



Silvesterraketen, Böller & Co

Zusammenstellung des Themas

für die Umsetzung im Unterricht

Graz, Dezember 2014

Downloadmöglichkeit unter www.ubz-stmk.at/feuerwerk



*Sehr geehrte Damen und Herren!
Liebe Schüler!*

Vorweg möchte ich festhalten, dass es nicht Ziel dieses Projekts ist, Silvesterraketen oder Böller per se zu verbieten. Es geht darum Bewusstsein für die Gefahren und die Auswirkungen von pyrotechnischen Gegenständen auf die Gesundheit, die Umwelt und die Tierwelt zu schaffen. Auch das Problemfeld rund um illegale Feuerwerkskörper soll beleuchtet werden.

Unsere Absicht ist es, Schülern ab der fünften Schulstufe Informationen über das spannende Thema Pyrotechnik zu geben. Ich bin dem Umwelt-Bildungs-Zentrum für die beispiellose Ausarbeitung und Aufbereitung der Unterrichtsmaterialien äußerst dankbar.

Ich wünsche den Schülern und Lehrern viele spannende Stunden.

Glück Auf!

*Dr. Gerhard Kurzmann
(Landesrat für Umwelt, Verkehr und Tierschutz)*

Viele – vor allem junge – Menschen erfreuen sich an Feuerwerken bzw. lassen es zu verschiedenen Anlässen „so richtig knallen“. Doch sind gerade bei der Verwendung von pyrotechnischen Gegenständen, wie sie vom Pyrotechnikgesetz bezeichnet werden, viele Dinge zu beachten bzw. schützt Wissen vor gesundheitlichen und Sachschäden sowie vor Gefahren für die Mitwelt.

Mit dieser Unterrichtshilfe wollen wir Ihnen einerseits neutrale Hintergrundinformationen zu diesem sehr kontroversiell diskutierten Thema und andererseits einige praktische Tipps bzw. Arbeitshilfen für die Umsetzung im Unterricht geben. Damit soll den SchülerInnen ermöglicht werden, sich mit einem vielschichtigen und alljährlich aktuellen Thema auseinander zu setzen und Verantwortungsbewusstsein aufzubauen.

Die Verfasser

► Fachinformation

Kapitel 1 Feuerwerke und Knallkörper

1.0	Wie werden Feuerwerke eingeteilt?	1
1.1	Was ist ein Feuerwerk und woher kommt die Technologie?	1
1.2	Wie funktioniert Pyrotechnik, was passiert bei einer Explosion?	6

Kapitel 2 Pyrotechnik als Wirtschaftsfaktor

2.0	Wo und wie wird produziert?	8
2.1	Umsatz und Wertschöpfung durch Pyrotechnik	8
2.2	Import von pyrotechnischen Gegenständen	9
2.3	Pyrotechnik als Beruf	9

Kapitel 3 Gefahren durch Pyrotechnik

3.0	Welche Gefahren gibt es bei der Herstellung?	10
3.1	Was muss beim Handel und bei der Lagerung beachtet werden?	11
3.2	Welche Auswirkungen gibt es auf die Mitwelt?	12
3.2.0	Auswirkungen von Feuerwerken auf die Luftqualität	12
3.2.1	Feuerwerke und Abfall	15
3.2.2	Pyrotechnik und Lärmbelastung	15
3.2.3	Auswirkungen von (Feuerwerks)Lärm auf die Tierwelt	16
3.3	Unfälle und Verletzungen durch pyrotechnische Gegenstände	19
3.4	Wie groß ist die Brandgefahr durch Feuerwerke?	21

Kapitel 4 Gesetze und Bestimmungen

4.0	Welches Gesetz ist für Feuerwerke und Knallkörper relevant?	23
4.1	Was sind pyrotechnische Gegenstände?	23
4.1.0	Was sind Gegenstände der Kategorie F1 bzw. Feuerwerksscherzartikel?	23
4.1.1	Was sind Gegenstände der Kategorie F2 bzw. gilt als Kleinf Feuerwerk?	24
4.1.2	Was sind Gegenstände der Kategorie F3 bzw. gilt als Mittelfeuerwerk?	24
4.1.3	Was sind Gegenstände der Kategorie F4 bzw. gilt als Großfeuerwerk?	25
4.1.4	Wann ist Böllerschießen erlaubt?	25
4.2	Ist nicht auch das Tierschutzgesetz zu beachten?	25
4.3	Ist auch die Luftfahrt von Feuerwerken betroffen?	26

Kapitel 5 Glossar 27

► Praxisteil

Praxismaterialien für den Unterricht

Praxis 1	Thema „Feuerwerk allgemein“	31
Praxis 2	Thema „Feuerwerk und Luftqualität“	41
Praxis 3	Thema „Feuerwerk und Lärmbelastung“	44
Praxis 4	Thema „Feuerwerk und Gesetze“	47
Praxis 5	Thema „Pyrotechnik und Unfälle“	50

► Links und Anhang 51

► Impressum 53

Kommt bei einer Veranstaltung Pyrotechnik zum Einsatz, so spricht man gemeinhin von einem Feuerwerk. Der Begriff „Pyrotechnik“ kommt aus dem Griechischen und bedeutet wörtlich übersetzt „die Kunst, Feuer zu erzeugen“. Die verwendeten pyrotechnischen Gegenstände (Feuerwerkskörper) sind gebrauchsfertige Erzeugnisse mit einem Explosiv- oder Zündsatz.



Explosive Verbrennungsprozesse werden koordiniert zum Ablauf gebracht und sorgen für diverse gewünschte Effekte. An erster Stelle stehen Lichteffekte unterschiedlicher Formen und Farben, weiters Geräuscheffekte (Knallen, Zischen, Pfeifen) sowie die Erzeugung von Wärme und künstlichem Nebel. Grundsätzlich unterscheidet man zwischen Boden- und Höhenfeuerwerk. Sie können einzeln oder in Kombination, entweder gleichzeitig oder zeitlich versetzt ablaufen.

1.0 Wie werden Feuerwerke eingeteilt?

Feuerwerke werden unterteilt in:

- **Bodenfeuerwerke** zeichnen sich durch Feuerwerkskörper aus, die fest am Boden verankert sind. Dazu zählen Vulkane, Springbrunnen, Fontänen sowie Wasserfälle und Lichterbilder (Schriften).
- **Höhen- oder Hochfeuerwerke** sind gekennzeichnet durch Feuerwerkskörper, die in die Höhe geschossen werden, um dort durch Explosion ihre Effekte zu entfalten.
- Eine **Zwischenstellung** nehmen jene Feuerwerkskörper ein, die zwar ihre Effekte nach oben ausstoßen, selbst aber am Boden bleiben. Dazu zählen Römische Lichter, Feuertöpfe aber auch verschiedenste Rauch- und Flammeffekte.

- Eine besondere Form von Feuerwerken sind **Musikfeuerwerke**, eine Variante, die bereits zur Zeit des Barocks veranstaltet wurde. Synchron zur Musik werden dabei die Feuerwerksraketen abgeschossen. Eine Aufführung jüngerer Datums ist die Raketensinfonie von Orlando Gough, mit der das Kulturhauptstadt-Jahr „Linz09“ eröffnet wurde.

Als Zündmittel gelten insbesondere: Zündlitzen, Stoppinen, Zündschnüre, elektrische und mechanische Zünder. Diese gelten jedoch nicht als pyrotechnische Gegenstände im Sinne des Gesetzes.

Die Bezeichnungen „Groß-, Mittel- und Kleinfeuerwerke“ und die Einteilung in Klassen sind nicht mehr zeitgemäß und wurden mit dem Pyrotechnikgesetz 2010 neu geregelt – siehe Kapitel 4 „Gesetze und Bestimmungen“.

1.1 Was ist ein Feuerwerk und woher kommt die Technologie?

Angefangen hatte alles vor mehr als tausend Jahren mit der Erfindung des Schwarzpulvers im alten China. Die dafür benötigten Grundstoffe wie Salpeter, Holzkohle und Schwefel waren jedoch bereits seit der Zeit der Han-Dynastie (25-250 n. Chr.) bekannt.

Die ersten Feuerwerksraketen, damals noch als Feuerpfeile bekannt, gab es in China während der Song-Dynastie (960 – 1279). Dabei stand allerdings weniger der Licht-, sondern mehr der Knalleffekt im Vordergrund. In China diente jedoch das Schießpulver vornehmlich zu rituellen Zwecken, meist um Verstorbene zu ehren. Den Feind durch den Explosionslärm in Angst und Schrecken zu versetzen, das waren die Motive für die ersten Einsätze des Schwarzpulvers zu kriegerischen Zwecken. Mit Schwarzpulver gefüllte Bomben wurden durch die Chinesen spätestens im 13. Jahrhundert als Waffe eingesetzt. Es dauerte auch nicht lange, bis die ersten primitiven Geschütze entwickelt wurden.



Auch in Arabien wurde Ende des 13. Jahrhunderts Schwarzpulververwendung in Kriegsmaschinen beschrieben.

Das „**Griechische Feuer**“, welches oft zusammen mit Feuerwerken genannt wird, hat damit eigentlich nichts gemeinsam, denn es war eine im byzantinischen Reich verwendete Militärwaffe



Griechisches Feuer, Darstellung aus dem 12. Jahrhundert

bei Seeschlachten. Dabei handelte es sich um die erste chemische Waffe, einen Flammenwerfer, der eine erhitzte, zähe Flüssigkeit aus Petroleum, Salpeter, Harz und Schwefel durch ein Rohr auf feindliche Schiffe spritzte und zu unlöschbaren Bränden führte (ähnlich wie Napalm). Um 677/678 wurde damit die Belagerung von Konstantinopel durch die Araber beendet. Das Griechische Feuer entwickelte sich schnell zu einer der gefürchtetsten Waffen der mittelalterlichen Welt mit großem psychologischen Effekt und war bis zu den Kreuzzügen um 1200 im Einsatz. Das Wissen um die Rezeptur des Griechischen Feuers ging 1453 bei der Eroberung von Konstantinopel durch die Osmanen verloren.

Gegen Ende des 13. Jahrhunderts soll die **Kenntnis vom Schwarzpulver** von holländischen Seefahrern nach Europa gebracht worden sein. Um 1240 bis 1260 experimentierte auch der englische Franziskanermönch und Philosoph Roger Bacon mit Stoffen, welche die Grundbestandteile des Schwarzpulvers enthielten. In einer seiner Niederschriften findet sich folgende Aufzeichnung: „Lass das gesamte Gewicht dreißig sein, jedoch vom Salpeter nehme man sieben Teile, fünf vom jungen Haselholz und fünf vom Schwefel, und du wirst Donner und Zerstörung hervorrufen, wenn du die Kunst kennst.“



Roger Bacon

Neben Roger Bacon arbeitete der Legende nach auch Berthold der Schwarze („Bertholdus Niger“), ein Freiburger Franziskanermönch und Alchemist des 14. Jahrhunderts, mit der Feuerskunst und entdeckte 1353 wahrscheinlich durch einen glücklichen Zufall das Schwarzpulver, eine Mischung aus Salpeter, Holzkohle und Schwefel. Der Name „Schwarzpulver“ geht allerdings nicht auf diesen Mönch, sondern auf das Aussehen des Pulvers zurück.



Bertholdus Niger

In den folgenden Jahrhunderten gab es kaum eine kriegerische Auseinandersetzung, bei der das Schwarzpulver nicht zum Einsatz kam, es wurde zum „**Schießpulver**“. Wie ein Krieg entschieden wurde, hing nicht selten davon ab, ob das Heer gute Feuerwerker besaß oder nicht, denn diese bedienten die ersten Flinten und Kanonen. Neben ihrer Ausbildung zum Feuerwerker erlernten die Soldaten auch die Kunst des Freudenfeuerwerkes. Und hier lagen auch die ersten Anfänge des Feuerwerks zur Belustigung der Menschen, genannt „Lustfeuerwerkerei“.



Büchsenmeister, Darstellung um 1535

Die erste Nennung eines Feuerwerks auf europäischem Boden stammt aus dem Italien des späten 14. Jahrhunderts (Vicenza, 1379). Anlässlich des Pfingstfestes wurde im Rahmen eines heiligen Rituals mit einer funkensprühenden Taube, die sich an einem Seil entlang bewegte, gefeiert.

Im Jahr 1420 wurde das erste deutschsprachige **Feuerwerkbuch** verfasst - allerdings kam es erst im Jahre 1529 in Straßburg zum Druck.

Allmählich entwickelte sich aus dem Gebrauch des Schwarzpulvers eine eigenständige **Feuerwerkskunst**, die sich rasch in ganz Europa verbreitete. Hauptzweck des Feuerwerks war die höfische Repräsentation. Im Barock wurde sie sogar zu einer eigenen Art von Veranstaltung weiterentwickelt, wobei der politische und repräsentative Charakter stets im Vordergrund stand. Das erste große Feuerwerk im deutschsprachigen Raum wurde anlässlich des Reichstags von Konstanz 1506, zu Ehren Kaiser Maximilians, abgebrannt.

Somit hatte der Adel das Feuerwerk für sich entdeckt. Das besondere an diesen Feuerwerken war, dass sie, besonders nach erfolgreichen Schlachten, eher ganzen Theaterstücken mit Feuerwerkskörpern ähnelten. Am Ende eines jeden Feuerwerks wurde der Feind prunkvoll und unter lautem Getöse in die Luft gejagt. Durch Weiterentwicklung der Pyrotechnik wurden Feuerwerksinszenierungen auch auf Bühnen oder Kulissen möglich; so wurden künstliche Bauten errichtet, an denen Feuerwerkskörper befestigt und dann abgebrannt wurden (z. B. Schiffe auf Seen oder Flüssen, Feuerwerksschlösser ...).



Feuerwerk in Versailles um 1770 unter König Ludwig XVI.

**Wye nachfolget vonn Büchsen geschos / Puluer/
Feuerwerck/wie man sich darmit auß einer Statt/Feste/oder
Schloß/so von Feynden belägeret wer/erretten/Auch sich
der Feind darmit erwidern möchte.**



**Wellich Fürst/ Graf
Herr/ Ritters/ Knechte/
oder Seette/ sich besorgent von jren feynden
belägeret und beneuet werden in Schloßsen/
Festen/oder Seetten/den ist vorauszue/da
sy haben diener/die als fromt vmb Feste leide
seyen/Das sy durch eeren wollen/jr leyde
vnd güt/vnd was in Gode verleyhen hat
gegen jren feinden / darstrecken vnd wage
büßten/ehe das sy fluchen das zebeleyßen
wäre/oder ee das sy liches auff oder hin ge
ben/das zu behaltem wär/vnd dye sich aller
böser vnd verzagter sachen beschämen/alls
weiß leut sind/das sy wissen/wo man sy mit
schleßen/werffen/vnd stürmen genöthen
müge/Das sy das vorwissen zübarde/ auch
güte Puluer/vnd Tanae zümachen/
Wie vomen das gemäle in dysem büch an
zeig/vnd sich mit jrem zeug gen jren feinde
auff das wercklichst züschicken/sondern an
jren grossen vorteyl vor den schloßsen/dar
vnn sy befehen seind/tain müetwällig (char
mügeln thun vnd on müßigung vnd zway
ung in güter fremdeschafft bey einander
beleyßen/jr sachen nach der weyßesten rade
vnder in handlen/Vnd welch Fürst/Gräf
Herr/Ritter/Knechte/vnd Seette/habent
solch fromt Feste vnd weyßdiener/die müßig
lich jr wol trösten/doch bedüßten sy bey in
habn leut die arbeiten künden vnd mügen/
als Schind/Maurer/Zimmerleut/Schü
ster/vnd auch güte Schützen vnd Büch
senmayßern/vnd wann das ist das man vs
güthen Büchsenmayßern/großem troste**

Feuerwerkbuch, 1. Seite des Drucks von 1529

Besonders die französischen Könige nutzten Feuerwerke zur Belustigung. Der Sonnenkönig Ludwig XIV. soll 1664 bei einem Fest in Versailles rund 100.000 Feuerwerkskörper entzündet haben. Auch zur Zeit des Barock fanden um 1770 im Park von Versailles unter Ludwig XVI. große Feuerwerke statt. Gezündet wurden hierbei insgesamt 20.000 Raketen, 6.000 Feuertöpfe und Vulkane sowie achtzig große Sonnen. Doch schon bald ging dem Adel dafür das Geld aus.

Georg Friedrich Händel, deutsch-englischer Barock-Komponist, komponierte 1748 anlässlich des Feuerwerks zum sogenannten „Aachener Frieden“, dem Ende des österreichischen Erbfolgekrieges, die „Feuerwerksmusik“ (Music for the Royal Fireworks), das wohl bekannteste Musikstück, das je für ein Feuerwerk geschrieben wurde.

Während der Weltkriege gab es für die pyrotechnische Industrie (Sprengmittel, Waffen, Leuchtf Feuer) viel zu tun. Doch zum Ende eines jeden Weltkrieges begannen schwierige Zeiten für Feuerwerksfirmen. Es dauerte einige Jahre, bis das Interesse der Bevölkerung an Feuerwerken wieder wuchs. Damals wie heute wird Schwarzpulver für Feuerwerke verwendet, und zwar als Antriebsmittel für einfache Raketen, als Ladung von Böllern (Böllerpulver) und als Ausstoß- und Zerlegerladung für größere Effektträger wie beispielsweise Bomben und Bombetten.

Heutzutage werden in den USA und in Europa Feuerwerke vor allem zu Neujahr bzw. zu länderspezifischen Feiertagen abgefeuert, etwa zum amerikanischen Unabhängigkeitstag am 4. Juli, in Frankreich zur Erinnerung an den Sturm der Bastille am 14. Juli, beim schweizerischen Nationalfeiertag am 1. August, bei 1.-Mai-Feiern, in Großbritannien zum Guy-Fawkes-Day am 5. November oder weltweit bei Massenveranstaltungen (große Sportereignisse wie Olympiaden, Stadtfeste, Musikfestivals ...). In Asien werden Feuerwerke üblicherweise im Sommer abgefeuert, in China beim traditionellen Neujahrsfest im Feber, in Südamerika zur Weihnachtszeit und in südeuropäischen Ländern besonders zur Osterzeit.

Weltberühmt sind die Fallas in Valencia (Spanien) Anfang März mit lautstarken Tageslichtfeuerwerken (Mascleta), die gewaltigen Feuerwerke in Las Vegas, die Hanabis in Japan, im deutschsprachigen Raum „Rhein in Flammen“, „Kölner Lichter“, das Feuerwerk des Donauinselfests oder das Feuerwerk zum Zürich Fest mit jeweils bis zu einer Million ZuschauerInnen.



Mascleta in Valencia

International renommierte Wettbewerbe sind „L'International des Feux Loto-Québec“ oder die Feuerwerksolympiade.



Feux Loto Québec, Kanada

Das bislang größte Feuerwerk aller Zeiten wurde am 15. Juli 1988 am Toyasee in Hokkaido/Japan gezündet. Dabei wurde die bisher größte Kugelbombe mit einem Durchmesser von 139 cm, einem Gewicht von 700 kg und einem Explosionsdurchmesser von 1.200 Metern abgeschossen.

Ein besonderes Element von Feuerwerken sind die „**Bengalischen Feuer**“. Ursprünglich an den Fürstentümern Nordost-Indiens, der historischen Region Bengalen, zur Erzeugung schöner Beleuchtungseffekte verwendet, kommen Bengalische Feuer heutzutage bei Barockfeuerwerken oder Freiluftkonzerten zur Erzeugung von Lichterbildern (Illuminationen) und diversen pyrotechnischen Beleuchtungen, oder schlichtweg als Warn- und Notsignal in der Seefahrt zum Einsatz. Dabei handelt es sich meist um brennende Fackeln, oft in Kombination mit Rauchsätzen.



Illumination durch Bengalische Feuer

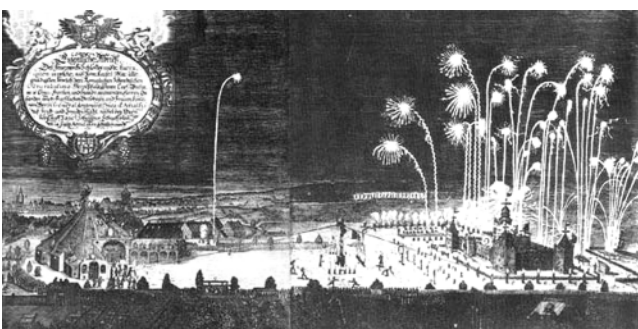
Historische Darstellungen von Feuerwerken



„Die Taten des Herkules“, Aufführung mit Feuerwerk auf dem Rhein vor Düsseldorf anlässlich der Hochzeit Johann Wilhelms von Jülich-Kleve-Berg mit Jakobe von Baden-Baden im Jahr 1585
Kupferstich von Frans Hogenberg



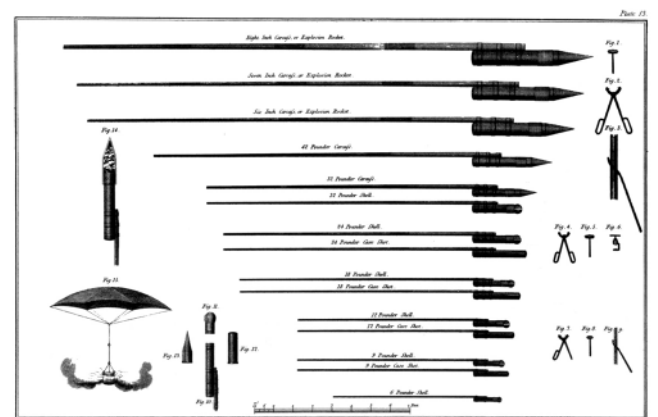
Le feu d'Artifice sur l'Arno - Stich von Jacques Callot, 17. Jahrhundert



Feuerwerk zur Ratifizierung der endgültigen Fassung des Friedensvertrages nach dem 30-jährigen Krieg, Nürnberg 1650; SMPK, Kunstbibliothek, Berlin (OS 2834a), nach: Das Buch der Feuerwerkskunst. Farbenfeuer am Himmel Asiens und Europas, hg. von Gereon Sievernich, Nördlingen 1987



Music for the Royal Fireworks auf der Themse (London, 15. Mai 1749)



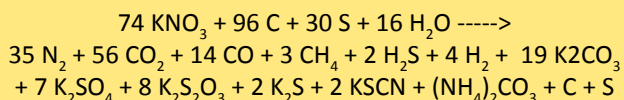
Diverse pyrotechnische Gegenstände; Sir William Congreve, 1814

1.2 Wie funktioniert Pyrotechnik, was passiert bei einer Explosion?

Bei der heutigen Pyrotechnik wird Schwarzpulver mit verschiedenen Mischungen verwendet. Schwarzpulver an sich verbrennt relativ harmlos mit einer hellen Flamme, in Hülsen gepackt kann es sich jedoch explosionsartig entzünden.

Schwarzpulver ist chemisch ein Gemisch aus einem Oxidationsmittel (Kaliumnitrat) und Reduktionsmitteln (Schwefel und Kohlenstoff), das Mischungsverhältnis kann zwischen 60-85 % Kaliumnitrat, 10-25 % Kohle und 0-20 % Schwefel variieren. Die jeweilige Mischung hat einen großen Einfluss auf das Abbrandverhalten.

Schwarzpulver-Reaktion chemisch:



(Russell, M., 2000: The Chemistry of Fireworks, The Royal Society of Chemistry, UK, Cambridge)

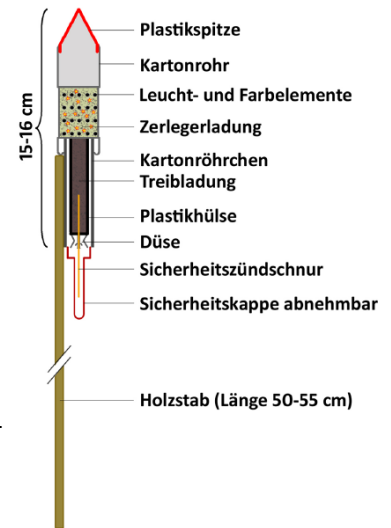
Die **Farben der Feuerwerkskörper** entstehen durch Metallionen, die meist in Form von Salzen (meist Chloriden) beigemischt werden. So leuchtet alles gelb durch Natrium-Ionen, grün durch Barium- oder Kupfer(II)-Ionen, rot durch Strontium-Ionen, silbern durch Magnesium- und Titan-Ionen, purpur durch Rubidium-Ionen, orange durch Calcium-Ionen, blau durch Kupfer(I)- oder Kobalt-Ionen, gold durch Eisen-Ionen und Holzkohle, violett durch Cäsium- oder Kalium-Ionen usw. Leuchtkugeln können schon so gemischt werden, dass sämtliche Farben möglich sind. Damit die Farben richtig zur Geltung kommen, werden dem Gemisch auch Magnesium-Pulver, PVC- und Metall-Späne, Kohlepulver, Aluminiumplättchen u. a. Stoffe beigefügt.

Feuerwerksraketen erzeugen außerdem verschiedenen **laute Geräusche**: Pfeiftöne entstehen durch ein vibrierendes Verbrennen eines Kaliumperchlorat-Gemisches, Salute (Knalleffekte) durch in Hülsen gepresste Blitzknallgemische.

Solche Feuerwerksraketen sind pyrotechnische Fluggeräte, die durch Rückstoß emporsteigen und am Scheitelpunkt ihrer Flugbahn explodieren und verschiedene Effekte verursachen.

Eine Rakete besteht aus

- einem Treibsatz (meist Schwarzpulver, beige-mengt werden oftmals funken-erzeugende Stoffe für einen Funkenschweif),
- einer Effekt-ladung (mit verschiedenen Leucht- und Farbelementen)
- einer Zerleger-ladung (die den Effektsatz weit zerstreut, meist Schwarzpulver)
- einem Leitstab aus Holz (sorgt für eine saubere Flugbahn).



Wenn man von Feuerwerkskörpern spricht, dann sind das explosionsgefährliche Stoffe, aber keine Sprengstoffe (wie Dynamit, TNT, C4).

Eine **Explosion** ist ein chemisch/physikalischer Vorgang, bei dem plötzlich große Energiemengen freigesetzt werden. Diese Energie war zuvor auf kleinem Raum konzentriert und dehnt sich nun sehr rasch aus, was zu einer Stoßwelle = Detonationswelle (Luftdruck, Schalldruck), einem Lichteffekt (Blitz) sowie zu einem Wärmeeffekt (Feuer, Hitze) führt. Ursachen für eine Explosion können eine chemische Reaktion (thermische Reaktion – Oxidation, explosive Stoffe wie Sprengstoffe oder Feuerwerksraketen), eine nukleare Kettenreaktion (Zerfallsprozess, Atombombe), ein Gemisch aus Luft und brennbaren Stoffen (organischer Staub) oder stark komprimierte Gase (physikalische Reaktion, Wasserdampf in einem Gefäß, Gasblase in einem Vulkan) sein.

Explosionen werden unterteilt in

- Deflagrationen - Verpuffungen (schneller Verbrennungsablauf, Explosionsgeschwindigkeit unter der Schallgeschwindigkeit, sehr starker Druckanstieg, Volumsausdehnung der Luft - dumpfer Knall)
- Detonationen (Verbrennungsablauf mit Überschallgeschwindigkeit, stoßwellenartige Volumszunahme, sehr hoher Explosionsdruck - sehr lauter Knall)

Verschiedene Feuerwerkseffekte



Bengalo-Flammen



Blinksterne



Chrysantheme



Crossette



Dahlie



Farfalle-Wirbel



Fontäne



Hanabi



Kometen-Fächer



Palmen



Schmetterling



Sonne - Feuerrad



Vulkan



Wasserfall



Wunderkerze - Sternsprüher

Wenn von Feuerwerken und Knallkörpern gesprochen wird, sei es zu Silvester oder zu anderen Anlässen, so werden sehr oft Argumente genannt, warum solche Feuerwerke für die österreichische Wirtschaft interessant sind.

2.0 Wo und wie wird produziert?

Woher die meisten Feuerwerke und Billigkracher kommen, ist unschwer zu erraten: aus chinesischen Fabriken. China exportiert jährlich rund 325.000 Tonnen Feuerwerksraketen und Böller in alle Welt, im Gegenwert von rund 560 Mio. EUR, rund ein Drittel in die USA und etwa 40 % nach Europa. Mit einem Eigenverbrauch von rund 200.000 Tonnen ist die Volksrepublik der bei weitem größte Verbraucher, Hersteller und Exporteur. Zweitgrößter Feuerwerkskörperhersteller der Welt ist Indien. In Österreich sind es knapp eine Handvoll Betriebe, die pyrotechnische Artikel teilweise noch selbst produzieren, darunter die Firma Pinto aus Niederösterreich, Schickl aus Oberösterreich, die steirische Firma Pyro-Austria oder Liebenwein-Weco aus Kärnten.

2.1 Umsatz und Wertschöpfung durch Pyrotechnik

Vier von zehn ÖsterreicherInnen lassen es zum Jahreswechsel ordentlich krachen. Zwischen Weihnachten und Neujahr wechseln laut Wirtschaftskammer pyrotechnische Artikel wie Feuerwerksraketen, Knaller, Böller oder bengalische Feuer im Wert von mehr als 10 Mio. EUR die Besitzer. Allein 6 Mio. EUR entfallen auf Wien, wo private Feuerwerke offiziell eigentlich verboten sind. Verbundfeuerwerke und einzelne Raketen machen dabei den Löwenanteil aus. Durchschnittliche KundInnen geben dabei 60 EUR für Feuerwerke aus. Aufs ganze Jahr betrachtet „investieren“s omit die ÖsterreicherInnen für ihre Lichtspiele am Himmel viele Millionen EUR.

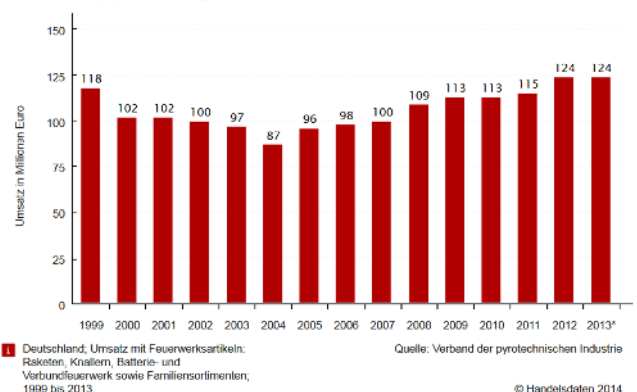
Nebestehende Grafik aus Deutschland, wo genauere Statistiken vorliegen, zeigt die Entwicklung im letzten Jahrzehnt – Österreich hat einen vergleichbaren Markt von rund 13-15 Prozent. Gemäß Statistik Austria betrug bereits im Jahr 2011 die wirtschaftliche Gesamtproduktion der Pyrotechnika in Österreich 14,9 Mio. EUR.

Heute ist der Pyrotechnikmarkt zu mehr als 70 Prozent in Händen großer Ketten (Baumärkte und Lebensmittelkonzerne), die mit Dumpingpreisen operieren. Doch der Umsatz der rund 10.000 FachhändlerInnen stagniert: „Wir verkaufen zwar mehr, aber die Konkurrenz ist durch Diskonter und Großmärkte gewachsen und die Preise sind gefallen“, sagt Robert Siegert, Branchenobmann der Wirtschaftskammer. Trotz einer neuen Zielgruppe – jener der 16-Jährigen, an die seit dem neuen Pyrotechnikgesetz mindergefährliche Artikel wie Blitzknaller oder Babyraketen verkauft werden dürfen, gibt es beim Absatz pyrotechnischer Ware eine Deflation, das heißt einen signifikanten Rückgang des Preisniveaus.

Auch der Chef des Wachauer Familienbetriebs Pinto, Thomas Köchl meint: „Zu verdienen sei mit Krachern längst nichts mehr – gerade einmal zwei Cent pro Packung bleiben beim Händler hängen.“ Früher haben etwa 100 Stück Kracher 100 Schilling gekostet, heute kostet dieselbe Menge 50 Cent. In China kostet die Produktion nur halb so viel wie in Österreich, und da sind die Transportkosten schon eingerechnet. „Ohne Fertigung in China kann man nicht mehr mithalten.“ Pinto produziert zwar noch in der Wachau, lässt aber zusätzlich verstärkt in China fertigen. Jährlich erwirtschaftet die Firma Pinto einen Jahresumsatz von ca. 2 Mio. EUR.

Hans Matthias Liebenwein aus Kärnten fertigt in dritter Generation mit 35 MitarbeiterInnen Raketen, Kugel- und Zylinderbomben, Groß- sowie Bühnenfeuerwerke. Betreffend der Importe aus Fernost meint er: „Chinesische Artikel werden wegen steigender Sicherheitsauflagen, Arbeits- und Transportkosten in Zukunft teurer. Es wird

Silvester-Umsatz mit Feuerwerksartikeln in Deutschland in den Jahren 1999 bis 2013 (in Millionen Euro)



bald möglich sein, in Europa zu denselben Preisen zu produzieren. Noch geht es aber ohne China nicht.“ Liebenwein-Weco macht immerhin fünf Millionen Euro Umsatz im Jahr.

2.2 Import von pyrotechnischen Gegenständen

Hauptsächlich sind damit Feuerwerksraketen sowie Böller und Kracher gemeint. Im Jahr 1999 wurden rund 2.500 Tonnen nach Österreich importiert, wobei etwa 750 Tonnen aus dem damaligen EU-Europa kamen und der Rest aus Drittländern. Dieser Wert hat sich in den letzten Jahren wahrscheinlich nicht wesentlich verändert – genaue Zahlen über Importmengen liegen nicht vor, lediglich Schätzungen. Rund 80 Prozent oder etwa 1.700 Tonnen der österreichischen Importware kommt wahrscheinlich aus China. Mitbewerber sind Tschechien und Slowenien, wo sich viele ÖsterreicherInnen aufgrund der niedrigeren Kosten illegal mit der explosiven Ware eindecken. Denn was viele nicht wissen oder einfach ignorieren: Der Import herkömmlicher Feuerwerkskörper wie auch anderer Pyrotechnika ist – auch aus EU-Staaten – nur lizenzierten Fachbetrieben gestattet. Der Import durch Privatpersonen stellt seit 2005 eine Straftat dar.

2.3 Pyrotechnik als Beruf

Die Branche „Pyrotechnik und Sprengmittel“ ist Teil des „Fachverbands der Chemischen Industrie Österreichs“ der Wirtschaftskammer Österreich mit insgesamt 41.700 Beschäftigten. Der Anteil jener, der sich rein mit Pyrotechnik im Sinne von Feuerwerksraketen, Böllern etc. beschäftigt, bewegt sich im Bereich von einigen Hundert MitarbeiterInnen.

Die **Tätigkeitsmerkmale von PyrotechnikerInnen** im zivilen Bereich lassen sich auf zwei Bereiche zusammenfassen:

- Sie beschaffen und zünden Feuerwerkskörper bei verschiedenen Events und Veranstaltungen bzw. wirken auch bei Lasershows mit Feuerwerksuntermalung mit. Sie beschäftigen sich mit Feuerwerkskörpern, die aus verschiedenen Substanzmischungen („Sätzen“) und einer Papphülse bestehen.

- PyrotechnikerInnen müssen mit dem geltenden Pyrotechnikgesetz vertraut sein und benötigen ebenfalls umfassende Kenntnisse in den Bereichen Warenkunde, Setuptechniken (Aufbau von Feuerwerken), Erste-Hilfe-Maßnahmen und Löschtechniken.

Wichtigste **Anforderungen** für diesen Beruf sind Verantwortungsbewusstsein, technisches Verständnis, Fingerfertigkeit, Unempfindlichkeit der Haut und der Atmungsorgane gegenüber Chemikalien sowie Kreativität und Raumvorstellungsvermögen. Die Ausbildung ist z. T. in der Pyrotechnikgesetz-Durchführungsverordnung geregelt, denn SpezialfeuerwerkerInnen (für das Abbrennen von Großfeuerwerken) müssen das 18. Lebensjahr vollendet haben und der Behörde Fachkenntnisse nachweisen.

Beschäftigungsmöglichkeiten für PyrotechnikerInnen gibt es

- in Freizeiteinrichtungen (Feriendörfer, Kuranstalten, Gesundheitscamps, Clubs/Resorts, Kursveranstalter, Gewerkschaftsheime, Campingplätze) und Casinos,
- bei Fremdenverkehrsverbänden und -institutionen (lokale und überregionale Planungs- und Organisationsstellen) und Reisebüros,
- in der Gastronomie- und Beherbergungs-Branche sowie
- in der Theater- und Show-Branche (oftmals MitarbeiterIn im Bereich Requisite/Beleuchtung); in diesem Fall müssen PyrotechnikerInnen auch Kenntnisse im Waffenrecht besitzen. Diese Beschäftigung wird am besten bezahlt.

Knapp zwei Drittel aller Beschäftigten sind Frauen, oftmals nur als angelernte Arbeiterinnen. Ein großes Problem ergibt sich auch aus der Tatsache heraus, dass Fachkenntnisse fallweise nur in Wochenendkursen erworben werden, was letztendlich immer wieder zu Unfällen bzw. Anzeigen führt. Ein wichtiges Merkmal in diesem Berufszweig ist auch die hohe Zahl der BerufswechslerInnen. Gründe dafür liegen in der geringen Entlohnung, in den unregelmäßigen Arbeitszeiten, in der Saisonarbeit und der hohen Stressbelastung. Außerdem werden eine entsprechende Mobilität sowie die Bereitschaft gefordert, im Ausland zu arbeiten. Gute Ausbildung (mehrere Kurse), Fremdsprachenkenntnisse und Auslandserfahrung steigern aber die Chancen am Arbeitsmarkt.

Jedes Jahr verletzen sich viele Menschen durch die unsachgemäße Lagerung oder Verwendung von pyrotechnischen Gegenständen, immer wieder kommt es sogar zu Todesfällen wie im November 2014 in Kapfenstein in der Steiermark. Pyrotechnikprodukte können sehr leicht zu einer Gefahr werden - jedoch bestehen Risiken nicht nur für VerbraucherInnen, sondern auch bei der Herstellung, im Handel und vor allem für die Umwelt.

3.0 Welche Gefahren gibt es bei der Herstellung?

Die Herstellung von Feuerwerkskörpern unterliegt in Österreich und Deutschland strengen Sicherheitsauflagen, daher gibt es kaum noch Firmen, die größere Mengen herstellen. Die Produktion muss in einzelnen, abgetrennten Räumen stattfinden, um bei einem Unfall nicht die ganze Fabrik zu gefährden. Die Entwicklung von Feuerwerkskörpern darf unter strengen Auflagen ausschließlich von lizenzierten PyrotechnikerInnen mit einer Herstellungsgenehmigung durchgeführt werden. In Mitteleuropa wird zur Verminderung der Gefahren die Herstellung genau geregelt, etwa durch Unfallverhütungs- und Bauvorschriften hinsichtlich der Gebäudeausstattung.

In China hingegen, dem weltweit größten Hersteller von pyrotechnischen Produkten, werden fast alle Produkte von Hand in kleinen Fabriken hergestellt. Die Stadt Liuyang in der südchinesischen Provinz Hunan etwa darf sich mit ihren zahlreichen Pyrotechnik-Betrieben sogar offiziell „Welthauptstadt des Feuerwerks“ nennen.



Katastrophe in Enschede im Jahr 2000

Jedoch kann es und wird es auch in Zukunft keine hundertprozentige Sicherheit geben, und so kommt es gelegentlich zu Zwischenfällen in den Produktionsanlagen; in China und anderen produzierenden Staaten gibt es immer wieder Explosionskatastrophen mit dutzenden Toten. Das größte Unglück in Europa der Nachkriegszeit war die Explosion der Feuerwerksfabrik von Enschede (Niederlande) am 13. Mai 2000, bei der 23 Menschen starben, 947 Personen verletzt und rund 1.500 Häuser beschädigt wurden.

Eine große Gefahr sind Feuerwerkskörper und Böller **Marke Eigenbau** – sehr oft werden diese für den Eigenbedarf hergestellt. Es gibt aber illegale Produktionsstätten für einen großen Schwarzmarkt, wie jene in Kapfenstein in der Südoststeiermark, wo bei einer Explosion im November 2014 Vater und Sohn getötet und mehrere Gebäude zerstört wurden. Über 6.000 illegale Böller mussten anschließend entsorgt und vernichtet werden.



Ein Experte erläuterte gegenüber der Presse, dass die betroffenen Böller mit den Bezeichnungen „Cobra 44“, „Cobra 55“, „Cobra 86“ und „Superböller“ große Mengen an Blitzknallsätzen (bis zu 100 Gramm) enthalten, die „brisanter als Schwarzpulver sind!“ In einem Schweizer Kracher dagegen finden sich nur 0,5 Gramm. Tausende solcher illegaler Böller sind in den Handel gelangt und somit in Österreich noch im Umlauf.

Einerseits sind es die hohen Verbrennungstemperaturen bis 2.300° C, andererseits der enorme Explosionsdruck und extreme Explosionsknall, die bei der (unsachgemäßen) Herstellung von Böllern gefährlich werden. Schon ein Funke, zu viel Reibungswärme oder einfach eine verunreinigte bzw. falsche Chemikalienmischung reichen, um eine Detonation zu verursachen. Außerdem sind solche illegalen Pyrotechnikprodukte nicht handhabungssicher, instabil und sehr sensibel.

3.1 Was muss beim Handel und bei der Lagerung beachtet werden?

Pyrotechnische Produkte unterliegen einer strengen **CE-Kennzeichnung** durch die neue EU-Richtlinie 2013/29/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom Juni 2012 zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Bereitstellung pyrotechnischer Gegenstände auf dem Markt (ABl. Nr. L 178 vom 28.06.2013). Diese Richtlinie legt Kategorien für pyrotechnische Erzeugnisse fest und führt Beschränkungen im Hinblick auf das Mindestalter der Personen ein, die Feuerwerkskörper erwerben und verwenden dürfen. Sie regelt die Eigenschaften dieser Erzeugnisse, nicht aber ihre Herstellung und Lagerung. Die CE-Kennzeichnung gilt für Feuerwerkskörper und Knallkörper, pyrotechnische Gegenstände für Bühne und Theater sowie pyrotechnische Gegenstände für Fahrzeuge (Airbags, Teile von Spannvorrichtungen für Sicherheitsgurte), nicht aber für Zündblättchen für Spielzeuge, Munition für Handfeuerwaffen sowie für pyrotechnische Gegenstände, die zur nicht kommerziellen Verwendung durch die Streitkräfte, die Polizei oder die Feuerwehr bestimmt sind.



Auch das **GHS-Warnzeichen** vor explosionsgefährlichen Stoffen sollte verstärkt Beachtung finden - sowohl bei der Kennzeichnung wie auch bei der Handhabung.

Grundsätzlich sollen Pyrotechnikprodukte nur im Fachhandel gekauft werden. Trotzdem seien nach Mitteilung des Branchensprechers des österreichischen Pyrotechnikhandels bei der WKO auch HändlerInnen nicht davor gefeit, täuschend echt aussehende, jedoch illegal produzierte Ware in gutem Glauben zu erwerben und weiter zu verkaufen. Für KonsumentInnen sind solche gefährlichen Produkte nicht erkenntlich und daher bleibt immer ein Restrisiko!

Pyrotechnische Gegenstände „nach dem alten Pyrotechnikgesetz 1974 ohne CE-Kennzeichen“, welche vor dem 4. Juli 2010 in Österreich eingeführt wurden, dürfen noch bis 4. Juli 2017 verkauft, besessen und verwendet werden, und haben die alte

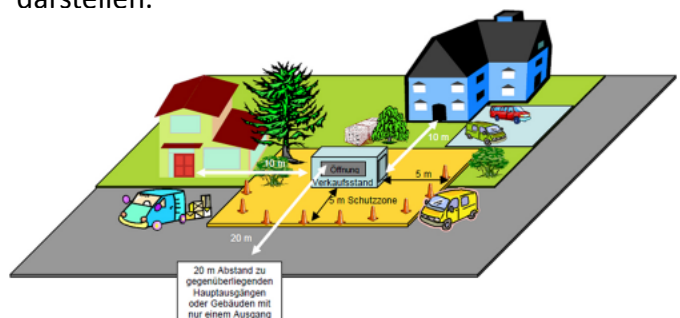
Kennzeichnung zu tragen (Bezeichnung, Klassenzugehörigkeit, Abgabebestimmung an Jugendliche). Bei Produkten der „Kategorie F2 ohne CE“ (ehem. Klasse II) bedeutet dies max. 50 g Gesamtsatzgewicht (NEM). Für pyrotechnische Gegenstände der „Kategorie F2 mit Blitzknallsätzen“ (ehem. Klasse II) sind der Verkauf und das Überlassen seit 4. Juli 2013 verboten. Vom Konsumenten dürfen solche Produkte jedoch noch bis 4. Juli 2017 besessen und verwendet werden (gem. § 34 und § 47 PyroTG 2010).



Beim Verkauf von Feuerwerksartikeln ist durch den/die VerkäuferIn auf die **Beachtung der Gebrauchsanweisung** aufmerksam zu machen, was aber häufig vernachlässigt wird.

In Österreich gilt außerdem die Pyrotechnik-Lagerverordnung (BGBl. II Nr. 252/2004, Änderung BGBl. II Nr. 399/2011) für gewerbliche Betriebsanlagen, sowohl für Produktions- wie für Handelsbetriebe. Im Pyrotechnikfachhandel gibt es kaum Probleme, sehr wohl aber bei den Verkaufsständen an Straßen, vor Supermärkten oder Baumärkten.

Für die Lagerung bis zu 100 kg der Kategorien F1 und F2 in Verkaufsständen bzw. Verkaufscontainern beträgt die Schutzzone mind. 5 Meter, zusätzlich muss zu Ausgängen von Gebäuden ein Abstand von mind. 10 m eingehalten werden. Öffnungen eines Verkaufsstandes dürfen nicht in die Richtung von Ausgängen von Gebäuden weisen, die weniger als 20 m entfernt sind, da diese evtl. den einzigen Fluchtweg aus diesem Gebäude darstellen.





Die Lagerung von pyrotechnischen Gegenständen ist für Privatpersonen nicht vorgesehen. Sollte es dennoch notwendig sein, im Zeitraum vom Kauf bis zur Verwendung diverse Feuerwerksartikel der **Kategorien F1 oder F2** in Privaträumen (Abstellräume, Keller) aufzubewahren, dann sind folgende Regeln unbedingt zu beachten:

- keine Aufbewahrung in Wohnräumen,
- keine Aufbewahrung in Fahrzeuggaragen oder den Fahrzeugen selbst,
- keine Aufbewahrung in Treppenhäusern,
- keine Aufbewahrung in Räumen, in denen Brennstoffe wie Benzin, Heizöl oder Ähnliches gelagert wird,
- keine Aufbewahrung in Heizräumen oder Räumen mit anderen Zündquellen,
- keine Aufbewahrung im Bereich von Fluchtwegen (damit kein Fluchtweg versperrt wird),
- Gegenstände kühl und trocken aufbewahren. Feuerlöscher in einem Vorraum bereitstellen.
- Zugriff durch Unbefugte (insbesondere Kinder) verhindern!
- Alte und nicht gebrauchte pyrotechnische Gegenstände (Feuerwerksraketen, Böller, Knaller) nicht irgendwo einlagern - am besten verbrauchen oder wie folgt vorgehen:
 - beim Händler zurückgeben, bei dem man die Feuerwerkskörper ö. ä. gekauft hat,
 - in ein Gefäß mit Wasser legen, gut durchnässen und dann in feuchtem Zustand in einem Behälter bzw. Plastikbeutel verschlossen im Abfallcontainer (schwarze Tonne) entsorgen,
 - bei größeren Mengen Polizei bzw. Feuerwehr informieren und den Anweisungen dieser Organe Folge leisten!

Pyrotechnische Gegenstände der **Kategorien F3 und F4** sollten aufgrund des hohen Gefahrenpotentials im Privatbereich überhaupt nicht gelagert werden, auch wenn die Berechtigung zum Besitz und zur Verwendung dieser Artikel vorhanden ist.

3.2 Welche Auswirkungen gibt es auf die Mitwelt?

Hier muss zwischen der belebten und unbelebten Umwelt unterschieden werden, außerdem gibt es mannigfaltige Auswirkungen auf den Menschen selbst. Jede Verwendung von pyrotechnischen Gegenständen belastet die Umwelt durch Lärm, Lichterscheinungen bzw. Luft und Boden durch die entstehenden Reaktionsprodukte.

3.2.0 Auswirkungen von Feuerwerken auf die Luftqualität

Wie wissenschaftliche Untersuchungen gezeigt haben, hinterlassen Feuerwerke noch lange nach dem Detonationen und Leuchterscheinungen vorbei sind ihre Spuren in der Luft. In vielen Städten und deren Umfeld kann man insbesondere nach den jährlichen Silvesterfeuerwerken erhöhte Partikelkonzentrationen (Rauch, Ruß, Feinstaub) feststellen, ebenso hohe Konzentrationen von



«Pulverdampf» aus einem Mix aus Feinstaub und anderen Schadstoffen

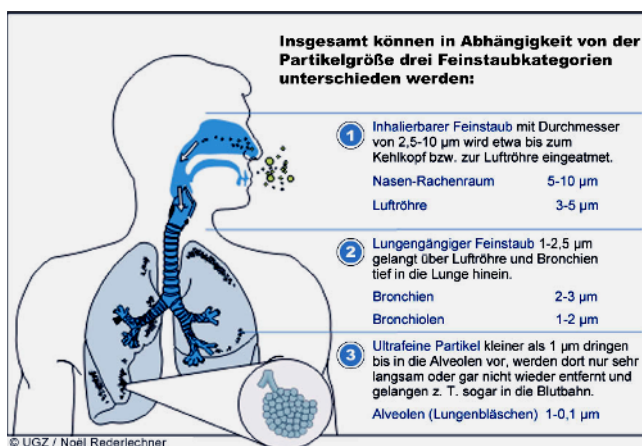
Metallionen wie Magnesium u. a., die bei der Verbrennung der Feuerwerkssätze entstehen. Beim Abbrennen von Feuerwerken entstehen aus dem Hauptbestandteil Schwarzpulver als feste Reaktionsprodukte (Partikel) Kaliumcarbonat, -sulfat und -sulfid sowie nicht verbrannter Schwefel. Daher werden diese auch in Verbindung gebracht mit anderen Luftschadstoff-Molekülen wie Stickstoffdioxid (NO_2) und Schwefeldioxid (SO_2).

Diese sind oftmals in Kombination mit Schwebstaub zu finden und führen beim Menschen zu Reizungen von Schleimhäuten (Augen, obere Luftwege) und Kopfschmerzen. Besonders gefährdet sind Menschen mit Atemwegserkrankungen wie Asthmakranke, aber auch Kleinkinder.

Feinstaub

Um die Gesundheit der Menschen zu schützen, hat die EU-Kommission verbindliche Grenzwerte für Feinstaub (und weitere Schadstoffe) festgelegt. Diese gelten seit dem 1. Jänner 2005 in allen EU-Mitgliedstaaten. Für Feinstaub PM_{10} gilt ein Tagesmittelwert von $50 \mu g/m^3$, dieser darf nicht öfter als 35-mal im Jahr überschritten werden.

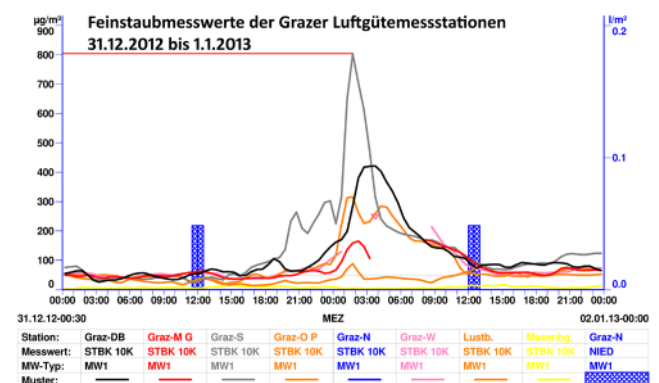
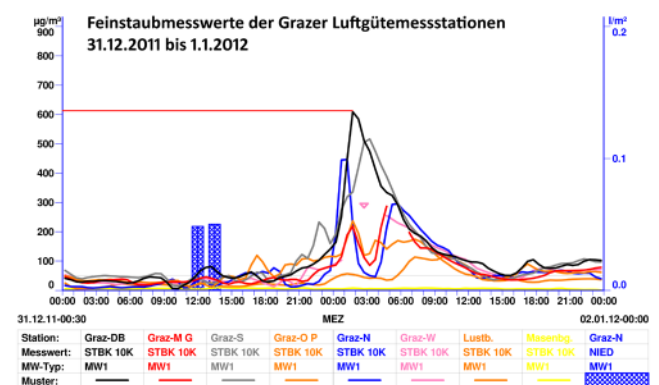
Als Feinstaub bezeichnet man alle in der Luft schwebenden Teilchen, deren Durchmesser kleiner als 10 Mikrometer ($10 \mu m$), also kleiner als 1/100 Millimeter ist. Aufgrund der englischen Bezeichnung „particulate matter“ und des Größenbereiches unter 10 Mikrometer nennt man Feinstaub auch PM_{10} . In diesen Größenbereich fallen natürliche Teilchen wie feinsten Gesteinsstaub oder Pollenfragmente, vorrangig aber Teilchen, die durch menschliche Tätigkeit oder Verbrennungsprozesse entstehen. Das können Feinstäube aus Industrieschornsteinen, aus Heizungsöfen, aus Verbrennungsmotoren, aber auch Abriebprodukte aus dem rollenden Verkehr (Reifenabrieb) oder von Brauchtumsfeuern oder Feuerwerken sein.



Alle diese Feinstaubteilchen haben eine hohe Lungengängigkeit, man kann sie also aufgrund ihrer geringen Größe bis in die Lunge einatmen, ohne dass sie vorher schon durch Nasenhaare oder Schleimhäute aufgehalten worden wären.

Je kleiner die Teilchen, desto tiefer können sie in die Lunge eindringen, die kleinsten Teilchen („Feinstaub“) gelangen sogar bis in die Alveolen (Lungenbläschen). Eine hohe Belastung kann dann, v. a. bei vorbelasteten Personen (AsthmatikerInnen), zu Atemwegsproblemen führen. Grundsätzlich sind gesundheitliche Folgen von Feinstaub Husten, vermehrte Infekte der oberen und unteren Atemwege, Schnupfen, Bronchitis, Atemnot bis hin zu Asthmaanfällen, Erkrankungen des Herz-Kreislaufsystems, Lungenkrebs usw.

Die Problematik der Osterfeuer wurde in den vergangenen Jahren intensiv diskutiert, die durch sie verursachten Luftbelastungen haben zum regionalen Verbot dieser Brauchtumsveranstaltungen (etwa im Großraum Graz) geführt. Meist unbeachtet blieb jedoch die Feinstaubbelastung zu Silvester in Folge der nächtlichen Feuerwerke, wobei hier stets ähnlich hohe Spitzen bei den Messwerten erreicht werden wie in der Osternacht. Insbesondere in Inversionsgebieten können sich dann die Schadstoffkonzentrationen aufgrund der fehlenden Luftdurchmischung eine geraume Zeit halten.



So haben etwa die Nächte zum Jahreswechsel 2011/2012 sowie 2012/2013 mit ihren Silvesterfeuerwerken in Graz für Rekordwerte gesorgt, wie

die beiden Grafiken des Referats Luftreinhaltung der Abt. 15 des Amtes der Stmk. Landesregierung zeigen. Mit bis zu 800 µm Feinstaub wurde der gesetzliche PM₁₀-Wert um das bis zu 15-Fache überschritten.



Aufgrund der enormen Feinstaubbelastung hat die Grazer Stadtregierung beschlossen, dass zu Silvester 2014/2015 kein offizielles Feuerwerk am Grazer Schlossberg abgebrannt wird! Viele andere Städte in Österreich haben bereits ebenfalls solche Beschlüsse gefasst.

Chemikalien und Metallionen

Doch nicht nur Feinstaub, auch andere durch Feuerwerkskörper und Böller produzierte Luftschadstoffe sind problematisch.

So zeigte sich bei Untersuchungen, dass in der Vergangenheit in rund einem Viertel der Raketen das europaweit verbotene, toxische und krebserregende **Hexachlorbenzol** (langlebiger organischer Schadstoff) enthalten war. Diese Chemikalie reichert sich in der Umwelt in Nahrungsketten an und wird nur sehr langsam photochemisch bzw. mikrobiologisch abgebaut. Neue Tests im Jahr 2012 in mehreren europäischen Ländern (darunter auch des österreichischen Umweltbundesamts) ergaben, dass nur mehr bei rund 10 % der untersuchten 440 Proben ein Hexachlorbenzol-Gehalt über dem erlaubten Grenzwert nachweisbar war. Die beanstandeten Raketen stammten überwiegend aus China.

Auch **Dioxine** können sich durch Feuerwerksraketen bilden, wenngleich hier Brauchtumsfeuer (durch die Mitverbrennung von Abfällen) eine bedeutendere Dioxinquelle darstellen.

Über **Metallionen** als Luftschadstoff nach Feuerwerken gibt es in Österreich kaum wissenschaftliche Studien, weil Art und Menge der den Feuerwerkskörpern beigelegten Metalle sehr unübersichtlich ist. Grundsätzlich finden sich, in unterschiedlichem Umfang, Metallionen in allen staub- und gasförmigen Emissionen aller Verbrennungsprozesse. Die in den Feuerwerksraketen verwendeten Spurenelemente (zum Teil auch Schwermetalle) werden meist in relativ ungefährlichen Oxiden, Karbonaten und Sulfaten im Gesamtstaub zu finden sein, aber toxische Inhaltsstoffe wie Arsen, Borsäure, Quecksilber, Selen u.v.a.m. haben ein hohes Gefährdungspotential, sind beim Einatmen giftig oder krebserregend oder reichern sich in der Umwelt an. Eine Messung der Technischen Universität Wien hat nach dem Silvesterfeuerwerk 2007/2008 in Saalbach die Deposition von Schwermetallen aus Effektsätzen nachweisen können. Eine der Proben enthielt 3.400 µg Barium pro kg Schnee, fast 800-mal mehr als vor dem Feuerwerk, umgerechnet waren es fast 1 µg Barium pro cm² Schnee (Barium ist atemwegs- und lungenschädlich und umweltgefährdend).



Viele Substanzen, die bei Verbrennung entstehen, sind reizend, mindergiftig oder auch giftig. **Ammoniumcarbonat**, das nach Verbrennen von Schwarzpulver entsteht, kann durch Einatmen oder auch direkten Kontakt Schäden anrichten. Es reizt die Haut, Lunge, Schleimhäute und Augen und verursacht Hustenanfälle. Auch ätzende Substanzen, wie z. B. Kaliumsulfid können entstehen. Deswegen sollte man versuchen, entstehenden Rauch nicht einzusatmen.

Einen Überblick bietet das Informationsblatt „Gefahrenstoffe in Silvesterraketen“ beim Stundenbild „Feinstaub zu Silvester“ im Unterrichtspraktischen Teil dieser Handreichung.

3.2.1 Feuerwerke und Abfall

Abgebrannte Böller auf den Straßen, Gehsteigen und in Gärten sowie Reste von Feuerwerksraketen – vor allem zu Silvester – sind weiträumig verstreut. Vor allem in milden Silvesternächten sind viele Menschen unterwegs und hinterlassen – zusätzlich zu den Resten von Raketen und Knallern – auch große Mengen anderen Müll.



In Großstädten müssen zu Silvester dutzende Kubikmeter gemischte Abfälle entsorgt werden, in Graz kommen allein am Schlossberg an die 4 m³ zusammen und in Wien sogar um die 400 m³, die sehr hohe Entsorgungskosten verursachen.



Problematisch sind dabei die nicht explodierten Feuerwerkskörper bzw. Böller („**Blindgänger**“), die eine latente Gefahr darstellen, da sie noch die Schwarzpulver-Sätze beinhalten. Sowohl für das Straßenreinigungspersonal, für Wild- und Haustiere und vor allem für spielende Kinder sind solche Blindgänger möglicherweise gefährlich. Defekte und nicht abgebrannte Feuerwerkskörper sollten nur dann mit dem Hausmüll entsorgt werden, wenn sie gut durchfeuchtet wurden. Größere Mengen bzw. z. B. große Kugelbomben bei Feuerwehr oder Polizei melden und den Anweisungen dieser Organe folgen.

3.2.2 Pyrotechnik und Lärmbelastung

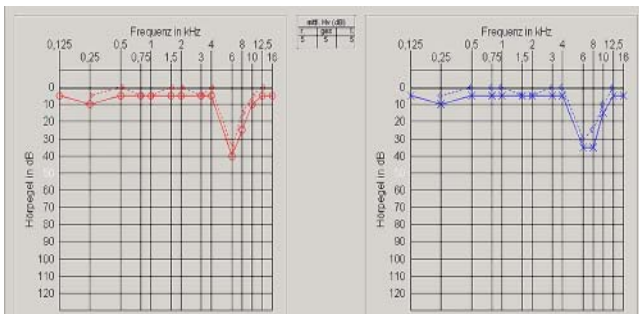
Lärm ist in Österreich „Materienrecht“, d. h. dass die Rechtsgrundlagen für die Lärmbekämpfung auf viele verschiedene Gesetze und Verordnungen verteilt sind. Nach dem Pyrotechnikgesetz gelten für die Verwendung von Pyrotechnikprodukten folgende lärmrelevante Bestimmungen (gekürzte vereinfachte Texte):

- § 11 - Feuerwerkskörper werden entsprechend ihrer Verwendungsart oder ihrem Zweck und dem Grad ihrer Gefährlichkeit einschließlich ihres Lärmpegels unterteilt.
 - o Kategorie F1 – Feuerwerkskörper, die einen vernachlässigbaren Lärmpegel besitzen.
 - o Kategorie F2 – Feuerwerkskörper, die einen geringen Lärmpegel besitzen.
 - o Kategorien F3 und F4 – Feuerwerkskörper, deren Lärmpegel die menschliche Gesundheit nicht gefährdet.
- § 28 - Pyrotechnische Gegenstände der Kategorien F3 und F4 sind nur aufgrund einer behördlichen Bewilligung erlaubt, die erteilt werden kann, wenn unzumutbare Lärmbelästigungen vermieden werden.
- § 29 - Böllerschießen ist nur aufgrund einer besonderen Bewilligung gestattet, wenn unzumutbare Lärmbelästigungen vermieden werden.
- § 34 - Verboten sind Besitz, Verwendung, Überlassung und Inverkehrbringen von pyrotechnischen Gegenständen der Kategorie F2, die einen Blitzknallsatz enthalten.
- § 38 - Die Verwendung pyrotechnischer Gegenstände der Kategorie F2 im Ortsgebiet ist verboten. Der Bürgermeister kann mit Verordnung bestimmte Teile des Ortsgebietes von diesem Verbot ausnehmen, sofern nach Maßgabe der örtlichen Gegebenheiten durch die Verwendung unzumutbare Lärmbelästigungen vermieden werden.
- § 39 - Pyrotechnische Gegenstände der Kategorie F2 (Feuerwerkskörper, die eine geringe Gefahr darstellen, einen geringen Lärmpegel besitzen und die zur Verwendung in abgegrenzten Bereichen im Freien vorgesehen sind) dürfen innerhalb oder in unmittelbarer Nähe größerer Menschenansammlungen nicht verwendet werden.

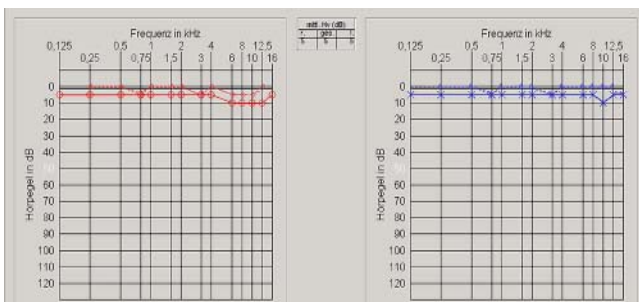
Schalldruckpegel von Feuerwerken erreichen enorme Werte, Großfeuerwerke etwa haben bei einer Steighöhe von mehreren dutzend bis 350 m Höhe doch schon eine gewisse Entfernung zum Betrachter, trotzdem werden vereinzelte Schalldruckpegel von über 160 dB gemessen, die noch immer rund 115 dB_(A) ergeben, wenn bei der Bewertung die Frequenzabhängigkeit der menschlichen Lautstärkewahrnehmung berücksichtigt wird. Ab 120 dB_(A) empfinden Menschen den Lärm (Knall) als unerträglich laut und dieser Wert gilt als Schmerzgrenze. Schon bei kurzzeitiger Einwirkung können Gehörschäden entstehen.

Die Explosion von Krachern oder Böllern nahe am Ohr kann somit zu Knalltraumata führen. Dabei wird die Hörleistung des Ohres auf Tage hinweg vermindert. Passiert dies regelmäßig, wird eine dauerhafte Hörschädigung die Folge sein.

Wie massiv die Hörbeeinträchtigung sein kann, zeigen Grafiken der Medizinischen Universität Graz (HNO-Universitätsklinikum, Univ.-Prof. Dr. Walch).



Verminderte Hörleistung (linkes und rechtes Ohr) im Frequenzbereich zwischen 4.000 und 10.000 Hertz als Folge einer nahe an beiden Ohren stattgefundenen Explosion eines Schweizer Krachers in einem geschlossenen Raum (geschätzt 160-190 dB, 1-3 ms).



Vier Tage später haben sich die Ohren mittels Therapie wieder einigermaßen erholt.

Die Prognose für die Heilung eines Knalltraumas ist generell sehr gut. In der Regel erfolgt innerhalb von 6 Wochen nach dem Ereignis eine Besserung der Beschwerden – oft bis zur vollständigen Wiederherstellung. Beschwerden, die nach 6 Wochen noch immer bestehen, können dann häufig nicht mehr therapiert werden. Weitere Auswirkungen von Knalltraumata sind Tinnitus (Ohrgeräusche), Hyperakusis (Geräuschüberempfindlichkeit), Schwindel und Gleichgewichtsstörungen.

Interessant in diesem Zusammenhang sind Vorgabe des **Gesetzestextes und Realität**: Danach dürfen pyrotechnische Gegenstände der Kategorie F1 schon von Kindern ab 12 Jahren verwendet werden, wenn ein Sicherheitsabstand von 1 m eingehalten wird (max. 120 dB_(A)) – in der Realität wird dieser Abstand oftmals unterschritten. Ebenso werden die Sicherheitsabstände für Produkte der Kategorien F2 (8 m bei max. 120 dB_(A)) bzw. F3 (15 m bei max. 120 dB_(A)) kaum eingehalten. Somit sind insbesondere männliche Jugendliche, die eine wesentliche Hauptnutzergruppe von pyrotechnischen Gegenständen darstellen, enorm gefährdet.



Guten Schutz bieten schon einfache und billige Gehörschutzstöpsel, die es in Apotheken, Drogeriemärkten sowie Baumärkten zu kaufen gibt!

3.2.3 Auswirkungen von (Feuerwerks)Lärm auf die Tierwelt

Die Wirkung von Lärm auf Tiere lässt sich nur sehr schwer einschätzen und kaum verallgemeinern. Und sie ist, soweit überhaupt bekannt, nicht immer dieselbe. Die Schäden, welche als Folgen von

Lärm bei Tieren nachgewiesen sind, reichen - je nach Tierart und Lärmform - von einer Erhöhung der Aufmerksamkeit und der Herzfrequenz über Ausweichbewegungen und teilweise lebensgefährlichen Gehörschäden bis zu Aborten, panischer Flucht mit gelegentlichen Todesfolgen und zur Vertreibung oder Schädigung ganzer Populationen. Während sich manche Arten an gewisse Formen von Lärm durchaus gewöhnen können, wirken sich in wenig lärmbelasteten Regionen unvorhergesehene Störungen (Helikopter, Sporttreibende oder Feuerwerkslärm) oft verheerend aus.

Je nach Art, individueller Erfahrung, Lebensphase, Lebensraum und Eigenschaften des Lärms sind bei verschiedenen Tiergruppen unterschiedliche Auswirkungen zu beobachten. Mögliche schädliche Folgen sind Störungen der Orientierung und der Kommunikation (Maskierung), Scheueffekte und diverse anatomisch-physiologische Effekte wie Gehörschäden oder erhöhter Blutdruck. Andererseits kann es sogar sein, dass Lärm indirekt eine positive Wirkung auf eine Art hat, wenn dadurch ihr Hauptfeind oder Konkurrent verschwindet. Im Folgenden einige Beispiele von Lärmauswirkungen auf verschiedene Tiergruppen.

Wirbellose

Diese Tiergruppe wurde bisher kaum auf die Wirkung von Lärm untersucht. Es gibt nur vereinzelt festgestellte Reaktionen auf höhere Schallintensitäten. Dazu gehören reduzierte Nahrungsaufnahme und erhöhte Mortalität bei Garnelen oder eine stark reduzierte Eiproduktion bei Mehlmotten. Heuschrecken sind in ihrer akustischen Kommunikation gestört. Untersuchungen an Wirbellosen in Zusammenhang mit Feuerwerken oder Böllerexplosionen sind keine bekannt.



Fische

Die meisten Arten können Schall sehr gut wahrnehmen, „aber den Fischen sieht man halt nicht an, wie sie sich fühlen.“ Daher wäre eine nega-

tive Auswirkung von Lärm durchaus denkbar. Für Schallintensitäten von über 90 dB wurden negative Wirkungen wie Fluchtverhalten und eine reduzierte Wachstumsrate festgestellt. Silberkarpfen (aus Ostasien stammender Karpfen, der auch bei uns vorkommt) zum Beispiel springen bei Motorbootslärm aus dem Wasser.



Amphibien

In dieser Tiergruppe sind vor allem die Froschlurche beeinträchtigt. Zwar gibt es Hinweise darauf, dass Frösche mit hoher Lärmbelastung durchaus klar kommen, trotzdem kann Lärm bei



ihnen ähnliche Probleme verursachen wie bei Vögeln, denn auch sie sind vor allem in der Paarungszeit auf akustische Kommunikation angewiesen. Durch Lärm können diese wichtigen Signale unkenntlich gemacht (maskiert) und somit nicht mehr gehört werden.

Reptilien

Studien zu dieser Tiergruppe in Zusammenhang mit Lärm sind kaum vorhanden. So gibt es nur wenige Hinweise auf Störung durch Lärm. Die meisten Reptilien können nicht besonders gut hören, Schlangen sind sogar fast taub.

Vögel

Eine große Studie aus den Niederlanden belegt, dass es in der Nähe von stark befahrenen Straßen artabhängig besonders bei Singvögeln zu einer Abnahme der Populationsdichte kommt. Dies gilt für Wald- wie für Wiesenvögel. Wahrscheinlicher Hauptgrund ist die Maskierung der Reviergesänge durch den Straßenlärm. Allerdings ist das nur

bei einem Teil der Arten nachweisbar. Einige Arten kommen im verlärmten Straßenbereich sogar häufiger vor, und zwar in jenen Fällen, wo die natürlichen Feinde dieser Arten vom Lärm vertrieben werden.



Eine weitere in den Niederlanden durchgeführte Studie erbrachte erstaunliche Ergebnisse in Zusammenhang mit Silvesterfeuerwerken. Mittels eines hochempfindlichen Wetterradars konnte nachgewiesen werden, dass noch lange nach Mitternacht in Höhen bis fast 1.000 m über dem Grund eine erhöhte Vogelflugaktivität zu verzeichnen war. In einigen Fällen war klar zu erkennen, dass die aufgeschreckten Vögel dicht besiedeltes Gebiet (also mit viel Feuerwerk!) sogar ganz verließen. Die stärksten Fluchtreaktionen gab es an Gewässern und in Feuchtgebieten, wo es zahlreiche Schutzgebiete (u. a. Natura-2000-Gebiete) gab.

Zur Brutzeit durchgeführte Feuerwerke an oder über Gewässern, bei denen die Spiegelung im Wasser für das Publikum einen Zusatzeffekt liefert, führen zu einer Schmälerung des Bruterfolgs. Als Folge des Lärms verlassen Elternvögel mitunter die zu bebrütenden Eier oder die geschlüpften Jungvögel, mit dem Ergebnis, dass diese zu stark auskühlen und sterben.

Allgemein lässt sich feststellen, dass Stadtvögel wie Amseln und Meisen deutlich mehr an Lärm gewöhnt sind, weshalb ihnen ein Feuerwerk „relativ“ wenig ausmacht. Hingegen werden Vögel, die in der freien Natur leben, durch die Knallerei eher aufgeschreckt und in die Flucht getrieben.

In Menschenobhut gehaltene Vögel wie Wellensittiche beginnen, aufgeschreckt vom Feuerwerk, in ihrem Käfig panisch umherzuflattern. Verletzungen am Kopf, gesplitterte Schnäbel, Knochenbrüche an den Flügeln und an den Beinen sowie Gehirnerschütterungen sind typisch für diese Situation.

Nicht unterschätzt werden darf die Blendwirkung

von Feuerwerksraketen. Auch sie trägt bei Vögeln maßgeblich zu einem Verlust des Orientierungsvermögens bei.

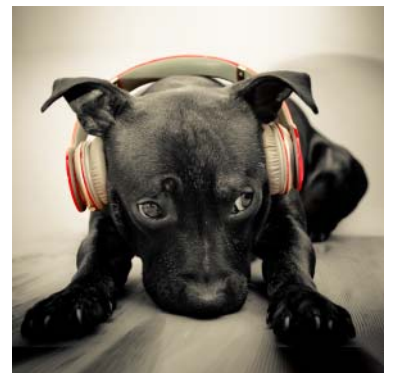
Eine Studie über Spatzen an der George Mason University von San Francisco erbrachte, dass diese Vögel in den vergangenen 40 Jahren immer lauter zwitscherten - um den Lärm der Umgebung zu übertönen. Aber nicht nur das, einige Spatzen wechselten sogar ihren Liedtext. Sie singen heute andere Melodien und wechseln dabei auch noch die Tonlage - „weil sie diese lauter singen können“, so das Ergebnis der Studie.

Säugetiere

Wie für uns Menschen, so hat Lärm auch für zahlreiche Säugetiere diverse negative Auswirkungen. Dazu gehören Gehörschäden, Stress, Probleme beim Beutefang, Flucht, usw. Besonders empfindlich sind Meeressäuger wie Wale, da sie auf akustische Signale für Kommunikation, Orientierung und Beutejagd angewiesen sind.

Eine Beeinträchtigung der Orientierung bei Fledermäusen ist eher unwahrscheinlich, weil dafür hauptsächlich hohe Frequenzen benutzt werden, welche von den vorwiegend niederfrequenten menschlichen Lärmquellen nicht gestört werden. Zudem zeigen Beobachtungen an lauten Standorten wie Straßen ein normales Jagdverhalten, und die Tiere übernachten ja teilweise sogar an sehr lauten Orten wie etwa in Kirchtürmen oder unter Straßenbrücken. Fledermäuse können durchaus mit beträchtlichem Lärm zurechtkommen. Dennoch belegt eine Studie über das Große Mausohr auch negative Effekte von Lärm. So jagen nämlich Tiere, die ihre Beute durch deren Krabbelgeräusche erkennen, lieber in der leisen Umgebung.

Ganz offensichtlich wird das Leiden der Tiere in Zusammenhang mit Feuerwerken und Böllern bei unseren Haustieren. Katzen und Hunde besitzen ein weit empfindlicheres Gehör als der Mensch. Dementsprechend wirken



sich Explosionsgeräusche bei ihnen aus wie eine akustische Folter. Freilaufende Hunde und Katzen können sich in der Panik weit von ihrem Zuhause entfernen und verirren, oder sie reagieren mit Erbrechen, Durchfall und sogar Herzproblemen.



Anders bei manchen ausschließlich im Haus gehaltenen Katzen, bei denen sich der Stress während des mitternächtlichen Feuerwerks durchaus in Grenzen hält und Tiere mancherorts mehr oder weniger beeindruckt das Feuerwerk vom Fenster aus beobachten. Dies sind, das sei betont, Ausnahmefälle.

Hunde oder Katzen, die der Detonation eines Böllers unmittelbar ausgesetzt sind, können langanhaltende Knalltraumata bis hin zu irreversiblen Gehörschäden erleiden. Jedes Jahr müssen etliche Blindenführhunde stressbedingt "ausgemustert" werden oder benötigen ein kostspieliges zusätzliches Training, damit ihre Probleme, hervorgerufen durch das laute Krachen von Feuerwerkskörpern, beseitigt werden können.

Hasen, Meerschweinchen und sogar Frettchen können, ähnlich wie Vögel, leicht erschrecken und als Folge eines lauten Knalls einen Herzstillstand erleiden. Bei Hirschen kann Feuerwerkslärm zum sogenannten "Angstharnen" führen. Durch diese unphysiologische, vermehrte Harnabgabe wird dem Körper unnötig Flüssigkeit entzogen.

Ob sich Feuerwerke auf die Legeleistung von Hühnern bzw. die Milchleistung von Kühen auswirken, kann nicht gesagt werden, da seriöse Studien dazu fehlen.

Zusammenfassung

Silvesterfeuerwerke, Böller und Knallkörper beeinträchtigen nicht nur uns Menschen, sondern auch

Haus-, Nutz- und Wildtiere, insbesondere Vögel. Als besonders groß wird die Störung in Gegenden empfunden, die normalerweise als ruhig und wenig lärmbelastet gelten. Panikartige Flucht beim Wild und bei Haustieren mit Verletzungs- und Todesfolge ist nicht selten das Resultat solcher Lärmeinwirkungen. Erheblich größer als zu Silvester sind die Auswirkungen von Feuerwerken, die unter dem Jahr stattfinden. Speziell die Brutsaison der Vögel gilt als hochsensibel.

Eine gänzliche Entschärfung dieses Lärmproblems wäre nur dann möglich, wenn keine Kracher mehr verkauft werden dürfen. Da dies aber unrealistisch ist, wird zur Vorsorge empfohlen, Haustiere bei Feuerwerken im Haus an einen Ort zu bringen, an dem sie sich sicher fühlen oder verstecken können. Außerdem ist die Nähe einer Person, zu der sie Zutrauen haben, empfehlenswert.

3.3 Unfälle und Verletzungen durch pyrotechnische Gegenstände

Hier sind die Gefahren für VerbraucherInnen am größten, entstehen die vielen Unfälle und Verletzungen doch meist dadurch, dass Gebrauchsanweisungen nicht gelesen oder befolgt werden oder weil unsachgemäß mit Pyrotechnikprodukten hantiert wird. Obwohl das eigene Herstellen von Feuerwerkskörpern verboten ist, werden vor allem Böller und Kracher illegal hergestellt, zum Teil für den Selbstgebrauch, teilweise aber auch für den illegalen Verkauf (siehe dazu Kapitel 3.0 „Welche Gefahren gibt es bei der Herstellung?“). Doch auch im Handel werden immer wieder pyrotechnische Gegenstände an zu junge Personen verkauft.



Wiener Stephansplatz

So schrieb der KURIER am 24. Nov. 2014: „Die Folgen dieser Fahrlässigkeit im Handel sind 600 Verletzte rund um den vergangenen Jahreswechsel 2013, um 200 mehr als noch im Jahr 2010. Stolz 97 Prozent dieser Spitalspatienten sind männlich, zwei Drittel unter 25 Jahre.“ (Anm.: Bei 77 Testkäufen wurden in 25 Fällen die Böller an Kinder und Jugendliche verkauft. Dass den Händlern bis zu 10.000 EUR Strafe droht, scheint kaum Auswirkungen zu haben.)

Unfälle durch Feuerwerkskörper sind weltweit eine regelmäßige und tragische Begleiterscheinung von (Silvester)Feuerwerken. Nicht selten sind es Kinder und Jugendliche, die in Unkenntnis der drohenden Gefahren sorglos mit Raketen, Böllern und diversen anderen Knallkörpern umgehen - manchmal mit verheerenden Folgen. Alleine in Österreich müssen jedes Jahr bis zu 400 Menschen in Krankenhäusern behandelt werden, weil sie sich beim Hantieren mit pyrotechnischen Produkten verletzt haben. Das Schlimme daran, mehr als ein Drittel davon sind Kinder unter 14 Jahren!



Was sind die Ursachen der vielen Unfälle?

Im Wesentlichen gibt es zwei Hauptursachen: Oftmals ist es purer **Leichtsinn**, wenn Böller oder Schweizer Kracher einfach in Menschenmengen geworfen werden oder wenn das farbenfrohe Spektakel explodierender Feuerwerksraketen nicht am Himmel, sondern auf dem Hausdach, in der Wohnung oder am Boden inmitten von Menschenansammlungen stattfindet.



Problematisch ist, dass vor allem Kinder und Jugendliche im Umgang mit Silvesterraketen und anderen pyrotechnischen Gegenständen kaum geschult sind.

Die zweite Hauptursache für Unfälle und Verletzungen liegt in der Beschaffenheit der pyrotechnischen Erzeugnisse an sich. Denn viele Produkte sind **illegale Billigerzeugnisse**, die im benachbarten Ausland gekauft wurden. Die Preise dieser Böller und Raketen sind zwar günstig, sie sind aber alles andere als sicher und ihre Wirkung kann verheerend sein - von abgerissenen Extremitäten und schweren Verbrennungen bis hin zu tödlichen Verletzungen. Eindringlich wird auch vor selbst gebauten Sprengsätzen gewarnt.



Eine ganz besondere Gefahrenquelle stellen **Bengalische Feuer** („Bengalos“) dar, sofern sie unsachgemäß und im falschen Rahmen gehandhabt werden. Abhängig vom beigemengten Metall leuchten die Flammen der Bengalos in verschiedenen Farben (meist rot), nebst intensiver Rauchentwicklung. Besonders groß ist die Gefahr bei Verwendung der Bengalos als Handfackel, wie es trotz Verbotes in Fußballstadien leider immer wieder passiert. Infolge der Beimengung von Magnesium werden Flammentemperaturen bis zu 2.300° Celsius erreicht. Während die besondere Helligkeit der Flamme massive Blendwirkungen verursacht, führt die enorme Hitze zu schrecklichen Verbrennungen der Haut und des tieferliegenden Gewebes.



Löschen auf herkömmliche Weise mit Wasser oder Feuerlöschern ist daher nicht möglich. Effektiv gelöscht werden kann die Flamme nur durch spezielle Löschmittel auf Gel-Basis oder mit einem

hochwirksamen Löschgranulat (Pyrobubbles). „Draufsteigen“ ist besonders riskant, da sich Kunststoffsohlen von (Turn)Schuhen sofort entzünden können.



Neben Raketen, Böllern und Bengalos führen auch die sogenannten „**Schweizer Kracher**“ oder „Piraten“ immer wieder zu schweren Verletzungen, insbesondere wenn sie in der Hand oder nahe am Körper explodieren. Verbrennungen, Augenschäden sowie abgerissene Finger können die Folge sein.

Sicherheitstipps für das Zünden von Feuerwerksartikeln: (Kopiervorlage auf Seite 31)

- Behandle Feuerwerksartikel vorsichtig und halte dich an die Gebrauchsanleitung!
- Kauf nur Feuerwerksraketen und Knaller, die im Fachhandel angeboten werden und den Qualitätskriterien entsprechen!
- Schütze dein Gehör (durch Ohrstöpsel) und das von anderen Menschen und Tieren!
- Rauche nicht, sobald du Feuerwerk bei dir trägst und achte darauf, dass du nicht durch Alkohol oder Rauschmittel beeinträchtigt bist!
- Beim und nach dem Zünden muss der auf der Packung angegebene Sicherheitsabstand eingehalten werden!
- Kombiniere keine Raketen oder Knallkörper zu einem „Superkracher“!
- Halte niemals Knaller oder Feuerwerksraketen nach dem Anzünden in der Hand!

3.4 Wie groß ist die Brandgefahr durch Feuerwerke?

Es gibt nur wenige Menschen, die nicht von einem Feuerwerk verzaubert werden. Insbesondere Kinder erliegen der Faszination der leuchtend bunten und knallenden Blitzlichter am nächtlichen Himmel. Sind nun Kinder oder Jugendliche beim Abbrennen von Feuerwerksraketen aktiv beteiligt, so gilt ganz besondere Vorsicht. Erfahrungsgemäß

helfen Verbote nur wenig. Weit besser ist es, sie altersgerecht über den Umgang mit pyrotechnischen Gegenständen zu instruieren und während des Abbrennens gut zu beaufsichtigen.



Leider werden die Gefahren, die sich im Umgang mit Feuerwerkskörpern verbergen, allzu oft verharmlost. Jedes Jahr führt das Abbrennen von Feuerwerken nicht nur zu schweren Verletzungen, sondern auch zu Bränden und Sachschäden in Millionenhöhe. So haben beispielsweise die Deutschen im Jahr 2012 rund 124 Mio. EUR für Pyrotechnikprodukte ausgegeben – nach Auskunft des Gesamtverbandes der Versicherungswirtschaft wurden für die rund 11.000 Brände am Jahresende etwa 32 Mio. EUR an Hausrat- und Wohnungs-/Gebäudeversicherungen ausbezahlt.

In Österreich finden sich in der Brandschadenstatistik 2013 für Brände durch „Offenes Licht und Feuer“ genau 1.276 Fälle mit einer Schadensgesamtsumme von rund 55 Mio. EUR, genaue Zahlen liefert nur die Oberösterreichische Statistik für „Feuerwerkskörper und Böller“: 24 Schadensfälle mit einem Schaden von 245.000 EUR. Für die Steiermark liegen keine veröffentlichten detaillierten Schadensmeldungen über Brände speziell durch Feuerwerke und Böller vor.

Die von Feuerwerksraketen ausgehende **Brandgefahr** wird gemeinhin drastisch unterschätzt. Denn nach Meinung des Bundeskriminalamtes werden 80 bis 90 Prozent aller Silvesterbrände durch unsachgemäßen Einsatz von Feuerwerksraketen verursacht. Gezündete Feuerwerkskörper verglühen normalerweise in der Luft. Glühende Einzelteile können aber dennoch auf trockene Wiesen oder Waldbereiche bzw. auf (Holz)Gebäude oder gelagerte Materialien fallen und so Brände auslösen.

Ein hohes Gefahrenpotential für Brände birgt auch der Einsatz von sogenannten „**Wunschlaternen**“, die vor allem in Asien gerne verwendet werden. Deshalb sind Herstellung, Import, Verkauf und damit der Einsatz dieser auch als „Himmelslichter“ oder „Schwebelaternen“ bezeichneten Gefahrenquellen verboten. Zu unkontrollierbar ist die Aufsteigestrecke; ein im Weg stehendes Gebäude oder ein Baum ist schnell gestreift und bildet in der Folge einen optimalen Nährboden für ein beginnendes Feuer. Massenstarts könnten zudem den bodennahen Flugverkehr gefährden und AutofahrerInnen beim Niedersinken auf Straßen irritieren. Außerdem stellen die bei den meisten Wunschlaternen vorhandenen Metalldrähte, wenn sie ins Viehfutter gelangen, eine beträchtliche Gefahr für Nutztiere dar.



Da pyrotechnische Produkte beim Abbrand sehr heiß werden können, reicht Wasser zum Löschen oft nicht aus. Daher sollten auch andere Löschmittel wie Pulver oder Schaum für den Ernstfall bereitstehen.

Achtung! Wird man dabei erwischt, wie man absichtlich Böller auf Dächer und Autos oder in Müllkübel bzw. Telefonzellen wirft, drohen saftige Geldstrafen bis hin zu strafrechtlichen Anzeigen wegen Sachbeschädigung und Brandstiftung.

Einfache und vorbeugende Maßnahmen zur Reduktion der Unfall- und Brandgefahr: (Kopiervorlage auf Seite 31)

- Lasse dir beim Kauf von Feuerwerken die Handhabung der einzelnen Feuerwerkskörper und die Gefahren erklären!
- Feuerwerkskörper sollten immer an einem kühlen, trockenen und vor Kinderhänden geschützten Ort gelagert werden!
- Halte beim Abbrand stets Wasser zum Löschen und Kühlen von Verbrennungen bereit!
- Halte abhängig von der Größe und Art des Feuerwerkskörpers einen Sicherheitsabstand von 40 bis 200 Metern zu Gebäuden, Getreidefeldern oder Waldrändern ein!
- In unmittelbarer Nähe von Menschen ist das Abbrennen von Feuerwerkskörpern generell verboten!
- Schütze dein Haus und schließe an Festtagen, an denen Feuerwerke stattfinden, Dachluken, Fenster und Türen!
- Vorsicht beim Umgang mit Zündhölzern und Feuerwerk! Kleinkinder haben damit auf keinen Fall zu hantieren!
- Brennt ein Feuerwerkskörper nicht ab, sollte man sich ihm frühestens nach 20-30 Minuten nähern. Unternimm auf keinen Fall Nachzündversuche! Den Blindgänger mit Wasser übergießen und in feuchtem Zustand mit dem Hausmüll entsorgen.
- Raketen immer aus einer gut verankerten Flasche, einer Getränkebox oder einem fixierten Rohr abfeuern. Nie den Raketenstab nur in die Erde stecken!
- Raketen niemals in der Nähe von Tankstellen, Tanklagern, Papier- oder Kunststofflagerflächen bzw. Flugplätzen abfeuern!
- Auf keinen Fall an Feuerwerkskörpern herumbasteln oder Eigenkreationen anfertigen!

Das Abbrennen von Feuerwerken, die Verwendung von Knallkörpern oder auch Böllerschießen sind gesetzlich geregelt. Im Jahr 2010 wurden mit dem neuen Pyrotechnikgesetz einerseits die EU-Rechtsnormen harmonisiert und schrittweise Einschränkungen bzw. Verbote für Feuerwerke beschlossen. Unterschieden wird auch, ob Privatpersonen oder Profis die Pyrotechnik-Produkte verwenden.

Außerdem gibt es durch die neue Gesetzeslage für die Exekutive mehr Handhabe bei der Überprüfung von Verboten, auch die Strafen wurden erhöht (bis zu 3.600 EUR stehen etwa auf Hantieren mit Feuerwerkskörpern aller Art im Ortsgebiet und in Menschenansammlungen). All dies soll einerseits die Lärmbelastigung verringern und andererseits die Anzahl an Verletzten reduzieren.

4.0 Welches Gesetz ist für Feuerwerke und Knallkörper relevant?

Das Pyrotechnikgesetz 2010 - PyroTG 2010 (BGBl. I Nr. 131/2009 i.d.g.F.) ist ein Bundesgesetz, mit dem polizeiliche Bestimmungen betreffend **pyrotechnische Gegenstände** und Sätze sowie das Böllerschießen erlassen wurden. Es regelt Besitz, Verwendung, Überlassung und Inverkehrbringen pyrotechnischer Gegenstände und Sätze sowie das Böllerschießen.

Es gilt nicht für

1. Zündplättchen, -ringe und -bänder, soweit sie für Spielzeug bestimmt sind,
2. Knallerzeugung mit explosiven Luft-Gas-Gemischen,
3. mittels Gaskartuschen betriebene Bühneneffektmittel,
4. Zündhölzer, Räucherwaren und vergleichbare Gegenstände,
5. pyrotechnische Gegenstände für die Luft- und Raumfahrtindustrie und
6. Schieß-, Spreng- und Zündmittel, die in den Anwendungsbereich des Sprengmittelgesetzes 2010 fallen.



4.1 Was sind pyrotechnische Gegenstände?

Pyrotechnische Gegenstände im Sinne dieses Bundesgesetzes sind Unterhaltungs- oder technischen Zwecken dienende Erzeugnisse, die Sätze¹⁾ enthalten, bei deren willkürlich ausgelöster chemischer Zustandsänderung bestimmte Bewegungs-, Licht-, Knall-, Rauch-, Nebel-, Druck- oder Reizwirkungen hervorgerufen werden sollen.

1) Als „Satz“ = „Pyrotechnischer Satz“ wird ein Stoffgemisch oder Stoffmenge zur Erzeugung akustischer, optischer, thermischer oder mechanischer Effekte bezeichnet. Ein Satz enthält mindestens ein Oxidationsmittel und einen Brennstoff.

Im Pyrotechnikgesetz 2010 werden grundsätzlich unterschieden:

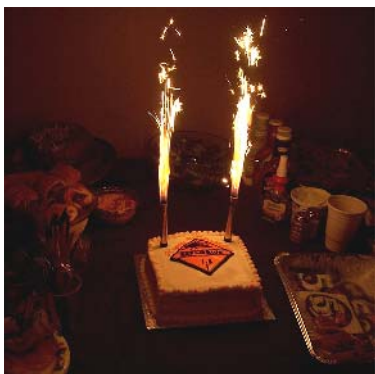
- Feuerwerkskörper (F)
- Kategorie F1 - früher Klasse I (Feuerwerkscherzartikel und -spielwaren)
- Kategorie F2 - früher Klasse II (Kleinf Feuerwerk)
- Kategorie F3 - früher Klasse III (Mittelfeuerwerk)
- Kategorie F4 - früher Klasse IV (Großfeuerwerk)
- pyrotechnische Gegenstände für Bühne und Theater (T) (Bühnenwasserfall, Theaterfeuer)
- Kategorie T1 - pyrotechnische Gegenstände, die eine geringe Gefahr darstellen (Rauchfackeln, Rauchhölzer)
- Kategorie T2 - pyrotechnische Gegenstände, die nur von Personen mit Fachkenntnissen verwendet werden dürfen (Pfeifböllern)
- sonstige pyrotechnische Gegenstände (P) (Signal- und Hagelraketen)
- lose pyrotechnische Sätze (S)

4.1.0 Was sind Gegenstände der Kategorie F1 bzw. Feuerwerksscherzartikel?

Dies sind Feuerwerkskörper, die eine sehr geringe Gefahr darstellen, einen vernachlässigbaren Lärmpegel (max. 120 dB_(A) auf 1 m) besitzen und die in geschlossenen Bereichen sowie innerhalb von Wohngebäuden verwendet werden können.



Dazu gehören pyrotechnische Gegenstände wie Wunder- und Zauberkerzen, Party- und Tischfeuerwerke, Knallbonbons und Knallerbsen - diese dürfen nur einzeln und voneinander getrennt angezündet werden.



Einfuhr, Überlassung, Besitz und Verwendung von pyrotechnischen Gegenständen der Kategorie F1 gilt für Personen, die das **12. Lebensjahr** vollendet haben.

4.1.1 Was sind Gegenstände der Kategorie F2 bzw. was gilt als Kleinf Feuerwerk?

Dies sind Feuerwerkskörper, die eine geringe Gefahr darstellen, einen geringen Lärmpegel (max. 138 dB_(A) auf 1 m = ca. 120 dB_(A) auf 8 m) besitzen und die zur Verwendung in abgegrenzten Bereichen im Freien vorgesehen sind (evtl. Sicherheitsabstand einhalten). Sie dürfen aber in geschlossenen Räumen nicht verwendet werden.

Dazu gehören pyrotechnische Gegenstände wie Tischvulkane, Doppelschläge, Heuler, Knallfrösche, Sonnenräder, Schwärmer, Leuchtkugeln oder Baby-Raketen. Diese dürfen nur einzeln und von einander getrennt angezündet werden. **Blitzknallsätze** („Schweizer Kracher“, „Piraten“) bzw. reizerzeugende pyrotechnische Gegenstände sind im Ortsgebiet verboten. Seit 4. Juli 2013 dürfen Schweizer Kracher nicht mehr verkauft werden. Sie dürfen aber noch vier Jahre lang be-



sessen und gezündet werden. Ab dem 4. Juli 2017 sind auch der Besitz und die Verwendung von Schweizer Krachern strafbar!

Einfuhr, Überlassung, Besitz und Verwendung von pyrotechnischen Gegenständen der Kategorie F2 gilt für Personen, die das **16. Lebensjahr** vollendet haben; sie brauchen aber keine besondere Sachkenntnis.

Die Verwendung pyrotechnischer Gegenstände der Kategorie F2 im Ortsgebiet (§ 38 PyroTG 2010) bzw. in unmittelbarer Nähe größerer **Menschenansammlungen** (§ 39 PyroTG 2010) ist verboten. Der Bürgermeister kann mit Verordnung bestimmte Teile des Ortsgebietes von diesem Verbot ausnehmen, sofern nach den örtlichen Gegebenheiten durch die Verwendung Gefährdungen von Leben, Gesundheit und Eigentum von Menschen oder der öffentlichen Sicherheit sowie unzumutbare Lärmbelästigungen nicht zu befürchten sind.

Ohne Ausnahme verboten ist die Verwendung pyrotechnischer Gegenstände und Sätze innerhalb und in unmittelbarer Nähe von Kirchen, Gotteshäusern, Krankenanstalten, Kinder-, Alters- und Erholungsheimen sowie Tierheimen und Tiergärten. Pyrotechnische Gegenstände und Sätze (z. B. Bengalische Feuer) dürfen auch im Zusammenhang mit einer Sportveranstaltung nicht besessen und nicht verwendet werden!



4.1.2 Was sind Gegenstände der Kategorie F3 bzw. was gilt als Mittelfeuerwerk?

Dies sind Feuerwerkskörper, die eine mittlere Gefahr darstellen, die zur Verwendung in weiten, offenen Bereichen im Freien vorgesehen sind und deren Lärmpegel die menschliche Gesundheit nicht gefährdet (max. 144 dB auf 1 m = ca. 120 dB_(A) auf 15 m). Dazu gehören pyrotechnische

Gegenstände wie große Knallkörper, Feuerräder sowie wirkungsstarke Raketen.

Einfuhr, Überlassung, Besitz und Verwendung von pyrotechnischen Gegenständen der Kategorie F3 gilt für Personen, die das **18. Lebensjahr** vollendet haben und die eine entsprechende Sachkunde nachweisen können. Eine Verwendung ist nur nach behördlicher Genehmigung möglich.

4.1.3 Was sind Gegenstände der Kategorie F4 bzw. was gilt als Großfeuerwerk?

Die sind Feuerwerkskörper, die eine große Gefahr darstellen, nur zur Verwendung durch Personen mit entsprechenden Fachkenntnissen vorgesehen sind und deren Lärmpegel die menschliche Gesundheit nicht gefährdet. Dazu gehören pyrotechnische Gegenstände wie große Raketen, Feuerwerksbomben, Fächersonnen, Fontänen sowie Feuertöpfe.



Einfuhr, Überlassung, Besitz und Verwendung von pyrotechnischen Gegenständen der Kategorie F4 gilt für Personen, die das **18. Lebensjahr** vollendet haben und die eine entsprechende Fachkenntnis (Pyrotechnik-Lehrgang) nachweisen können.

Achtung! Alle pyrotechnischen Gegenstände und Sätze ohne CE-Kennzeichen sind verboten!

4.1.4 Wann ist Böllerschießen erlaubt?

Unter „Böllerschießen“ im Sinne dieses Bundesgesetzes ist das Zünden von (Schwarz-)Pulverladungen zur Erzeugung einer Knallwirkung zu verstehen, es ist im § 29 PyroTG 2010 geregelt.

Das Böllerschießen ist nur unter Verwendung von Standböllern, Böller(Salut)Kanonen



bzw. mit Böllerpatronen und aufgrund einer besonderen Bewilligung gestattet, meist zu feierlichen oder festlichen Anlässen, bei denen Böllerschießen Brauchtum darstellt. Dazu zählen Hochzeiten und Beerdigungen, Kirchliche Feiertage wie Ostern und Fronleichnam, Neujahr- und Sonnenwendfeiern, Raunächte sowie Schützenfeste und Kriegsveteranenfeiern. In manchen Regionen finden auch Böllerschützenentreffen statt.



Personen, die das **18. Lebensjahr** vollendet haben und über die erforderlichen schießtechnischen Kenntnisse in Bezug auf die Böllerkanone und die zu verwendenden Böllerpatronen verfügen, können um eine Bewilligung ansuchen. Im Bescheid sind Ort und Zeit anzugeben, vorgeschrieben werden aber auch die Vermeidung von Gefährdungen von Leben, Gesundheit und Eigentum von Menschen und der öffentlichen Sicherheit sowie einer unzumutbaren Lärmbelästigung. Auf jeden Fall sind Sicherheitsabstand und Gehörschutz für die Böllerschützen unerlässlich.

4.2 Ist nicht auch das Tierschutzgesetz zu beachten?

Das Tierschutzgesetz 2004 – TSchG (BGBl. I Nr. 118/2004 i.d.g.F.) ist ein Bundesgesetz zum Schutz des Lebens und des Wohlbefindens der Tiere.

Gemäß § 5 TSchG ist es verboten, „einem Tier ungerechtfertigt Schmerzen, Leiden oder Schäden zuzufügen oder es in schwere Angst zu versetzen“. Dies betrifft Haustiere, Nutztiere wie auch Wildtiere. Die Verwendung von pyrotechnischen Gegenständen in unmittelbarer Nähe zu Tierheimen bzw. Tiergärten ist zwar gem. Pyrotechnikgesetz verboten, aber auch in der freien Natur werden

Tiere in Angst versetzt, was letztendlich bei manchen Tierarten als Tierquälerei anzusehen wäre. Gesetzliche Regelungen gibt es in diesem Fall bisher keine.

4.3 Ist auch die Luftfahrt von Feuerwerken betroffen?

Im Rahmen der Sicherheitsbestimmungen des Luftfahrtgesetzes werden im Bereich von Flugplätzen und deren Umgebung Sicherheitszonen ausgewiesen, in denen die Sicherheit der Abflug- und Landebewegungen im erforderlichen Umfang festgelegt sind. Auf solche Zonen bezieht sich auch das Pyrotechnikgesetz, das die Verwendung von Feuerwerkskörpern der Kategorien F2, F3 und F4 innerhalb solcher Sicherheitsbereiche untersagt. Dies ist notwendig, da die Steighöhen von Feuerwerksraketen sehr groß sein können:

- Raketen der Kategorie F2 bis etwa 100 m
- Raketen der Kategorie F3 bis etwa 300 m
- Professionelle Feuerwerke mit großen Raketen bis über 1.000 m

In diesem Glossar wurden Begriffe zusammengestellt, die immer wieder in Zusammenhang mit Pyrotechnik und Feuerwerken zu lesen sind.

Abbrennplatz

Platz, auf welchem die Feuerwerkskörper in den dafür vorgesehenen Abschussgestellen aufgebaut und abgebrannt werden. Bezüglich der Größe der eingesetzten Effekte und Feuerwerkskörper ist ein entsprechender Sicherheitsabstand zum Publikum einzuhalten.

Abschussrohre / Mörser

Rohre aus hochdruckfesten Materialien (glasfaserverstärkter Kunststoff, Polyethylen), aus denen Feuerwerkskörper (Bomben, Bombetten, Sterne etc.) im Kanonenprinzip zielgerichtet ausgeworfen bzw. abgeschossen werden.



Batterie

Verbund aus Papprollen, welche mit untereinander verbundenen Zündschnüren nach dem Anzünden der Reihe nach die in den Rollen (bereits vom Hersteller) verladenen Feuerwerkseffekte auswerfen.



Bengalfeuer / Bengalisches Licht / Bengalo / Zylinderflamme

Meist sehr hell abrennendes, pyrotechnisches Gemisch mit relativ starker (unterschiedlicher, meist roter) Farbgebung. Kommt lose oder in Hülse gestopft zur Anwendung - z. B. für Illuminationen von Bauten.



Blinkbomben

Bomben mit Blinksternen als Haupteffekt; einer hellen Lichtphase folgt eine „schwarze“ Phase,

dieser Vorgang wiederholt sich je nach chemischer Eigenschaft oder Größe der Sterne einige Male.

Blitzknallsatz / Blitzknallbombe

Sehr energiereiches Gemisch aus Aluminium und Kaliumperchlorat, das auf Grund der extrem hohen Umsetzungsgeschwindigkeit sogar dazu in der Lage ist, selbst offene Hülse zu sprengen. Findet Anwendung in Böllern und Salut-Bomben und darf wegen der Gefährlichkeit nur von ausgebildeten PyrotechnikerInnen verwendet werden.



Bombette

Zylindrischer Feuerwerkskörper (Durchmesser 15-60 mm) aus Karton oder geschnürtem Papier mit Effektladungen. Unterschied zur Bombe ist die fehlende Ausstoßladung. Bombetten werden von anderen Feuerwerkskörpern ausgestoßen, um ihre Effekte freizusetzen.

Bombe

Feuerwerkskörper mit Effektladung, die aus Rohren durch eine Ausstoßladung (Schwarzpulver) in den Himmel geschossen werden – Steigleistung mehrere dutzend bis einige hundert Meter. Bauarten sind Kugel- und Zylinderbomben.

Böller / Knaller / Kracher

Meist beidseitig verschlossener, meist zylindrischer Körper mit Schwarzpulver- oder Blitzknallsatz-Mischung, der mittels einer Zündschnur zur Explosion gebracht werden kann. Wirkung ist in der Regel ein scharfer Knall.

Brandgel

Brennbares Gel, welches in gelber Flammew ohne Rußentwicklung abbrennt. Wird häufig auf Bühnen oder in Filmszenen (bei Actionfilmen) eingesetzt.

Bühnenpyrotechnik

Wird unterteilt in T1 (ab 18 Jahren) und T2 für professionelle PyrotechnikerInnen. Hinter der Bühnenpyrotechnik verbergen sich alle Artikel, die auf Bühnen, in Shows, in Theatern und vergleichbaren Stätten zum Einsatz gebracht werden.

Chrysantheme

Sich radialsymmetrisch ausbreitende Feuerwerksbombe.

Crackling

Synonym für meist kleine Mikrosterne, welche nach kurzer Verzögerung einen scharfen Knall von sich geben. Werden viele dieser Sterne gleichzeitig entzündet, kommt es auf Grund der im Millisekundenbereich liegenden unterschiedlichen Abfolgen der einzelnen Mini-Explosionen zu der Erscheinung, die allgemein als Crackling bezeichnet wird.

**Crossette**

Kometenstern, der sich am höchsten Punkt der Flugbahn in vier gleiche Teile (ähnlich einem Kreuz – englisch „Cross“) zerlegt.

Dahlie

Lose Anordnung von Kometen in der Bombe aus großen, sehr grell abbrennenden Sternen.

Fackel

Mit einem Wachstuch umwickelter Holzstab, brennt nach dem Anzünden bis zu mehrere Stunden.

Farfalle – Wirbel

Zylindrischer, an beiden Seiten verschlossener Effektkörper, welcher an der Seite mit einem Loch versehen ist. Die Füllung ist meistens ein mit silbernen Funken abbrennender pyrotechnischer Satz. Wird ein Farfalle aus einem Feuerwerkskörper ausgeworfen, versetzt er sich nach dem Entzünden in Rotation und hinterlässt ein beeindruckendes Bild.

Feuertopf

Rohr mit einer Ausstoßladung aus Schwarzpulver, welche nach erfolgter Zündung die über dem Schwarzpulver befindlichen Feuerwerkskörper (Sterne, Wirbel, Kometen etc.) brennend in eine bestimmte Richtung auswirft.

**Flammentopf**

Pyrotechnischer Gegenstand, der in der Bühnentechnik verwendet wird (z. B. Flammensäulen).

Fontäne

Meist zylindrischer Feuerwerkskörper, der an einem Ende verschlossen und am anderen Ende mit einer Düse versehen ist, durch die nach der Zündung die verbrennenden Gase glimmende oder glühende Partikel (meist Eisen oder Aluminium) als Funkensäule ausschleudern.

Großfeuerwerk

Arrangement aus verschiedensten Großfeuerwerkskörpern aller Art, die nach einer bestimmten Choreographie richtungs-, ziel- und zeitorientiert abgebrannt werden.

Hanabi (japanisch Feuerblume)

Dies sind gigantische Feuerkunstwerke, die in Japan oft über 90 Minuten lang mit Feuerwerksbomben bis zu 600 mm Durchmesser abgebrannt werden.

Knalltrauma

Dabei handelt es sich um eine Form des akustischen Traumas, also um eine Schädigung der Haarzellen im Corti-Organ des Innenohrs. Die Schädigung entsteht durch einen hohen Schalldruck auf das Ohr. Wenn dieser eine gewisse Schwelle übersteigt, kann das Ohr sich nicht mehr adaptieren und wird geschädigt. Knalltraumata entstehen bei sehr kurzen Einwirkungszeiten von 1-3 ms (Explosionen, Abfeuern von Geschoßen, Sprengung).

Kometen

Pyrotechnischer Satz, der meist in zylindrische Form gepresst wird. Kometen finden als Aufstiegs-effekt Verwendung (Schweif) oder als eigentlicher Effekt in der Bombe selbst (Palmwedel).

Kugelbombe

Mit pyrotechnischen Effektkörpern gefüllte ballförmige Hülle, deren Zentrum mit einer Schwarzpulver-Zerlegerladung bestückt ist, welche durch einen Zeitverzögerer nach einem bestimmten Zeitraum in einer bestimmten



Höhe zur Explosion gebracht wird und ihre Effekte brennend auswirft. Kugelbomben sind meist asiatischer Bauart.

Mehrschlagbombe

Bombe, die mit mehreren kleineren Bomben gefüllt ist, die in vorgegebenen Intervallen nacheinander oder miteinander an verschiedenen Positionen am Himmel ihre Effekte freisetzen.

Palme

Aus einer Kugelbombe ausgeworfene brennende Kometen (meistens 6-8 Stück) ergeben mit breitem Schweif abbrennend das Bild einer Palme. Um das Bild noch realistischer zu gestalten, wird auf die Bombe ein Komet geklebt, welcher beim Aufstieg der Palme einen Stamm zeichnet.

Päonie

Sich radialsymmetrisch ausdehnender Effekt einer Kugelbombe mit Leuchtsternen ohne Schweif (nur farbige Lichtpunkte).

Pfeiffer / Heuler

Effektkörper mit einem oszillierend abbrennenden pyrotechnischen Satz, welcher die entstehende Gassäule in Schwingung versetzt. Es entsteht ein Heul- oder Pfeifton, wie wenn man in einen Flaschenhals bläst.

Pyroschnur – Pyrowatte

Nitrierte Baumwolle, die mit gelber Flamme abbrennt und gerne von Zauberern auf Bühnen eingesetzt wird. Pyroschnur/watte ist in weiß und schwarz erhältlich und brennt lautlos, rückstandsfrei und fast ohne Rauch ab.

Pyrotechnischer Satz

Stoffgemisch zur Erzeugung akustischer, optischer, thermischer oder mechanischer Effekte. Ein Satz enthält mindestens ein Oxidationsmittel und einen Brennstoff.

Rakete

Pyrotechnischer Gegenstand, der durch das Rückstoßprinzip in den Himmel „geschossen“ wird. Raketen sind in der Regel mit Effektladungen gefüllt, die am Ende der Flugbahn brennend ausgeworfen werden.

Rauch

Ist ein meist durch Prozesse der Verbrennung entstehendes Aerosol aus Ruß, Asche und Nebeltropfen. Pyrotechnische Raucherzeuger bestehen meist aus Ammoniumchlorid, Kaliumsalzen und organischen Harzen.

Römisches Licht

Rohre, die mit pyrotechnischen Effekten gefüllt sind, welche untereinander mittels pyrotechnischer Zeitverzögerung verbunden in Intervallen zielgerichtet ausgeworfen werden.

Schwarzpulver

„Werkstoff“ der PyrotechnikerInnen, bestehend aus 60-85 % Kaliumnitrat, 10-25 % Kohle und 0-20 % Schwefel. Schwarzpulver setzt bei der schnellen Verbrennung von etwa 300-600 Meter pro Sekunde „blitzartig“ große Mengen an Gasen frei, deren schiebende Wirkung auf Feuerwerksbomben oder Raketen übertragen wird. Schwarzpulver wird ebenfalls benötigt, um die Bombe oder Rakete am Höhepunkt ihrer Flugbahn zu zerlegen. Die Temperatur (etwa 2000 Grad Celsius) wird im selben Moment ausgenutzt, um die in den Feuerwerkskörpern vorgesehenen Effekte zu entzünden.

Sonne

Der mit einem pyrotechnischen Satz gefüllte Papierschlauch wird um eine Scheibe gewickelt, welche mit der Möglichkeit zum Rotieren an einem Gestell befestigt wird. Nach dem Entzünden dreht sich die Sonne um die eigene Achse und entfacht das Bild eines Feuerkreises, der oft silberne oder goldene Funken versprüht.

**Sterne**

Kugeln aus pyrotechnischem Satz, rein optisch Pfefferkörnern zum Verwechseln ähnlich. Diese Kugeln können je nach chemischer Zusammensetzung in allen erdenklichen Farben brennen. Durch den Zusatz von Metallspänchen kann der Stern einen „Funkenschweif“ erhalten. Jeder im Feuerwerk sichtbare „Lichtpunkt“ aus Feuer ist im Grunde genommen ein Stern. Sterne sind die „Seele“ eines jeden Feuerwerkskörpers, der einen Lichteffect entfalten soll. Man findet Sterne in allen erdenklichen Feuerwerkskörpern, in Bomben, Raketen, Römischen Lichtern und Feuertöpfen.

Tagesfeuerwerk

Feuerwerk mit besonders hellen Feuerwerksbomben, Raketen, Pfeiffen und Salutschlägen. Oft auch in Kombination mit Farbrauch geschossen.

Tischbombe

Feuerwerk für den Innenbereich. Nach der Zündung feuern einige Gramm Pyrowatte Konfetti, Luftballons, Spielsachen oder ähnliche Füllungen aus dem Tischfeuerwerkskörper.



Trauerweide

Feuerwerkskörper mit sehr lange brennenden Sternen und nachfolgender Kohle- oder Metallfunktenspur. Die Sterne beschreiben auf Grund ihrer Brenndauer und der Schwerkraft einen Bogen und rieseln langsam in Richtung Boden.

Treibladung

Schwarzpulverladung für den Abschuss von Raketen und Feuerwerksbomben.

Verladen

Einbringen von Feuerwerkskörpern in die für den Abschuss vorgesehene Vorrichtung (z. B. Mörser).

Verzögerungssatz / Vorbrenner

Oft eingepresst in Hüllen aus Pappe, sorgt der Verzögerungssatz dafür, dass Feuerwerkskörper pyrotechnisch in bestimmten Abständen zum Abschuss gebracht werden.

Vulkan

Konisch zulaufender, funkensprühender Feuerwerkskörper, der sich durch die nach unten zunehmende Menge an Effektsatz beim Abbrand in der Höhe stetig steigert.



Wasserbomben

Feuerwerksbomben, die besonders lange verzögert im 45°-Winkel abgeschossen, somit weit über das Wasser gebracht werden und dort als Halbsphäre explodieren.

Wasserfall

Fontänen, welche in großer Anzahl mit der Düse nach unten an Gebäuden oder Brücken angebracht werden, um einen Wasserfall aus Funken zu simulieren.

Wasserfallbombe

Bombe, die eine dichte Garbe aus Sternen, welche einem Pferdeschwanz (Horse-Tail) gleicht, auswirft.

Wunderkerzen

Mit pyrotechnischem Material überzogene Drähte, welche nach der Zündung sehr schöne glitzernde Funken werfen.

Zerlegerladung

Innere Schwarzpulverladung oder Blitzknallsatz in Feuerwerksbomben, Raketen oder Bombeten, die für die Explosion des jeweiligen Feuerwerkskörpers verantwortlich sind. Oft wird die Temperatur, die bei der Zerlegung entsteht, ausgenutzt, um Effekte (Sterne, Kometen etc.) anzuzünden. Es werden „Raketenbild“ (Effekte nach oben) und „Bombenbild“ (Effekte kugelförmig) unterschieden.



Zündlicht

Hülse mit einem pyrotechnischen Satz, die in der Hand gehalten und von PyrotechnikerInnen benutzt wird, um Feuerwerkskörper zu entzünden.

Zündschnur

Baumwollumspannte Pulverseele zum Anzünden von Feuerwerken.

Zylinderbombe

Feuerwerksbombe zylindrischer Bauart, die meist in der europäischen Feuerwerkskunst verwendet wird. Zylinderbomben steigen höher als Kugelbomben.

Kopiervorlagen

Diese beiden Kopiervorlagen sind für SchülerInnen gedacht und sollten im Rahmen eines Projektunterrichts durchbesprochen werden.

Sicherheitstipps für das Zünden von Feuerwerksartikeln

Behandle Feuerwerksartikel vorsichtig und halte dich an die Gebrauchsanleitung!

Kauf nur Feuerwerksraketen und Knaller, die im Fachhandel angeboten werden und den Qualitätskriterien entsprechen!

Schütze dein Gehör (durch Ohrstöpsel) und das von anderen Menschen und Tieren!

Rauche nicht, sobald du Feuerwerk bei dir trägst und achte darauf, dass du nicht durch Alkohol oder Rauschmittel beeinträchtigt bist!

Beim und nach dem Zünden muss der auf der Packung angegebene Sicherheitsabstand eingehalten werden!

Kombiniere keine Raketen oder Knallkörper zu einem „Superkracher“!

Halte niemals Knaller oder Feuerwerksraketen nach dem Anzünden in der Hand!

Maßnahmen zur Reduktion der Unfall- und Brandgefahr

Lasse dir beim Kauf von Feuerwerken die Handhabung der einzelnen Feuerwerkskörper und die Gefahren erklären!

Feuerwerkskörper sollten immer an einem kühlen, trockenen und vor Kinderhänden geschützten Ort gelagert werden!

Halte beim Abbrand stets Wasser zum Löschen und Kühlen von Verbrennungen bereit!

Halte abhängig von der Größe und Art des Feuerwerkskörpers einen Sicherheitsabstand von 40 bis 200 Metern zu Gebäuden, Getreidefeldern oder Waldrändern ein!

In unmittelbarer Nähe von Menschen ist das Abbrennen von Feuerwerkskörpern generell verboten!

Schütze dein Haus und schließe an Festtagen, an denen Feuerwerke stattfinden, Dachluken, Fenster und Türen!

Vorsicht beim Umgang mit Zündhölzern und Feuerwerk! Kleinkinder haben damit auf keinen Fall zu hantieren!

Brennt ein Feuerwerkskörper nicht ab, sollte man sich ihm frühestens nach 20-30 Minuten nähern. Unternimm auf keinen Fall Nachzündversuche! Den Blindgänger mit Wasser übergießen und in feuchtem Zustand mit dem Hausmüll entsorgen.

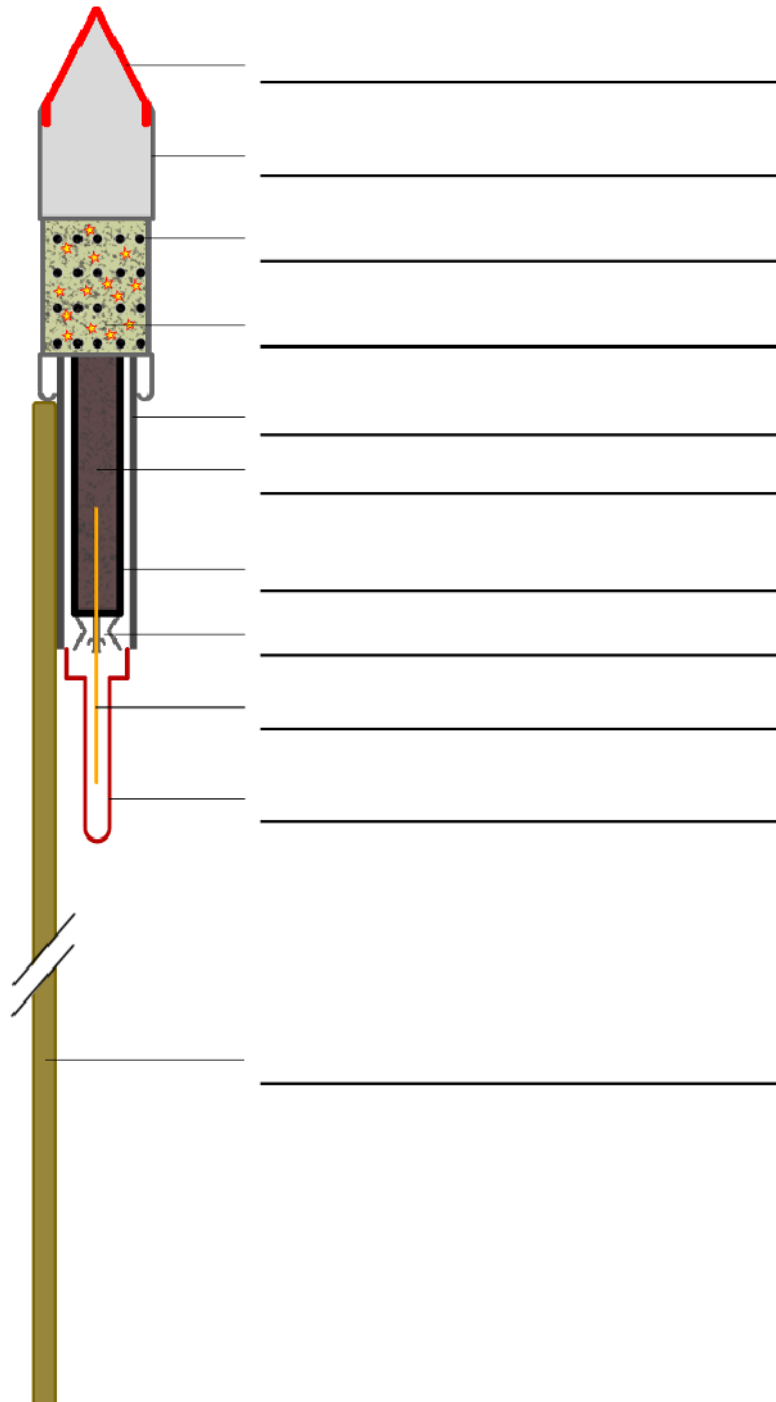
Raketen immer aus einer gut verankerten Flasche, einer Getränkebox oder einem fixierten Rohr abfeuern. Nie den Raketenstab nur in die Erde stecken!

Raketen niemals in der Nähe von Tankstellen, Tanklagern, Papier- oder Kunststofflagerflächen bzw. Flugplätzen abfeuern!

Auf keinen Fall an Feuerwerkskörpern herumbasteln oder Eigenkreationen anfertigen!

Längsschnitt durch eine Feuerwerksrakete

Feuerwerksraketen sind alle sehr ähnlich aufgebaut. Hier sind die wesentlichen Teile einer Rakete eingezeichnet. Beschrifte die Teile, als Hilfe können die unten angeführten Begriffe dienen.



Düse / Holzstab / Kartonrohr / Kartonröhrchen / Leucht- und Farbelemente /
Plastikhülse / Plastikspitze / Sicherheitskappe / Sicherheitszündschnur /
Treibladung / Zerlegerladung

FEUERWERK-MemoCards

Vorbereitung und Spielanleitung:

Die Bilder zweifach auf dickerem Papier ausdrucken, dann laminieren und die einzelnen Karten ausschneiden. Anschließend verdeckt auflegen und wie ein „Memory“ spielen.



Das PYROTECHNIK Quiz

Spielanleitung

Die 16 Fragenkarten werden farbig ausgedruckt, laminiert und ausgeschnitten. Die Antworten auf die Quizfragen sind in den verschiedenen Kapiteln dieser Handreichung zu finden.

Für das Spiel gibt es mehrere Möglichkeiten, eine gruppenspezifische Form stellen wir hier vor: Die Quiz-TeilnehmerInnen (z. B. SchülerInnen einer Klasse) bilden kleine Gruppen, jede Gruppe zieht eine Fragenkarte und berät die richtige Antwort. Der/Die „QuizmasterIn“ (z. B. LehrerIn) lässt die Frage und die vier Antwortmöglichkeiten laut vorlesen. Wenn die Antwort richtig ist, darf die Gruppe die Karte behalten und eine nächste Fragenkarte ziehen. Bei einer falschen Antwort muss die Karte dem/der QuizmasterIn zurückgegeben werden und diese/r mischt sie wieder in das Kartenpaket. Dann kommen die anderen Gruppen an die Reihe. Das Spiel endet, wenn alle Fragenkarten verteilt sind und alle Fragen richtig beantwortet wurden. Gewonnen hat jene Gruppe, welche die meisten Fragenkarten gesammelt hat.

Lösungen

Woher stammt die Technologie des Feuerwerks?

China / Siam / US-Army / Persien

Welchen sprachlichen Ursprung hat der Begriff „Pyrotechnik“?

Althochdeutsch / Latein / **Griechisch** / Slawisch

Das explosive Schwarzpulver setzt sich zusammen aus?

Phosphor, Schwefel, Salz / Schwefel, Kieselgur, Kalium / **Salpeter, Holzkohle, Schwefel** / Granitstaub, Phosphor, Jod

Was ist für die unterschiedlichen Leuchtfarben nach der Explosion von Feuerwerksraketen verantwortlich?

Zucker / Diamantstaub / Edelgase / **Metallionen**

Welche maximale Steighöhe erreichen Feuerwerksraketen der Kategorie F2?

30 m / **100 m** / 300 m / 1.000 m

Welcher Begriff beschreibt keinen speziellen Feuerwerkeffekt?

Segelboot / Vulkan / Dahlie / Schmetterling

Wie viele Euro geben die Österreicher jedes Jahr für Silvesterfeuerwerke aus?

ca. 3 Mio. / **ca. 10 Mio.** / ca. 15 Mio. / mehr als 25 Mio.

Welche Aussage ist richtig? Schweizer Kracher...

sind harmlose Knallkörper / knallen mit geringer Lautstärke / **dürfen ab Juli 2017 nicht mehr verwendet werden** / sind ohne Alterslimit zu kaufen

Wie viele Krankenhausbehandlungen müssen in Österreich jedes Jahr infolge der Silvesterknallerei geleistet werden?

ca. 50 / ca. 100 / **ca. 400** / mehr als 1.000

Welches Gesetz ist für Feuerwerke und Knallkörper relevant?

Lustbarkeitsgesetz 1968 / Lärmschutzgesetz 2003 / Luftfahrtgesetz 1933 / **Pyrotechnikgesetz 2010**

Welche Tiere sind vom Silvesterlärm besonders betroffen?

Haustiere, Nutztiere und Wild / Nutztiere, Winterschläfer und Insekten / Wildtiere, Fische und Regenwürmer / Haustiere, Fiakerpferde und Wirbellose

Um wieviel überschreiten die Feinstaubwerte in der Grazer Silvesternacht den gesetzlichen PM10-Tagesmittelwert von 50 µg/m³?

3-fache / 7-fache / 10-fache / **15-fache**

Welche dieser Tiergruppen kommt mit Böller- und Raketenlärm am wenigsten gut zurecht?

Vögel / Reptilien / Käfer / Fledermäuse

Wem ist es gestattet, Feuerwerkskörper der Kategorie F3 zu besitzen und abzufeuern?

allen Personen ohne Einschränkung / Personen ab 16 Jahren / Personen ab 18 Jahren / **Personen ab 18 mit besonderer behördlicher Bewilligung**

Bengalische Lichter (Bengalos) erreichen Brenntemperaturen von bis zu ...

380° C / 470° C / 960° C / **2.300° C**

Wie geht man richtig mit einem „Blindgänger“ um?

anfeuchten und keinesfalls nochmals zünden / Zündschnur ersetzen und erneut zünden / irgendwo verstecken / an Bastlerfreunde verschenken



Woher stammt die Technologie des Feuerwerks?

China Siam

US-Army Persien



Welche maximale Steighöhe erreichen Feuerwerksraketen der Kategorie F2?

30 m 100 m

300 m 1000 m



Welchen sprachlichen Ursprung hat der Begriff „Pyrotechnik“?

Althochdeutsch Latein

Griechisch Slawisch



Welcher Begriff beschreibt keinen speziellen Feuerwerkseffekt?

Segelboot Vulkan

Dahlie Schmetterling



Das explosive Schwarzpulver setzt sich zusammen aus?

Phosphor, Schwefel, Salz Schwefel, Kieselgur, Kalium

Salpeter, Holzkohle, Schwefel Granitstaub, Phosphor, Jod



Wie viele Euro geben die Österreicher jedes Jahr für Silvesterfeuerwerke aus?

ca. 3 Mio. ca. 10 Mio.

ca. 15 Mio. mehr als 25 Mio.



Was ist für die unterschiedlichen Leuchtfarben nach der Explosion von Feuerwerksraketen verantwortlich?

Zucker Diamantstaub

Edelgase Metallionen



Welche Aussage ist richtig? Schweizer Kracher...

sind harmlose Knallkörper knallen mit geringer Lautstärke

dürfen ab Juli 2017 nicht mehr verwendet werden sind ohne Alterslimit zu kaufen



Wie viele Krankenhausbehandlungen müssen in Österreich jedes Jahr infolge der Silvesterknallerei geleistet werden?

ca. 50 ca. 100
ca. 400 mehr als 1000



Welche dieser Tiergruppen kommt mit Böller- und Raketenlärm am wenigsten gut zurecht?

Vögel Reptilien
Käfer Fledermäuse



Welches Gesetz ist für Feuerwerke und Knallkörper relevant?

Lustbarkeitsgesetz 1968 Lärmschutzgesetz 2003
Luftfahrtgesetz 1933 Pyrotechnikgesetz 2010



Wem ist es gestattet, Feuerwerkskörper der Kategorie F3 zu besitzen und abzufeuern?

allen Personen ohne Einschränkung Personen ab 16 Jahren
Personen ab 18 Jahren Personen ab 18 mit besonderer behördlicher Bewilligung



Welche Tiere sind vom Silvesterlärm besonders betroffen?

Haustiere, Nutztiere und Wild Nutztiere, Winterschläfer und Insekten
Wildtiere, Fische und Regenwürmer Haustiere, Flakierpferde und Wirbellose



Bengalische Lichter (Bengalos) erreichen Brenntemperaturen von bis zu ...

380° C 470° C
960° C 2.300° C



Um wieviel überschreiten die Feinstaubwerte in der Grazer Silvesternacht den gesetzlichen PM10-Tagesmittelwert von 50 µg/m³?

3-fache 7-fache
10-fache 15-fache



Wie geht man richtig mit einem „Blindgänger“ um?

anfeuchten und keinesfalls nochmals zünden Zündschnur ersetzen und erneut zünden
irgendwo verstecken an Bastlerfreunde verschenken

Das FEUERWERK-TRIMINO

Spielanleitung

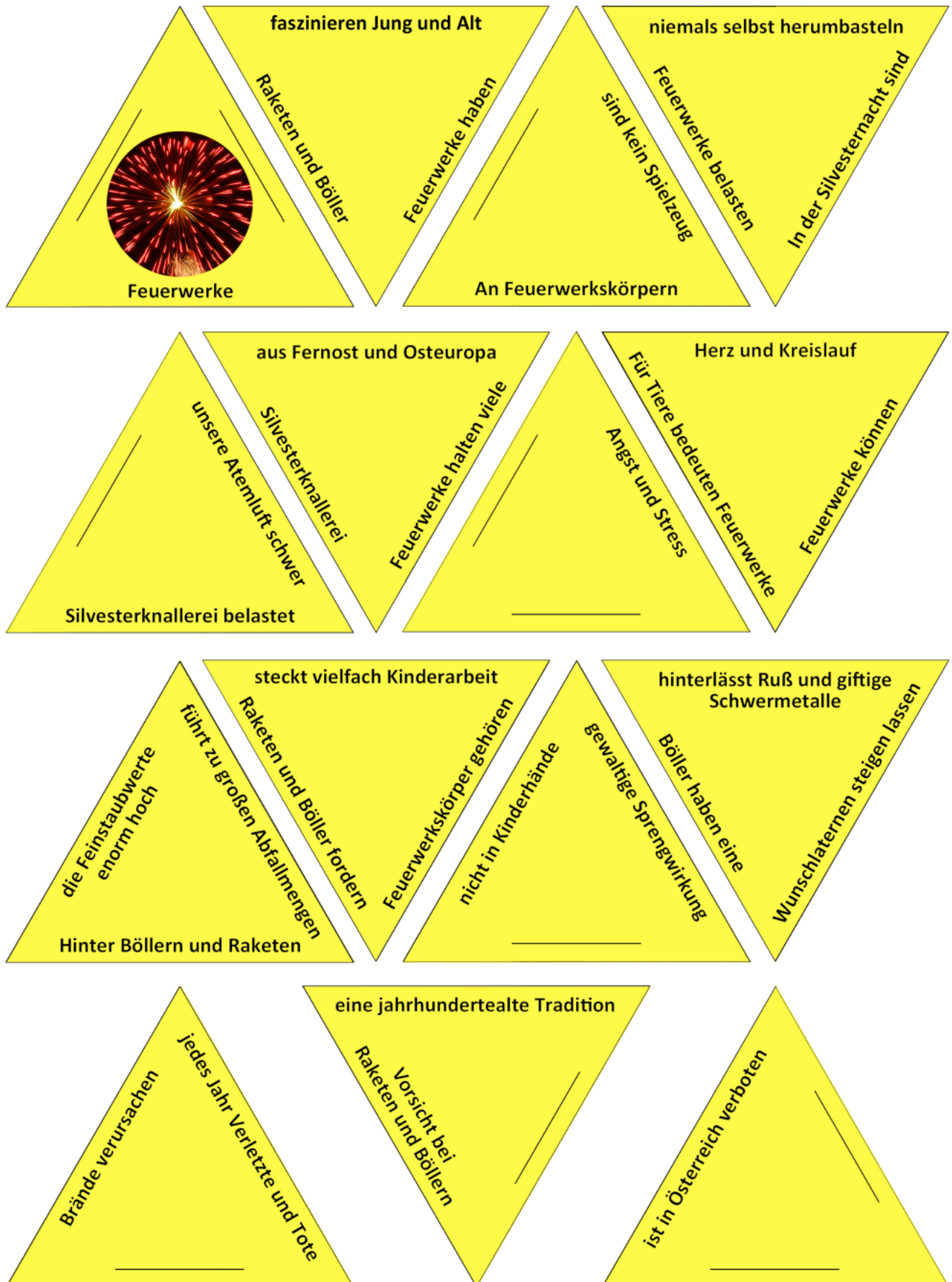
1. Die Spielkärtchen werden durchmischt und an die 2-4 SpielerInnen verteilt.
2. Die Person, welche die Spielkarte mit dem Feuerwerkssymbol besitzt, legt diese als erste auf und spricht den darauf abgedruckten 1. Teil eines Satzes.
3. Jene/r SpielerIn, welche/r die Spielkarte mit der passenden Textergänzung besitzt, legt diese Karte zur anderen dazu und liest selbst einen der anderen abgedruckten Texte, usw.
4. Das Spiel endet, wenn die letzte Karte gelegt wurde.

Lösung



Ausschneidevorlage nächste Seite

Das FEUERWERK-TRIMINO



Praxistipp „Feuerwerksfarben“

Fachinformation

Damit Feuerwerke am Himmel schön bunt leuchten, müssen dem Schwarzpulver im Feuerwerkskörper verschiedene Metallsalze beigelegt werden; dies wird dann „Effektfüllung“ genannt.

Bei der Explosion einer Rakete oder Feuerwerksbombe entstehen sehr hohe Temperaturen zwischen 1.000-1.500° C. Diese Temperaturen regen die Elektronen der Metallatome dieser Salze an. Die Außenelektronen (Valenzelektronen) verlassen ganz kurz (ca. 1 Milliardstel Sekunde) ihre Elektronenhülle, um dann wieder unter Abgabe von farbigen Lichtwellen (Photonen, „Lichtenergie“) in die Ausgangsposition zurückzufallen. Je nach Art des Metalls (meist Alkali- und Erdalkalimetalle) der Salze können somit unterschiedliche Farben erzeugt werden.

Um sehr helles Licht zu bekommen, benötigt man Magnesium, das weißlich mit sehr heller Flamme verbrennt. Metallsalze leuchten gelb durch Natrium-Ionen, grün durch Barium- oder Kupfer(II)-Ionen, rot durch Strontium-Ionen, silbern durch Titan-Ionen, purpurn durch Rubidium-Ionen, orange durch Calcium-Ionen, blau durch Kupfer(I)- oder Kobalt-Ionen, golden durch Eisen-Ionen und Holzkohle oder auch violett durch Cäsium- oder Kalium-Ionen. In Feuerwerkskörpern werden die Effekte vielfach gemischt.

Dazu gibt es auch ein einfaches **YouTube-Video** – siehe „Links und Anhang“.

TIPP

Bei einer einfachen Flammenfärbung lassen sich die Feuerwerkseffekte nachstellen und auch der Atombau erklären. Dazu werden Gasbrenner, Feuerzeug, Schutzbrillen, Magnesiumstäbchen sowie verschiedene Chlorid-Lösungen von Natrium, Kalium, Calcium, Lithium und Barium benötigt.

Zunächst muss den SchülerInnen der Umgang mit Salzlösungen (nicht verspritzen, da ätzend) und Gasbrenner erklärt werden.

Dann werden die Magnesium-Stäbchen ausgeglüht, um Verunreinigungen zu beseitigen. Dies dauert ca. 30 Sekunden, bis die Farbe der Flamme unscheinbar bläulich wird.

In der Folge tauchen einige SchülerInnen ihre Magnesium-Stäbchen in verschiedene Metallsalzlösungen und halten sie anschließend in die Brennerflamme. Die Flammenfärbung wird protokolliert und besprochen.



Praxistipp „Historische Recherche“

Fachinformation

Die ersten Feuerwerke gab es wahrscheinlich in China während der Song-Dynastie (960-1279). Anfangs standen noch die Knalleffekte und weniger die Lichterscheinungen im Vordergrund. Erst im späten 14. Jahrhundert entwickelte sich in Italien aus dem Gebrauch des Schwarzpulvers heraus eine eigenständige Feuerwerkskunst, die sich in der Folge in ganz Europa und schließlich weltweit verbreiten sollte.

Die Anlässe für das Abbrennen eines Feuerwerks sind sehr unterschiedlich. Ist es zum einen bloß der Ausdruck einer Kunstform, so haben Feuerwerke in den meisten Fällen doch einen religiösen, staatlich-politischen (Nationalfeiertage) oder anderen freudigen Anlass zum Hintergrund.

TIPP

- Recherchiert in einschlägigen Büchern und im Internet, wo überall auf der Welt und zu welchen Anlässen Feuerwerke veranstaltet wurden und werden.
- Gibt es etwa länderspezifische Charakteristika oder vielleicht sogar weltweite Gemeinsamkeiten, was die Inszenierung von Feuerwerken oder die Verwendung bestimmter pyrotechnischer Mittel betrifft?
- Gestaltet pro Gruppe ein Poster mit euren Ergebnissen.



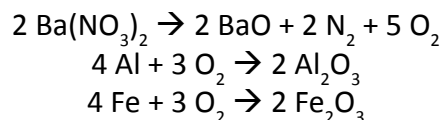
Praxistipp „Wunderkerze“

Fachinformation

Als Wunderkerzen (Sprühkerzen, Sternspritzer, Sternwerfer, Sternsprüher, Sternchenfeuer, engl. Sparkler) werden stabförmige Feuerwerkskörper bezeichnet, die Funken sprühen und in der Hand gehalten werden können. Verwendet werden sie oftmals an Christbäumen, als Effekt bei Veranstaltungen bzw. als Dekoration von Buffets etc. bei Feierlichkeiten. Solange sie nicht länger als 30 cm sind, gehören sie zur Kategorie F1 und dürfen ganzjährig verkauft und auch an Personen ab 12 Jahren abgegeben werden. Wunderkerzen ab einer Länge von 40 cm bis zu den Riesenwunderkerzen mit 1 m Länge (brennen bis zu 5 Minuten) gehören zu anderen Kategorien und dürfen nur an Personen ab 18 Jahren abgegeben werden.

Wunderkerzen bestehen aus einem verkupferten Stahldraht, auf dem eine etwa 4 mm dicke, graue Schicht aus Bariumnitrat, Aluminium- und Eisenpulver aufgetragen ist. Diese Schicht verbrennt dann unter charakteristischem Funkensprühen, wobei die winzigen Eisenkörnchen verbrennen. Die notwendige Wärme wird durch einen chemischen Prozess geliefert, bei dem das Aluminium mit dem Sauerstoff reagiert, der aus dem Bariumnitrat freigesetzt wird.

Chemische Reaktion:



Es entsteht eine Temperatur über 700° C, außerdem sind im „Rauch“ giftiges Kohlenmonoxid, Stickoxide sowie Feinstaub zu finden. Somit ist das Einatmen dieser Abgase gesundheitlich bedenklich. Wunderkerzen können nicht ausgeblasen werden.

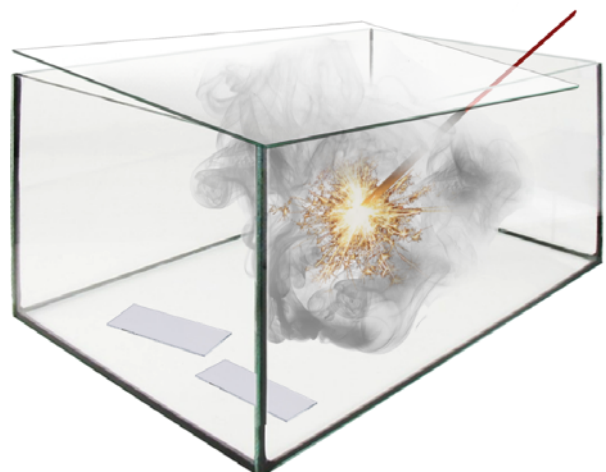
Bumerang-Versuch:

Befestigung von Wunderkerzen mit Draht an einem Bumerang - durch die angezündete Wunderkerze lässt sich die Flugbahn schön visualisieren – Brenndauer einer 30-cm-Wunderkerze ca. 35-40 Sekunden. Achtung beim Angreifen, wenn die Wunderkerze brennt! Den Versuch nur dort durchführen, wo keine Brandgefahr entsteht.



(Fein)Staub-Versuch:

In ein Aquarium werden zwei feuchte Objektträger gelegt. Dann wird eine Wunderkerze abgebrannt, wobei der Deckel so weit wie möglich geschlossen bleibt. Wenn sich der Rauch gelegt hat, werden die Objektträger unter der Stereolupe bzw. dem Mikroskop angeschaut. Die kleinsten Partikel sind Feinstaub, die größeren Grobstaub.

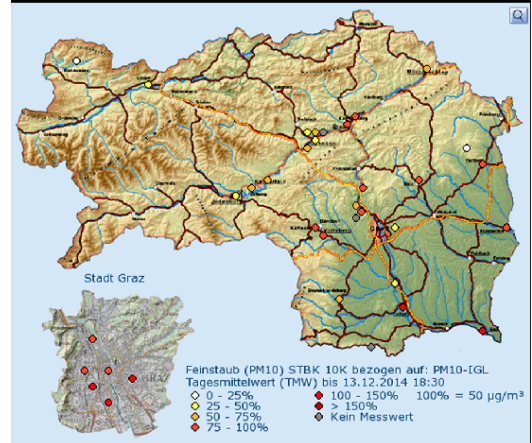


Praxistipp „Neujahrs-Luftgüte im Internet“

Fachinformation

Feuerwerksbomben sind auch Umweltbomben. Durch die Explosionen entstehen große Mengen feiner und feinsten Partikel, die als Feinstaub bezeichnet werden. Nicht nur Ruß, auch Metall-Ionen und Aerosole diverser Verbrennungsrückstände sind dann einige Stunden nach dem Feuerwerk in der Luft zu finden.

Mit den „**Online-Luftgütedaten Feinstaub**“ der Umweltinformation Steiermark kann man im Internet nicht nur die aktuellen Messdaten aller steirischen Luftgütemessstationen abrufen, auch andere Abfragezeiträume können ausgewählt und angezeigt werden.



TIPP

Mit dieser Online-Datenbank hat man die Möglichkeit, auch die Luftgütesituationen vergangener Silvester- und Neujahrstage abzufragen und zu vergleichen. Die ist für alle Stationen möglich. Wenn in der Klasse ein EDV-Raum zur Verfügung steht, kann folgende Website besucht werden:

<http://www.umwelt.steiermark.at/cms/ziel/3611708/DE/>

1. Zunächst auf einen der **Stationenpunkte** klicken und den Zeitverlauf der letzten Wochen anschauen – die rote Linie zeigt den Grenzwert von 50 Mikrogramm/Kubikmeter ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) an, der nicht überschritten werden sollte.
2. Oder man kann in der Bildschirmmitte auf „**Detailsuche**“ gehen und eine beliebige Messstation auswählen. Bei „Komponente“ dann Feinstaub auswählen. Bei „Auswertungszeitraum und Mittelwert“ wird dann ein ganzes Jahr gewählt und zwar so, dass im erscheinenden Diagramm der Jahreswechsel in Achsenmitte ist (also z. B. vom 30. Dezember 2013 bis 2. Jänner 2014). Als Mittelwert wählt man TMW (Tagesmittelwert). Dann auf „Abfrage starten“ klicken, es erscheint der Feinstaubverlauf für den gewählten Zeitraum.
3. **Diskussion** der Diagramme und insbesondere der Spitzen im Verlauf: Gab es zu Silvester eine Spitze? Wenn ja, ist diese mit hoher Wahrscheinlichkeit auf das mitternächtliche Feuerwerk zurückzuführen. Wenn nein, müsste kontrolliert werden, wie zu diesem Zeitpunkt das Wetter war. Hat es geregnet oder geschneit? Wehte starker Wind? In derselben Abfragemaske kann man dann statt „Feinstaub“ die Komponenten „Niederschlagsmenge“ oder „Windgeschwindigkeit“ auswählen. Wenn es Niederschläge oder starken Wind gab, lassen sich somit fehlende Feinstaubspitzen erklären.
4. Nach Abschluss der Analyse können auch unterschiedliche Stationen verglichen werden. Wo gab es höhere Belastungen?



Hinweis: Diese Online-Abfragen können auch bezüglich der Luftgütebelastung durch Osterfeuer durchgeführt werden.

Stundenbild „Feinstaub zu Silvester“

Was ist Feinstaub? Welche Schadstoffe enthalten Feuerwerksraketen? Welche Luftbelastung entsteht zu Silvester?

Jedes Jahr steigen zu Silvester die Feinstaub-Messwerte an allen Messstationen weit über das „übliche“ Maß hinaus. Die durch Feuerwerke entstehenden Abgase bedingen nicht nur erhöhte Staubwerte, sondern beinhalten auch bedenkliche Substanzen, die auf diese Weise in die Atemluft gelangen.



Stundenbild
Feinstaub zu Silvester

► Luft

Was ist Feinstaub?
Welche Schadstoffe enthalten Feuerwerksraketen?
Welche Luftbelastung entsteht zu Silvester?

Jedes Jahr steigen zu Silvester die Feinstaub-Messwerte an allen Messstationen weit über das „übliche“ Maß hinaus. Die durch Feuerwerke entstehenden Abgase bedingen nicht nur erhöhte Staubwerte, sondern beinhalten auch bedenkliche Substanzen, die auf diese Weise in die Atemluft gelangen.



Schülerinnen lernen Feinstaubquellen kennen und recherchieren, wie sich deren Vorhandensein auf die Luftgütesituation auswirkt. Die Sondersituation zu Silvester wird betrachtet und ein Experiment soll die Luftbelastung zu Silvester verdeutlichen.

Ort	Schulstufe
Klassenraum	8. bis 13. Schulstufe

Gruppengröße	Zeitdauer
Klassengröße	1 Schulstunde

Lernziele

- Daten in Diagrammen interpretieren lernen
- Wirtschaftliche, politische und gesellschaftliche Interessen als Ursachen ökologischer Probleme erkennen
- Bereitschaft entwickeln für einen sorgsamen Umgang mit der Ressource Luft
- Eigenes Handlungspotenzial als Konsumentin und Verbraucherin erkennen

Download - 1,74 MB

http://www.ubz-stmk.at/upload/documents/cms/1168/Stundenbild_Feinstaub_zu_Silvester.pdf

Praxistipp „Schallpegelmessung mittels Handy“

Fachinformation

Als Lärm bezeichnet man Geräusche, die als störend empfunden werden. Die Intensität von Lärm wird in Dezibel gemessen. Nicht nur die Intensität, sondern auch die Dauer der Lärmbelastung spielt eine Rolle bei der Frage, ab wann Lärm gesundheitsgefährdend ist.

Im Falle eines Feuerwerks wird mit jeder Explosion, sei es ein Böller oder eine Rakete, wiederholt Schall (Lärm) mit beträchtlicher Intensität erzeugt. Abhängig von der Nähe zum Explosionsort tritt eine mehr oder weniger starke Gesundheitsgefährdung auf, die sich in einem zeitweiligen, mitunter sogar dauerhaften Hörverlust manifestieren kann.

TIPP

SchülerInnen führen Lärmmessungen in der Silvesternacht durch und zwar alleine oder in Kleingruppen. Sie protokollieren dabei nicht nur ihre Messwerte, sondern versuchen auch die Entfernung des jeweiligen Explosionsortes abzuschätzen.

Eine Reihe von Handy/Smartphone-Apps steht dafür zur Verfügung, die meisten sogar gratis. Vergleichstabellen zeigen, welchen anderen Geräuschen die selbst gemessenen Lautstärken entsprechen. So entsprechen etwa 120 dB einem starrenden Flugzeug.



„HNO-Ärzte im Netz“ bietet dazu im Internet **kostenlose Downloads** für iPhone sowie Android-Smartphone an.

Link zum LärmApp: <http://www.hno-aerzte-im-netz.de/news/neue-laermapp.html>

Steirische Schulen, die solche Messungen lieber mittels **Schallpegelmessgerät** durchführen möchten, können sich diese Messgeräte **kostenlos ausborgen** beim Umwelt-Bildungs-Zentrum Steiermark.

Nähere Informationen: <http://www.ubz-stmk.at/angebote/index.php?cmid=1173>

Stundenbild „Lärm macht krank“

Was ist Gehörschutz? Wie hört sich das Leben mit Gehörschutz so an? Welche Gehörschäden können auftreten?

Gehörstöpsel kennt jeder, doch wer hat diese schon ausprobiert und weiß, wie sie richtig verwendet werden?



UBZ
Umwelt-Bildungs-Zentrum
Steiermark

Stundenbild
„Lärm macht krank“

► Gehörschutz

Was ist Gehörschutz?
Wie hört sich das Leben mit Gehörschutz so an?
Welche Gehörschäden können auftreten?

Gehörstöpsel kennt jeder, doch wer hat diese schon ausprobiert und weiß, wie sie richtig verwendet werden?

Durch angreifen, ausprobieren und besprechen soll den Jugendlichen die Verwendung von Gehörschutzstöpseln „schmackhaft“ gemacht werden. Schädigungen, die im Ohr durch Lärm entstehen können, sind ein wichtiger Teil der Einheit.



Ort	Schulstufe
Klassenraum	8. bis 13. Schulstufe
Gruppengröße	Zieldauer
Klassengröße	1 Schulstunde
Lernziele	
► begreifen und verwenden von Gehörschützern ► selbstständiges Erarbeiten der Vor- und Nachteile von Gehörschützern ► die Auswirkungen von Lärm gemeinsam erarbeiten und erfahren	

Umwelt-Bildungs-Zentrum Steiermark im Auftrag von Land Steiermark (JHS und AHS), Stadt Graz (Jugendamt)

Download - 1,23 MB

http://www.ubz-stmk.at/upload/documents/cms/1169/Stundenbild_Laerm_macht_krank.pdf

Praxistipp „Haus- und Nutztiere beobachten“

Fachinformation

Tiere reagieren sehr unterschiedlich auf die Einwirkung von Lärm, wobei zu unterscheiden ist, ob die Lärmquelle Geräusche von annähernd gleichbleibender Intensität aussendet, oder ob es sich um punktuelle und sich unregelmäßig wiederholende Lärmereignisse handelt wie im Falle von explodierenden Feuerwerksraketen und Böllern.

Die meisten Tiere schrecken im Allgemeinen vor lauten Explosionsgeräuschen zurück, ausgenommen schussfest gemachte Jagdhunde. Dementsprechend bedeuten Feuerwerke (insbesondere in der Silvesternacht) für Nutz-, Wild- und Haustiere eine äußerst stressreiche Zeit. Während Wildtiere ihrem Schicksal überlassen werden, können bei Nutz- und Haustieren, speziell dann, wenn sie als besonders ängstlich bekannt sind, im Vorfeld doch einige Maßnahmen zur Stressminderung unternommen werden.

TIPP

In Österreich werden mehr als 2,5 Millionen Haustiere gehalten, in der Mehrzahl Katzen, Hunde und Vögel. Sehr viele SchülerInnen haben somit die Möglichkeit, ihre liebsten tierischen Freunde auch am Silvesterabend bei sich zu haben und zu beobachten.

Als **Beobachtungsaufgabe** sollten die SchülerInnen Hund, Katz & Co in Zusammenhang mit Feuerwerkslärm genau beobachten und Verhaltensauffälligkeiten protokollieren. Wenn möglich sollte auch das Verhalten von Nutztieren in den Stallungen beobachtet werden.

Eine weitere Möglichkeit, zu Verhaltensdaten zu kommen, bietet eine **Befragung**. Entweder wird eine solche schulintern durchgeführt oder die SchülerInnen befragen Menschen in ihrem privaten Umfeld bzw. auf der Straße nach deren selbst gemachten Tierbeobachtungen anlässlich der Silvesternacht.



Praxistipp „Sicherheitsabstand“

Fachinformation

Für pyrotechnische Erzeugnisse gibt es spezielle, strenge Lagervorschriften. Diese sind in der Pyrotechnik-Lagerverordnung geregelt. Leider gibt es gerade in der Silvesterzeit, wo tausende Straßenverkaufsstände unter anderem auch mit pyrotechnischen Gegenständen handeln, immer wieder Anlässe zu Beschwerden.

TIPP

Wenn du einen Verkaufsstand siehst, bei dem Feuerwerkskörper verkauft werden, dann mache dir selbst ein Bild von der Einhaltung oder Nichteinhaltung von Sicherheitsabständen. Beantworte die Fragen:

Frage 1: Ist rund um den Verkaufsstand eine Schutzzone (ein Freiraum) von mindestens 5 Metern gegeben?

O ja O nein

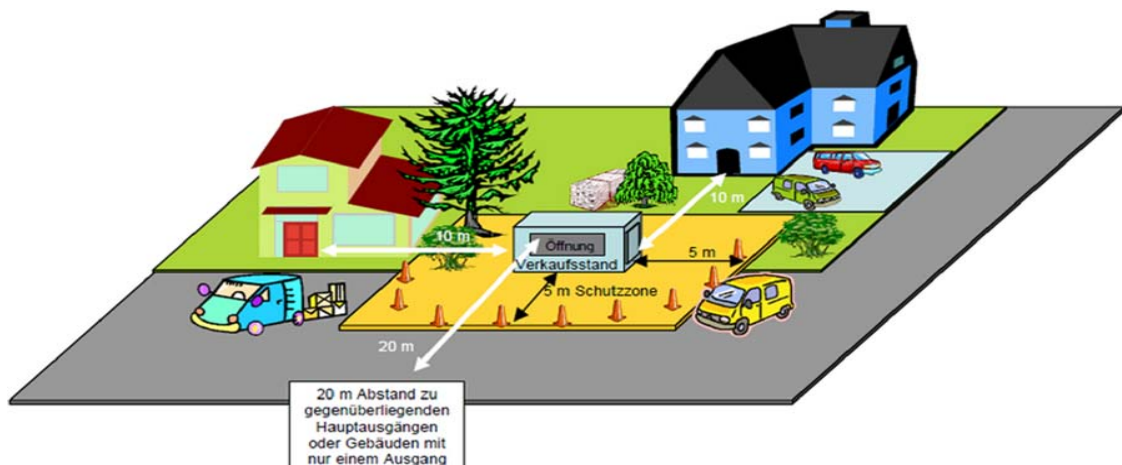
Frage 2: Besteht zum Ein/Ausgang eines in der Nähe befindlichen Gebäudes ein Mindestabstand von 10 Metern?

O ja O nein

Frage 3: Weist die Öffnung des Verkaufsstandes in Richtung eines Gebäudeausgangs, so sind 20 Meter Abstand einzuhalten. Ist dies der Fall?

O ja O nein

Die von dir bzw. deinen MitschülerInnen gesammelten Informationen werden im Rahmen einer Gruppenarbeit analysiert und diskutiert. Wurden die Sicherheitsvorschriften beachtet? Wenn nicht, welcher Art waren die Verstöße? Warum könnte zu geringer Abstand gefährlich sein?



Arbeitsblatt „Wie gut kennst du dich aus?“

Fachinformation

Das Pyrotechnikgesetz 2010 ist österreichweit gültig und regelt Besitz, Verwendung, Überlassung und Verkauf von pyrotechnischen Gegenständen (Feuerwerksraketen, Knallkörper) sowie das Böllerschießen. Da mit diesem Gesetz auch die Strafen verschärft wurden, sollten alle Personen, die mit solchen Gegenständen zu tun haben, Bescheid wissen.

Lösungen:

Wer muss ein Feuerwerk genehmigen?

- ☐ Ministerium ☐ Landesbehörde
☒ **BürgermeisterIn** ☐ Bezirkshauptmannschaft

Ab welchem Alter darf man pyrotechnische Artikel erwerben?

- Kategorie F1 ☒ **12** ☐ 16 ☐ 18 Jahre
 Kategorie F2 ☐ 12 ☒ **16** ☐ 18 Jahre
 Kategorie F3 ☐ 12 ☐ 16 ☒ **18** Jahre
 Kategorie F4 ☐ 12 ☐ 16 ☒ **18** Jahre

Für pyrotechnische Artikel welcher Kategorien braucht man Sachkunde bzw. Fachkenntnis?

- Kategorie F1 ☐ Sachkunde ☐ Fachkenntnis
 Kategorie F2 ☐ Sachkunde ☐ Fachkenntnis
 Kategorie F3 ☒ **Sachkunde** ☐ Fachkenntnis
 Kategorie F4 ☐ Sachkunde ☒ **Fachkenntnis**

Ab welchem Alter ist der Erwerb von Blitzknallkörpern (Schweizer Krachern) erlaubt?

- ☒ **gar nicht** ☐ ab 12 Jahren
☐ ab 16 Jahren ☐ ab 18 Jahren

Wie kannst du verbotene und meist illegale Kracher erkennen?

- ☐ kein Strichcode ☒ **kein CE-Zeichen**
☐ kein Umweltzeichen

Wie hoch ist der Rahmen für Geldstrafen (im Ersatzfall gibt es eine Freiheitsstrafe) bei Missachtung der Bestimmung, dass bei Sportveranstaltungen keine pyrotechnischen Gegenstände verwendet werden dürfen?

- ☐ 550 EUR ☐ 1.180 EUR
☐ 2.950 EUR ☒ **4.360 EUR**

Welcher Sicherheitsabstand muss beim Abbrennen von pyrotechnischen Gegenständen mindestens eingehalten werden, damit kein Hörschaden entsteht? (Schallpegel < 120 dB)

- Kategorie F1 ☒ **1** ☐ 8 ☐ 15 ☐ 40 m
 Kategorie F2 ☐ 1 ☒ **8** ☐ 15 ☐ 40 m
 Kategorie F3 ☐ 1 ☐ 8 ☒ **15** ☐ 40 m

Kennst du die Kategorien, zu denen folgende pyrotechnische Gegenstände gehören?

- | | | | | |
|--------------------|--|--|--|--|
| Feuerwerksbombe | ☐ F1 | ☐ F2 | ☐ F3 | ☒ F4 |
| Wunderkerze | ☒ F1 | ☐ F2 | ☐ F3 | ☐ F4 |
| Feuerrad / Sonne | ☐ F1 | ☐ F2 | ☒ F3 | ☐ F4 |
| Feuertopf | ☐ F1 | ☐ F2 | ☒ F3 | ☐ F4 |
| Baby-Rakete | ☐ F1 | ☒ F2 | ☐ F3 | ☐ F4 |
| Knallerbse | ☒ F1 | ☐ F2 | ☐ F3 | ☐ F4 |
| Knaller/Handböller | ☐ F1 | ☒ F2 | ☐ F3 | ☐ F4 |
| große Rakete | ☐ F1 | ☐ F2 | ☐ F3 | ☒ F4 |
| Tischfeuerwerk | ☒ F1 | ☐ F2 | ☐ F3 | ☐ F4 |

„Wie gut kennst du dich aus?“

Beantworte folgende Fragen - kreuze an!

Wer muss ein Feuerwerk genehmigen?

- ☐ Ministerium ☐ Landesbehörde
☐ BürgermeisterIn ☐ Bezirkshauptmannschaft

Ab welchem Alter darf man pyrotechnische Artikel erwerben?

- Kategorie F1 ☐ 12 ☐ 16 ☐ 18 Jahre
 Kategorie F2 ☐ 12 ☐ 16 ☐ 18 Jahre
 Kategorie F3 ☐ 12 ☐ 16 ☐ 18 Jahre
 Kategorie F4 ☐ 12 ☐ 16 ☐ 18 Jahre

Für pyrotechnische Artikel welcher Kategorien braucht man Sachkunde bzw. Fachkenntnis?

- Kategorie F1 ☐ Sachkunde ☐ Fachkenntnis
 Kategorie F2 ☐ Sachkunde ☐ Fachkenntnis
 Kategorie F3 ☐ Sachkunde ☐ Fachkenntnis
 Kategorie F4 ☐ Sachkunde ☐ Fachkenntnis

Ab welchem Alter ist der Erwerb von Blitzknallkörpern (Schweizer Krachern) erlaubt?

- ☐ gar nicht ☐ ab 12 Jahren
☐ ab 16 Jahren ☐ ab 18 Jahren

Wie kannst du verbotene und meist illegale Kracher erkennen?

- ☐ kein Strichcode ☐ kein CE-Zeichen
☐ kein Umweltzeichen

Wie hoch ist der Rahmen für Geldstrafen (im Ersatzfall gibt es eine Freiheitsstrafe) bei Missachtung der Bestimmung, dass bei Sportveranstaltungen keine pyrotechnischen Gegenstände verwendet werden dürfen?

- ☐ 550 EUR ☐ 1.180 EUR
☐ 2.950 EUR ☐ 4.360 EUR

Welcher Sicherheitsabstand muss beim Abbrennen von pyrotechnischen Gegenständen mindestens eingehalten werden, damit kein Hörschaden entsteht? (Schallpegel < 120 dB)

- Kategorie F1 ☐ 1 ☐ 8 ☐ 15 ☐ 40 m
 Kategorie F2 ☐ 1 ☐ 8 ☐ 15 ☐ 40 m
 Kategorie F3 ☐ 1 ☐ 8 ☐ 15 ☐ 40 m

Kennst du die Kategorien, zu denen folgende pyrotechnische Gegenstände gehören?

- Feuerwerksbombe ☐ F1 ☐ F2 ☐ F3 ☐ F4
 Wunderkerze ☐ F1 ☐ F2 ☐ F3 ☐ F4
 Feuerrad / Sonne ☐ F1 ☐ F2 ☐ F3 ☐ F4
 Feuertopf ☐ F1 ☐ F2 ☐ F3 ☐ F4
 Baby-Rakete ☐ F1 ☐ F2 ☐ F3 ☐ F4
 Knallerbse ☐ F1 ☐ F2 ☐ F3 ☐ F4
 Knaller/Handböller ☐ F1 ☐ F2 ☐ F3 ☐ F4
 große Rakete ☐ F1 ☐ F2 ☐ F3 ☐ F4
 Tischfeuerwerk ☐ F1 ☐ F2 ☐ F3 ☐ F4

Praxistipp „Medien-Recherche“

Fachinformation

Die Medien sind durch spektakuläre Unfälle mit Böllern im Herbst 2014 für das Thema Pyrotechnik sensibilisiert. In vielen Zeitungen wie auch im Internet wird viel über Feuerwerke, Böller & Co. geschrieben. Was oftmals fehlt, sind fachliche Hintergrundinformationen bzw. konkrete Hinweise auf Maßnahmen zum Schutz vor Unfällen.

TIPP

Die SchülerInnen sollten zu einem aktuellen bzw. einem schon vergangenen Vorfall die Medienberichterstattung im Internet recherchieren und diese bewerten.

Als Vorarbeit sollten zunächst die beiden Kopier-vorlagen „Sicherheitstipps für das Zünden von Feuerwerksartikeln“ sowie „Maßnahmen zur Reduktion der Unfall- und Brandgefahr“ (Seite 31) durchbesprochen werden. Anschließend wird ein kurzer Katalog erstellt, welche Fragen beim Durchlesen der Presseartikel gestellt und beantwortet werden sollten (z. B. „Wird auf das richtige Hantieren mit Feuerwerkskörpern hingewiesen?“, „Gibt es einen Hinweis auf die Kategorie, zu der die Artikel genannten Böller gehören?“ o. ä.).

Nach der Recherche werden die einzelnen Arbeiten in Gruppenarbeiten zusammengefasst und jeweils den anderen SchülerInnen vorgestellt. Die gefundenen Medienberichte könnten ausgedruckt und gemeinsam mit der Auswertung für eine Collage verwendet werden.



Links



Mission Wissen Weltweit: Feuerwerk (Produktionsbedingungen in China)

ProSieben - Galileo

<http://www.prosieben.at/tv/galileo/videos/5348-mission-wissen-weltweit-feuerwerk-clip>

Feuerwerks-Kinder auf den Philippinen

NDR

<https://www.youtube.com/watch?v=DupZmrSMofM>



Ganz schön gefährlich, wie Silvester-Feuerwerk hergestellt wird

„Die Sendung mit der Maus – ARD“

<https://www.youtube.com/watch?v=AHMmqyPd-Rs>

Wie entstehen die Farben beim Feuerwerk

<https://www.youtube.com/watch?v=piRG2j-84OQ>



Anhang

Sicherheitstipps für Silvester

Österreichischer Bundesfeuerwehrverband

Download pdf (154 KB)

http://www.ubz-stmk.at/upload/documents/cms/1178/Sicherheitsempfehlungen_fuer_Silvester.pdf

Emissionen von Feuerwerken

Gesundheitsgefährdung – Umweltbelastung – Sicherheitsaspekte

Österreichischer Verein für Kraftfahrzeugtechnik (ÖVK), Juli 2014

Download pdf (1,67 MB)

http://www.ubz-stmk.at/upload/documents/cms/1171/Emissionen_von_Feuerwerken.pdf

„Das Feuerwerkbuch“ - in synoptischer Darstellung zweier anonymer Originaltexte.

Transkription und Textvergleich des Freiburger Manuskriptes Ms 362 von 1432 und des so genannten Feuerwerkbuches von 1420 (gedruckt 1529 bei Stainer, Augsburg) mit erklärenden Anmerkungen zu den Texten. Ferdinand Nibler, Jänner 2005

Download pdf (1,46 MB)

http://www.ubz-stmk.at/upload/documents/cms/1172/Das_Feuerwerkbuch.pdf

Pyrotechnikgesetz - PyroTG 2010 (Gesamte Rechtsvorschrift)

Download pdf (225 KB)

http://www.ubz-stmk.at/upload/documents/cms/1173/Pyrotechnikgesetz_2010.pdf

Pyrotechnik-Lagerverordnung 2004 - Pyr-LV 2004

Download pdf (195 KB)

http://www.ubz-stmk.at/upload/documents/cms/1175/Pyrotechnik-Lagerverordnung_2004.pdf

Pyrotechnikgesetz Durchführungsverordnung - PyroTG-DV 2012

Download pdf (1,04 MB)

http://www.ubz-stmk.at/upload/documents/cms/1176/PyroTG-Durchfuehrungsverordnung_2012.pdf



Silvesterraketen, Böller & Co

Zusammenstellung des Themas für die Umsetzung im Unterricht

Eigentümer, Herausgeber, Verleger:

Umwelt-Bildungs-Zentrum Steiermark - UBZ
Brockmanngasse 53
A-8010 Graz
E-Mail: office@ubz-stmk.at
Web: www.ubz-stmk.at
DVR-Nr.: 1076884

Redaktion:

Dr. Uwe Kozina
Dr. Otmar Winder

Layout:

Dr. Uwe Kozina

Fotonachweis mit Seitenzahl:

Amt der Stmk. Landesregierung 13; background-pictures.picphotos.net 18; BKK24 11; Claus Ableiter 25; commons.wikimedia.org 2; commons.wikimedia.org 7; de.wikipedia.org 2 (2x), 5(3x), 7; der.standard.at 10; digi.ub.uni-heidelberg.de 52; DPA 10; edwud.com 7; en.wikipedia.org 5; Euronatur-Archiv 17; feuerwerk-franken.de 7; feuerwerk-in-leipzig.de 1; feuerwerksvitrine.de 28; fireworksfx.com 7; fotocommunity.de 39; german.alibaba.com 22; Gruber 7; gruenelshop.ch 25; Halle Spektrum 12; handelsdaten.de 8; Harry Schiffer Titelseite, 1; heute.at 19; hier_lübeck.de 20; hrb.at 24; resikom.adw-goettingen.gwdg.de 5; jaudet.com 12; ka-news.de 20; klasseiibb.feuerwerk.net 28; kreiszeitung.de 24; kristakarppinen 21; kunst-fuer-alle.de 3; Luca Brambin 7; Martin Chytry 17; meinbezirk.at 21; morgenpost.de 27; multimediaxis.de 20; musikfeuerwerk-wettbewerb.de 29; newswire.ca 4; nintendolife.com 7; Otmar Winder 19; partykaiser.de 30; philippinen-nachrichten.info 20; pinterest.com 2; pinto-feuerwerke.at 30; pyrotechnik-im-quadrat.de 25; roeder-feuerwerk.de 27; ruhr-uni-bochum.de 3; shop.zentrada.de 27; Stadt Graz 14; UBZ-Archiv 6, 7(5x), 15(2x), 16(2x), 18, 23, 24(2x), 27, 30, 32, 35, 36, 37, 38, 41(2x), 42(2x), 43, 44, 45, 46, 50, 51(4x), 52(3x); UGZ Noel Redenlechner 13; Uwe Kozina 17, 40; valenciaplaza.com 4; wisegeek.com 23; WKO Tirol 11, 47; YouTube.com 7, 28; zahl-feuerwerk.de 4;

Erstellt im Rahmen des Programms „Umweltbildung Steiermark“ und im Auftrag des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung, Abteilung 13 Umwelt und Raumordnung sowie Abteilung 15 Energie, Wohnbau, Technik.