ausgangsstoffe und versuchte, diesen in einem 3D-Drucker zu verwenden. Das große Problem beginnt dabei, dass bei solch einem 3D-Druck dauernd irgendwelche mechanischen Impulse auf das Material wirken. Das ist schlecht, weil dann explodiert der Sprengstoff. Mit dem 3D-Drucker. So ein 3D-Drucker wird beim Druck aber warm. Denn wenn es auch Sprengstoffe gibt, die nicht so sehr auf mechanische Reize reagieren, thermische Energie ist reizvoll. Das würde zur Explosion führen. Möglich wäre höchstens Plastiksprengstoff wie C4. Dieser ist unempfindlich. Aber der müsste überhaupt erst einmal aus den Ausgangsstoffen

hergestellt werden. Hier ist schon ein großes Explosionspotential. Und auch, wenn das Zeug plastisch ist, würde es vermutlich schon an seine Grenzen geraten, wenn es in einem Modell einer Atombombe landen würde. Angenommen, bis zu diesem Punkt würde alles funktionieren. Es ist sehr unwahrscheinlich, Ausgangsstoffe für Plastiksprengstoff zu finden, diese richtig zusammenzumischen, den entsprechend in das Modell zu drucken und den Space immer noch nicht in die Luft gejagt zu haben. Aber nehmen wir es einfach mal an. Um nun die Explosion in Gang zu setzen, braucht es eine starke Druckeinwirkung in Kombination mit viel Hitze. Was wäre hier perfekt? Initialsprengstoff. Damit beginnt das Problem von vorne und der Initialsprengstoff müsste in das Modell. Dieser Sprengstoff darf nicht gedruckt oder schief angeschaut werden, wenn eine Explosion vermieden werden sollen. Ein Akt der Unmöglichkeit, das war's leider mit der selbstgedruckten Sprengstoffexplosion.

19 Danke fürs Zuhören

Die Sprengstoffexplosion ist beendet, ich bedanke mich für eurer Interesse und eure Aufmerksamkeit. Falls ihr noch Fragen habt und wir noch Zeit haben, bitte immer her damit. Ansonsten könnt ihr mich gerne, wenn ich hier so rumlaufe, anquatschen und fragen. Ich habe auch noch Twitter und chaos.social. Die Folien und das Skript habe ich mal auf Dropbox hochgeladen, wenn jemand daran interessiert ist. Im Skript könnt ihr dann gerne vergleichen, was ich alles noch sagen wollte oder könnte und was ich vergessen habe. Danke fürs Zuhören und bleibt sicher!

Anmerkungen

Dieses Skript ist recht umfangreich, aber dennoch nicht an allen Stellen wissenschaftlich exakt korrekt. An einigen Stellen unterliegt es Vereinfachungen und Stilmitteln. Schließlich handelt es sich bei diesem Talk nicht um ein wissenschaftliches Paper, sondern einen spaßigen Vortrag, der Wissen zusammen mit einer Form der Unterhaltung übermitteln möchte.