



Quarks & Co „Vorsicht Explosionsgefahr“



Autoren:

Reinhart Brüning
Daniel Münter
Mike Schaefer
Elmar Sommer
Tanja Winkler

Redaktion:

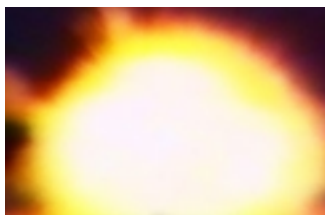
Daniele Jörg

Wolkenkratzer, Hotels, Kühltürme – tagtäglich wird ein Bauwerk für die Ewigkeit wieder zu Staub. Quarks & Co war dabei, als ein Expertenteam mit nur 10 Kilogramm Sprengstoff einen 165 Meter hohen Fernsehturm fachgerecht zerlegte.

Damit bei solchen gigantischen Unternehmungen auch alles ohne Nebenwirkungen abläuft, studieren Wissenschaftler Explosionen im Labor – unter kontrollierten Bedingungen. Wir haben ihnen die Aufgabe gestellt, ein unbewohntes Gebäude auf seine Bombensicherheit zu testen.

Aber Explosionen müssen nicht immer so gewaltig sein: Bombadierkäfer schlagen ihre Angreifer durch Zünden einer chemischen Bombe im Hinterleib in die Flucht. Und im Film knallt es meistens gar nicht mehr richtig: Hier fliegen die Häuser und Autos meist nur noch virtuell mit Hilfe des Trickpultes in die Luft.

Was ist eine Explosion?



Eine Explosion in Zeitlupe

Eine Explosion ist ein sehr schneller Vorgang, bei dem eine Druckwelle (oder Schockwelle) erzeugt wird, die sich vom Ort der Explosion in alle Richtungen ausbreitet.

Wenn sich die Welle schneller als der Schall ausbreitet, nennt man eine Explosion auch Detonation. In diesem Fall tritt eine Art Sogwirkung auf: Dem Überdruckbereich der Druckwelle folgt direkt ein Unterdruckbereich. Dadurch werden Gegenstände, auf die die Welle trifft, gewissermaßen hin- und her gezerrt und es entstehen besonders große Schäden (siehe auch Kapitel „Wie schützt man Gebäude vor Attentaten?“). Fast alle Sprengstoffexplosionen sind Detonationen.

Breitet sich eine Druckwelle langsamer aus als der Schall, nennen Fachleute diesen Vorgang Deflagration. Das ist eine Art Verpuffung, bei der sich eine schwächere Druckfront ausbreitet. Einen nachfolgenden Unterdruckbereich gibt es nicht. Ein Beispiel dafür sind Staubexplosionen. (siehe auch Kapitel „Mehlstaubexplosionen – ein Funke genügt!“)

Die Ursache: physikalisch oder chemisch



Drei Gramm Sprengstoff genügen, um das Wasser sechs Meter in die Höhe zu treiben.

Es gibt zwei unterschiedliche Arten von Explosionen: solche mit physikalischen Ursachen, zum Beispiel explodierende Druckkessel. Zu dieser Gruppe gehören auch die mit der stärksten und verheerendsten Wirkung: atomare Explosionen. Dabei wird der Kern von Uran- oder Plutoniumatomen in einer Kettenreaktion in mehrere Teile gespalten. Bei einer solchen Explosion wird pro Kilogramm Kernmaterial innerhalb von Millionstel Sekunden so viel Energie frei, wie in ganz Deutschland durchschnittlich innerhalb von vier Minuten verbraucht wird.

Der andere Typ von Explosionen – und das ist der am weitesten verbreitete – beruht auf chemischen Prinzipien. Es handelt sich um rasch ablaufende chemische Reaktionen, bei denen Wärme freigesetzt wird, beispielsweise Sprengstoffexplosionen.

Bei kontrollierten Explosionen wird der Sprengstoff meist elektrisch gezündet. Der Sprengmeister verlegt dafür eine Zündleitung bis in die Mitte eines, aus Sicherheitsgründen, schwer zündbaren Sprengstoffs. An deren Spitze ist ein Glühdraht, der mit einer kleinen Menge besonders empfindlichen Sprengstoffs ummantelt ist. Ein Stromimpuls und der Sprengstoff am Draht zündet. Dies zündet den eigentlichen Sprengstoff. Es entstehen Druck und Wärme, das treibt die chemische Reaktion voran. Dadurch entsteht noch mehr Druck und Wärme bis der gesamte Sprengstoff gasförmig ist. Was dann passiert, geht so schnell, dass es nur eine Hochgeschwindigkeitskamera zeigen kann.

Das Gas dehnt sich schlagartig aus. Anfangs mit einer Geschwindigkeit von acht Kilometern pro Sekunde. Die Druckwelle ist entsprechend heftig, wird aber nach und nach abgebremst: Das Zusammendrücken von Luft benötigt Energie.

Ganz anders bei einer Detonation im Wasser. Das lässt sich nicht zusammendrücken. Deshalb muss das sich ausdehnende Gas keine Arbeit zum komprimieren verrichten und wird deshalb auch nicht abgebremst. Druckwellen breiten sich deshalb unter Wasser mit beinahe konstanter Geschwindigkeit aus und sind aus diesem Grund besonders stark.

Reinhart Brüning

Wie sprengt man einen Sendeturm?



Sprengung eines Sendeturms

Es ist der 10.04.2001. In Löffelstelzen, in der Nähe von Heilbronn, soll der Sendeturm des Südwestrundfunks gesprengt werden. Der 1972 erbaute Turm ist mit seinen 162 Metern Höhe kein alltägliches Sprengobjekt.

Der Turm steht in unmittelbarer Nähe zum Dorf und der Sprengmeister Konrad Fink muss mit seinen Kollegen so sprengen, dass angrenzende Gebäude nicht gefährdet sind.

Sie entscheiden sich für die „Fäll“-Technik. Der Sendeturm wird wie ein Baum gefällt. Er wird nicht komplett gesprengt, sondern nur ein kleiner Keil im Bodenbereich. Nach der Sprengung kippt der Turm, mit seinen knapp 1.500 Tonnen Eigengewicht, in die Richtung, wo der Keil heraus gesprengt wurde und zerbricht am Boden.

10 kg Sprengstoff gegen 1.500 Tonnen Gewicht



Der Sprengmeister setzt die Sprengladungen

In den knapp 200 Bohrlöchern am Keil befinden sich gerade mal 10 kg Sprengstoff. Doch dieser ist hoch konzentriert. Eurodyn, ein gelatinöser Sprengstoff, der in den Bohrlöchern eine sehr hohe Energie freisetzt und eine sichere und gezielte Sprengung gewährleistet.

Bei der „Fäll“-Technik ist es wichtig, dass der Turm beim Kippen nicht an der gegenüberliegenden Seite der Keilsprengung hängen bleibt. Dadurch könnte sich der Kippwinkel ändern. Konrad Fink nimmt so viel von der Betonstahlkonstruktion weg, dass der Turm gerade noch stehen kann. Um ganz sicher zu gehen, dass er in die richtige Richtung fällt, baut der Sprengmeister am Turmboden noch zusätzlich Kippgelenke ein. Diese stützen den Turm beim Fallen und weisen ihm den Weg ins Fallbett.



Das Kippgelenk weist dem Turm den Weg

Das Fallbett haben Finks Männer schon vor einer Woche ausgehoben. Es sorgt dafür, dass die Betonstücke nicht wahllos durch die Gegend fliegen. Aufgeschüttete Halden fangen den Aufprall des Turms ab. Um 14.00 Uhr ist es dann endlich soweit. Der Turm fällt wie vorhergesagt ins Fallbett. Erst beim Aufprall zerbricht der Turm.

Elmar Sommer

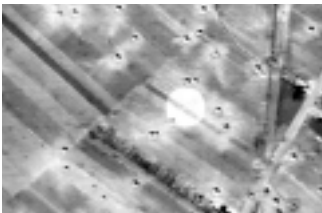
Wie entschärft man eine Bombe?



Nicht detonierte Bomben aus dem 2. Weltkrieg, gefunden auf einem Acker am Rande von Köln.

Mehr als ein Zehntel aller Bomben, die im zweiten Weltkrieg abgeworfen wurden, sind nicht detoniert. Diese Blindgänger haben sich durch die Wucht des Aufpralls in den Boden eingegraben. Noch immer lauern in Deutschland tausende dieser Bomben. Mit der Zeit werden diese sogar gefährlicher, weil die gealterten Zünder leichter auslösen können.

Vor allem durch Bauanfragen kommen die Bomben dann wieder ans Tageslicht: Bei allen Bauvorhaben muss nämlich zuerst der Kampfmittelräumdienst der Bezirksregierung gefragt werden. Allein vom Großraum Köln gibt es 110.000 Luftbilder von Bombardierungen. Die Bilder stammen aus den Archiven der Alliierten. Mit deren Hilfe prüft ein Luftbild-Auswerter, ob dort, wo gebaut werden soll, Blindgänger liegen. Auf so einem Bild eine nicht detonierte Bombe zu entdecken, ist allerdings sehr schwer.



Die Krater der explodierten Bomben kann jeder sehen. Aber eine Bombe, die nicht detoniert, hinterlässt auf dem Acker nur eine kleine Schramme.

Alles, was auf dem Luftbild verdächtig ist, tragen die Bombenräumer in eine Karte ein. Die wird dem Räumtrupp übergeben. Zum Absuchen setzt die Bezirksregierung oft private Firmen ein, denn der Kampfmittelräumdienst verfügt über zu wenig Leute. Der verdächtige Bereich wird Meter für Meter mit einem Metallsuchgerät abgesprochen. Dabei kommt meistens nur Schrott zu Tage, aber eben auch die, auf dem Luftbild entdeckten, Bomben. Im Jahr 2000 wurden allein im Bezirk Köln 81 Bomben gefunden.

Das Beseitigen der Bomben ist in Nordrhein-Westfalen dem Kampfmittelräumdienst vorbehalten. Normalerweise bergen dessen Spezialisten die Bombe und bringen sie zu einem Betrieb, der die Bombe zerlegt. Aus Sicherheitsgründen muss noch am Fundort der Zünder der Bombe entschärft werden. Manchmal ist das aber nicht möglich. Eine solche Bombe ist dann nicht transportfähig und muss an Ort und Stelle gesprengt werden.

In Nordrhein-Westfalen bezahlt das Land die Kampfmittelräumung. Dafür werden jährlich über 40 Millionen Mark bereitgestellt. Das reicht gerade mal dafür aus, die neuen Bauanfragen zu bearbeiten. Eine komplette Räumung ist deshalb in den nächsten Jahrzehnten nicht abzusehen und der gefährliche Job des Kampfmittelräumers wird bleiben.

In den 60er und 70er Jahren gab es in Deutschland eine ganze Reihe von tödlichen Unfällen. Seitdem wurde die Ausbildung für den Kampfmittelräumdienst verbessert und Unfälle auf diese Weise verhindert – doch ganz auszuschließen sind sie nie.

Reinhart Brüning

Wie schützt man Gebäude vor Attentaten?



Normales Fensterglas verwandelt sich in tödliche Splittergeschosse.

Bei vielen Gebäuden ist unklar, ob sie gut genug gegen Terroranschläge geschützt sind. Das gilt besonders für Regierungsgebäude, wie beispielsweise Botschaften. Schwachstellen werden oft erst deutlich, wenn es zu spät ist. Bisher gibt es kaum systematische Untersuchungen zum Gebäudeschutz gegen Sprengstoffanschläge. Vorreiter auf diesem Gebiet ist das Fraunhofer Institut für Kurzzeitdynamik im Badischen Efringen-Kirchen (Ernst-Mach-Institut). Die dortigen Experten haben die Auswirkungen von Druckwellen auf zahlreiche Materialien untersucht.

Quarks & Co hat eine Villa ausgesucht und die Spezialisten für Gebäudeschutz damit beauftragt, herauszufinden, wie stark das Gebäude gefährdet ist. Außerdem sollen sie Schutzmaßnahmen vorschlagen, die für ein Botschaftsgebäude ausreichend wären.

Mit den Maßen aus dem Grundriss können die Wissenschaftler die Wirkung einer Autobombe am Computer simulieren: Würde die Bombe in einer Entfernung von 90 Metern gezündet, bestünde in der Villa Lebensgefahr durch umher fliegende Glassplitter. Rückt die Autobombe auf 24 Meter heran, dann träten zusätzlich Risse im Mauerwerk auf. Ab einer Entfernung von 17 Metern bekämen Bewohner im Garten Gehörschäden. Eine Detonation weniger als 16 Meter entfernt, würde das Gebäude einstürzen lassen und die Bewohner unter sich begraben.

Die Experten schlagen mehrere Schutzmaßnahmen vor:



Wichtiges Utensil der Experten: Ein 50 Meter lange Rohr. Damit lassen sich Druckwellen unterschiedlicher Stärke erzeugen.

Eine mit Stahl verstärkte Mauer um das Grundstück soll als Barriere Fahrzeuge aufhalten. Denn gegen eine Autobombe direkt am Gebäude gäbe es keinen Schutz mehr. Außerdem lenkt eine Barriere die Druckwelle nach oben.

Die Experten des Fraunhofer Instituts haben außerdem für die Außenwand eine spezielle Verkleidung aus Recycling-Kunststoff und Beton entwickelt, die Druckwellen abdämpfen kann.

Wichtige Empfehlungen außerdem: Sicherheitsglas einbauen, das bekäme höchstens Sprünge.

Innen empfehlen sie einen Faserverbundstoff aufzukleben. Obwohl er nur wie eine Tapete aussieht, verhindert er, dass Gesteinsbrocken in den Raum fliegen.

Ein Problem allerdings bleibt: Eine Bombe könnte in das Gebäude gelangen. Deshalb muss das Gepäck der Besucher genau kontrolliert werden. Innen gäbe es gegen eine Explosion keinen Schutz mehr. So könnten die Sicherheitsanforderungen für eine Botschaft auch bei einem Altbau erfüllt werden.

Reinhart Brüning

Mehlstaubexplosionen – ein Funke genügt!



Die Bremer Rolandmühle 1979

14 Tote, 17 Verletzte und ein Sachschaden von über 100 Millionen Mark – das ist die Bilanz der größten Mehlstaubexplosion in der Geschichte der Bundesrepublik. Am 6. Februar 1979 löste ein kleines Feuer in der Bremer Rolandmühle die Katastrophe aus. In einer Kettenreaktion wirbelte jede Einzelexplosion wieder neuen Mehlstaub auf, der wiederum explodieren konnte. Ein ähnliches Unglück ereignete sich am 20. August 1997 im französischen Blaye.

Was brennt kann auch explodieren

Dass Mehl explodieren kann, ist nicht ungewöhnlich. Es gilt die Regel: Fein gemahlen kann jeder Stoff explodieren, der organischen Ursprungs ist – also einmal lebendig war. Denn organische Stoffe können brennen und die Explosion ist in diesem Fall nichts anderes als eine sehr schnelle Verbrennung. Das hängt mit dem Prinzip der Oberflächenvergrößerung zusammen. Jeder, der schon mal ein Feuer gemacht hat, kennt das Prinzip: Ein Holzstück ist schlecht zu entzünden, Kleinholz schon viel besser, und Holzspäne oder -wolle brennen sofort. Darum können auch Substanzen wie Kakao, Kaffee, Stärke, Aluminium oder Zellulose explodieren.

Drei Faktoren einer Staubexplosion

Damit es aber knallt müssen drei Dinge zusammenkommen. Staub, Sauerstoff und eine Zündquelle. Nur in der richtigen Mischung sind Luft und Staub explosiv. Dazu reicht aber schon wenig: In einer Mühle bedeutet schon eine Mehlschicht von wenigen Millimetern Dicke eine Gefahr. Deshalb ist absolute Sauberkeit dort der beste Explosionsschutz. Welche Zündquellen die Explosion auslösen können hängt von der Art des Staubes ab. Mehl lässt sich zum Beispiel durch einen elektrischen Funken entzünden, wie er beim Herausziehen eines Steckers aus der Dose entsteht. Schlägt Metall auf Metall, dann reicht die Energie des Funkens hingegen nicht aus, um eine Mehlstaubexplosion zu starten.

Staubexplosionen wissenschaftlich



Mehlstaubexplosion auf dem Testgelände

Welcher Staub wie reagiert und wann es gefährlich wird, interessiert auch die Wissenschaft. Die Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gaststätten hat zum Beispiel ein Testgelände eingerichtet, um Staubexplosionen und ihre Auswirkungen auf Silos, Mahlwerke und Förderanlagen zu untersuchen. Von den Experten kommt auch folgender Rat: Sie müssen wegen Explosionsgefahr nicht auf das Backen und Kochen verzichten. Damit Mehl oder Puddingpulver explodiert, ist ein dichtes Gemisch aus Staub und Luft erforderlich. Erst wenn so viel Mehlstaub in der Küche ist, dass Sie nicht mehr klar sehen können, wird es gefährlich.

Daniel Münter

Alfred Nobel – schuldig oder unschuldig?



Alfred Nobel

Alfred Nobel hat das Dynamit erfunden. Er hat es weltweit verkauft und er hat in die Waffenindustrie investiert. Andererseits hat er intensiv über Möglichkeiten zur Sicherung des Weltfriedens nachgedacht und nicht zuletzt den nach ihm benannten Friedensnobelpreis gestiftet. Bis heute beschäftigt die Chronisten die Frage: hat Nobel durch sein Lebenswerk die Kriege grausamer gemacht, oder ist sein Engagement in Sachen Frieden tatsächlich glaubhaft?

Nobels Erfindung des Dynamits



Nitroglycerin und Kieselgur

Schon Alfred Nobels Vater betrieb in industriellem Ausmaß das Geschäft mit Sprengstoff: vor allem mit dem damals gebräuchlichen Nitroglycerin. Nitroglycerin hat eine enorme Sprengkraft, explodiert aber auch sehr leicht von selbst. Zahllose tödliche Unfälle waren die Folge. Alfred Nobel forschte intensiv nach einer Lösung. Und er fand sie: er vermischte das Nitroglycerin mit Kieselgur, einem Sand aus Skeletten von Kleinstlebewesen. Kieselgur hat eine sehr große Oberfläche und kann so viel Nitroglycerin binden. In gebundener Form kann Nitroglycerin viel sicherer transportiert werden. Doch hatte Alfred Nobel bei dieser Erfindung nur die zivile Nutzung im Sinn?

Nobel zwischen Krieg und Frieden



Der Kanal von Korinth – ohne Dynamit nicht möglich

Schon als junger Mann half Alfred Nobel seinem Vater Unterwasserminen zu produzieren. Ihm musste also der militärische Nutzen von Sprengstoff immer schon bewusst gewesen sein. Die meisten Chronisten berichten jedoch auch, bei der Erfindung des Dynamits sei es ihm vor allem um die Sicherheit von Bergleuten und Sprengmeistern gegangen und er habe den Krieg verabscheut. Schließlich seien der Bau wichtiger Verkehrswege wie der Kanal von Korinth oder der Gotthard-Tunnel ohne sein Dynamit nicht möglich gewesen. Als Geschäftsmann jedoch scheute sich Alfred Nobel nicht, seine Erfindungen auch an das Militär zu verkaufen.

Nobel, die Waffenindustrie und Bertha von Suttner

Weitere Widersprüche: Alfred Nobel hat das damalige Schießpulver im Auftrag der Franzosen perfektioniert und für den Kriegseinsatz effizienter gemacht. Später hat er hohe Summen in die schwedische Kanonenfabrik „Bolfors“ investiert.

Gleichzeitig korrespondierte er viel mit der berühmten Friedenskämpferin Bertha von Suttner, beriet sich mit ihr über Friedenspolitik, die Idee der militärischen Abschreckung und eines Staatenbündnisses, dass dem Konzept der Vereinten Nationen schon sehr nahe kommt.

Der Friedensnobelpreis

Alfred Nobel wurde durch Sprengstoff-, aber auch durch Waffenproduktion zu einem der reichsten Männer seiner Zeit. Sein Vermögen vermachte er der Nobelstiftung, die bis auf den heutigen Tag den Nobelpreis finanziert, auch den Friedensnobelpreis. Viele Fragen zum Leben Alfred Nobels bleiben offen: Viele Chronisten neigen dazu, Nobels Engagement in die Waffenindustrie mit seiner Idee der Abschreckung zu erklären. Doch gänzlich werden sich die Widersprüche in seinem Lebenswerk wohl nie auflösen lassen.

Mike Schaefer

Lebensretter Explosion – der Airbag

In jedem modernen Auto stecken kleine Sprengsätze. Bei einem Crash bleiben nur Bruchteile von Sekunden, um den schützenden Airbag aufzublasen. Das geschieht mit einer kontrollierten Explosion

Eine Explosion ist nicht genug



Der Fahrerairbag – in der Mitte der blaugrüne Treibstoff

Der Gasgenerator ist das Herzstück eines Airbags. Melden die Crash-Sensoren dem Generator einen Unfall, dann wird dort eine Explosion ausgelöst, die meist in drei Stufen abläuft. Zuerst löst ein erhitzter Draht die hoch empfindliche Primärladung aus. Diese zündet ihrerseits die zweite Explosion, die so genannte Verstärkerladung. Dadurch entstehen Temperaturen von rund 800 Grad Celsius und ein Druck von 200 Bar. Unter diesen Bedingungen zündet der eigentliche Treibstoff. In den meisten Airbags werden so genannte Komposittreibstoffe eingesetzt, die aus einer Mischung aus Kunststoffen und so genannten Oxidatoren (Nitraten, Perchloraten) bestehen. Innerhalb von wenigen Hundertstel Sekunden reagiert dieser Treibstoff zu rund 60 Litern Gas (Fahrerairbag), das sich zum größten Teil aus Stickstoff, Wasserdampf und Kohlendioxid zusammen setzt.

Die Explosion im Gasgenerator verursacht einen lauten Knall. Befragungen von Beteiligten zeigen aber, das dieses Geräusch im Allgemeinen im Unfallgeschehen untergeht. Eine Gefahr für die Insassen geht von der Explosion nicht aus. Im Vergleich zu vielen Sprengstoffen reagiert der Airbag-Treibstoff relativ langsam. Trotzdem ist der Luftsack des Fahrerairbags innerhalb von drei Hundertstel Sekunden gefüllt. Um das negative Image der Explosion von ihrem Produkt fern zu halten, sprechen die Hersteller deshalb lieber von einer schnellen, kontrollierten Verbrennung (Deflagration).

Ist der Airbag gefährlich?



In 30 Millisekunden ist der Airbag aufgeblasen

In jüngster Zeit ist der Airbag allerdings in die Kritik geraten: Wer sich im Moment des Unfalls gerade bückt oder eine Flasche oder Dose in den Aufblasweg hält, der ist gefährdet. Im schlimmsten Fall kann der Airbag die Insassen ernst, sogar lebensgefährlich verletzen. Die Zahlen: Die amerikanische Verkehrssicherheitsbehörde NHTSA schätzt, dass der Airbag bei 1,5 Millionen Auslösungen rund 1500 Menschen das Leben gerettet hat. Im gleichen Zeitraum wurden 50 Menschen Opfer des Airbags.

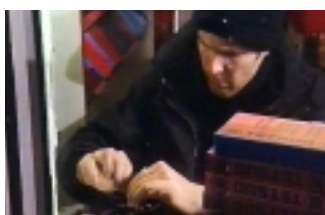
Daniel Münter

Wie entsteht ein Spezialeffekt im Film?

Wir sehen, wie eine Briefbombe eine Videothek zerstört. Für uns eine glaubwürdige Explosion. Doch was wir da sehen ist reine Illusion. Nichts an der Explosion ist echt.

Spezialeffekt-Techniker greifen tief in die Trickkiste, um uns Realität vorzugaukeln. Sie nutzen alle Manipulationsmöglichkeiten des Films und bedienen sich häufig bei den Effekten aus dem Showbereich. Ihr oberstes Gebot: Filmcrew und Schauspieler dürfen nicht gefährdet werden.

Wenn im Film ein Gebäude durch die Detonation einer Bombe zerstört werden soll, benutzt der Spezialeffekt-Techniker einen dreistufigen Effekt-Ablauf:



Die Scheibe wird präpariert

Stufe 1:

Die Scheibe wird nach außen gedrückt und zerspringt. Der Trick dahinter: Die Scheibe besteht aus Sekurit-Glas, das durch einen Schlag in tausend Teile zerbröselst. Der Schlag wird durch einen Nagel ausgelöst, der von einem Mechanismus gegen die Scheibe geschlagen wird.



Ein Trichter wird mit Bärlappsporen gefüllt

Stufe 2:

Der große Feuerball. In kleinen Trichtern werden Bärlappsporen gezündet. Das Gemisch aus Blütenstaub und ätherischen Ölen hat eine natürliche Flammenfarbe und ist sehr sicher.

Stufe 3:

Videokassetten fliegen aus der Videothek. Der Trick: Ein Kessel mit hohem Druck schießt die Videokassetten aus der Videothek.



Die Illusion ist perfekt

Zusammen ergeben diese Stufen die Illusion einer Explosion. Mit einem programmierbaren Zeitzünder kann der Spezialeffekt-Techniker die einzelnen Stufen bis auf eine zehntel Sekunde genau festlegen. Schließlich soll erst die Scheibe zerspringen, dann das Feuer ausbrechen und erst zum Schluss die Videokassetten fliegen.

Beim Dreh der Szene wird die Kamera leicht „überdreht“, d.h. sie nimmt mehr Bilder von der Explosion auf. Später im Schnitt wird das Material in Zeitlupe wiedergegeben, die Explosion wirkt dadurch noch größer.

Elmar Sommer

Wie verteidigt sich ein Bombardierkäfer?



Bombardierkäfer in einer schematischen Zeichnung: Wasserstoffperoxid und Hydrochinon werden in die Explosionskammer entlassen, durch den aufgebauten Druck schießt die Gaswolke explosionsartig nach draußen.

Ein Bombardierkäfer wird je nach Art (*Brachinus crepitans* oder *Brachinus expulso*) nur etwa einen Zentimeter groß. Trotzdem kann er sich äußerst wirkungsvoll gegen Fressfeinde, wie zum Beispiel Vögel, verteidigen. Dazu hat er ein ausgeklügeltes Waffensystem in seinem Hinterleib. Der Käfer produziert mit seinen Drüsen Wasserstoffperoxid und Hydrochinon. Wasserstoffperoxid kennt man als Haarbleichmittel, die farbigen Chinone kommen in der Natur oft als Pigmente vor. Für den Käfer sind diese beiden Substanzen die Vorstufen der eigentlichen Abwehrstoffe. Er bewahrt sie in einer Sammelblase auf. In einer, mit dieser Blase verbundenen, Explosionskammer befinden sich Peroxidasen und Katalasen, das sind Katalysatoren für chemische Reaktionen.

Immer auf der Hut

Wird der Bombardierkäfer gestört, entlässt er ein Teil der Substanzen aus der Sammelblase in die Explosionskammer. Dort setzen die Katalysatoren das Hydrochinon zu Chinon und das Wasserstoffperoxid zu Wasser und Sauerstoff um.

Dabei wird Wärme frei. Es wird so heiß in der Explosionskammer, dass das Wasser verdampft. Dadurch baut sich ein großer Druck auf und ein ätzendes, 100° C heißes Gasmisch schießt mit einem Knall aus dem Bombardierkäfer heraus. Durch das Chinon bekommt die Abwehr-Wolke eine dunkle Farbe.

Der Käfer kann mehrmals hintereinander knallen, bis die Substanzen aufgebraucht sind und wieder neu gebildet werden müssen. Um sich dauerhaft gegen die viel größeren Fressfeinde zu wehren hat der Bombardierkäfer noch einen weiteren Trick auf Lager: Er nutzt die Irritation seiner Fressfeinde, nach dem er sie bombardiert hat, um schnell das Weite zu suchen. Schließlich gehören die Bombardierkäfer zur Familie der Laufkäfer...

Tanja Winkler

Lesetipps

„Explosivstoffe“

Allgemein verständlich geschriebener Überblick über zivile und militärische Sprengstoffanwendungen

Spektrum der Wissenschaft, August 1996

„Zünden von Sprengladungen“

Ein Fachbuch mit dreifachem Anspruch: Handbuch - Lehrbuch - Monographie. Unter Mitwirkung von Sprengingenieuren, Sprengunternehmern, Sprengmeistern, Lehrkräften und Experten verschiedener Fachgebiete und Länder mit Zuschnitt auf die Sprengtechnik im deutschsprachigen Raum (Deutschland, Österreich, Schweiz).

Autor: Gerd Vogel
 Verlagsangaben: Leopold Hartmann Verlag, Sondheim v. d. Rhön
 ISBN: 3-926523-42-5
 Preis: DM 168

„Alfred Nobel – Idealist zwischen Wissenschaft und Wirtschaft“

Es sind zahlreiche Nobel-Biografien im Buchhandel erhältlich. Die Biografie von Kenne Fant „Alfred Nobel - Idealist zwischen Wissenschaft und Wirtschaft“ enthält eine Fülle von Briefen Alfred Nobels.

Erscheinungsdatum: Oktober 1997
 Verlagsangaben: Insel, Frankfurt
 ISBN: 3458338047
 Verfügbare Ausgaben: Taschenbuch, Broschiert - 522 Seiten
 Preis: EUR 11,66

Linktipps

Mehlstaubexplosionen – ein Funke genügt!

Kleiner Funke - grosse Wirkung Staubexplosionen und ihre Vermeidung
http://www.bgn.de/Fachartikel/kleiner_funke/Kleiner_Funke.htm

Alfred Nobel

Wer sich näher über Alfred Nobel informieren möchte: Auf der offiziellen Homepage der Nobel-Stiftung finden sich eine Fülle von Material über das Leben und Wirken Alfred Nobels und natürlich über den Nobelpreis selbst.
<http://www.nobel.se>

Wie schützt man Gebäude vor Attentaten?

Fraunhofer Institut für Kurzzeitdynamik im Badischen Efringen-Kirchen: Ernst-Mach-Institut
<http://www.emi.fhg.de/>

Lebensretter Explosion – Der Airbag

Informationen rund um den Airbag hat das Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie im Internet zusammengefasst.
<http://www.fraunhofer.de/german/profile/ict.html>

Impressum:

Herausgegeben
vom Westdeutschen Rundfunk Köln

Verantwortlich
Quarks & Co
Daniele Jörg

Autoren
Reinhart Brüning
Daniel Münter
Mike Schaefer
Elmar Sommer
Tanja Winkler

Redaktion
Daniele Jörg

Gestaltung
Designbureau Kremer & Mahler

Bildrechte
Alle: © WDR

Außer:
Kapitel „Mehlstaubexplosionen – ein Funke genügt!“, Bild 2: © BGN

© WDR 2003