

### 3. Wer hat Angst vor dem Bunsenbrenner?

#### Eine Konfrontationstherapie für ängstliche Lehrer!

##### 3.1 Bunsenbrenner, Kartuschenbrenner und Maxiteelicht im Vergleich

**Info:** Der Gasbrenner ist für den Chemiker das wahrscheinlich wichtigste Laborgerät überhaupt. Immer wenn in einem Labor ein Stoff erhitzt werden soll, kommt er zum Einsatz. Es gibt 2 Arten von Gasbrennern, den klassischen Bunsenbrenner (die Variante, die meist im Labor zum Einsatz kommt, heißt Teclubrenner) und den Kartuschenbrenner, der so ähnlich aussieht wie der Gaskocher bei der Camping-Ausrüstung.

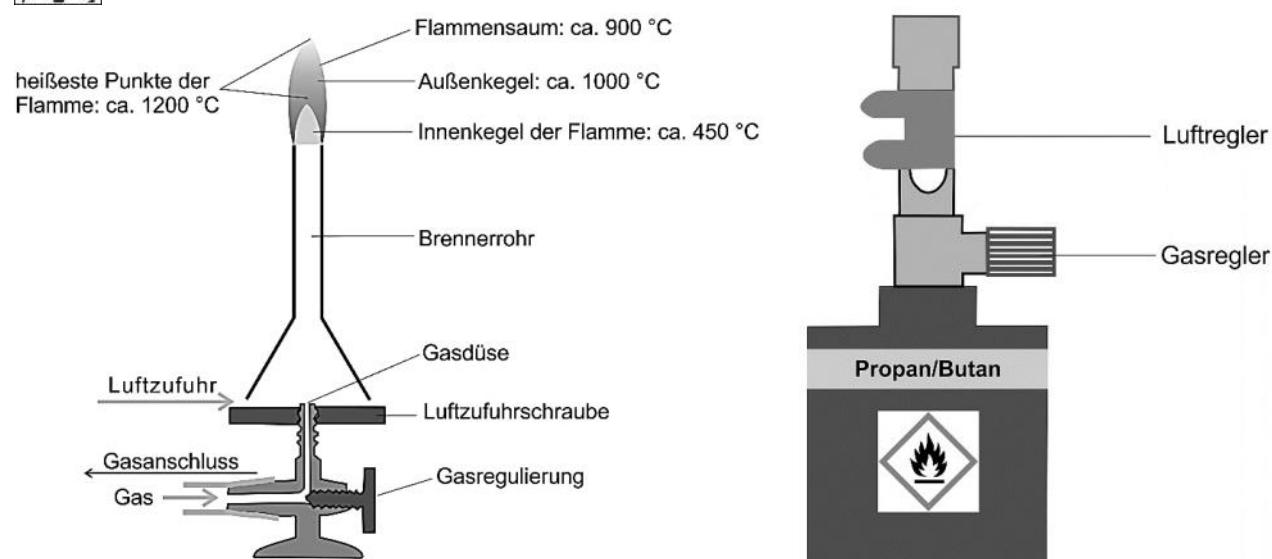
Bei Brennern, die an fest verlegte Gasleitungen angeschlossen sind, wird Erdgas verbrannt, das zu über 90 % aus Methan besteht. Die Druckgasdose für den Kartuschenbrenner enthält eine Mischung aus Propan und Butan. Alle drei Gase sind extrem leicht entzündbar. Die Druckgasdose enthält Gase unter Druck, deshalb darf man sie nicht zu stark erwärmen. Beim Gebrauch der Brenner brennen die Gase zwar kontrolliert, aber mit offener Flamme. Diese stellt eine Wärme- und Zündquelle dar, die zu Verbrennungen (Haut) und zum Brand von in der Nähe befindlichen Gegenständen (insbesondere auch Haar, Handschuhe, und Kleidung) führen kann. Nach Abstellen der Flamme ist der Brenner an der Spitze noch heiß: Achtung Verbrennungsgefahr! Beim Einsetzen/Wechseln der Druckgasdose muss beim Anschrauben auf Dichtigkeit geachtet werden (nur Ventilkartuschen verwenden!).

Der Bunsenbrenner wurde 1855 vom bedeutenden deutschen Chemiker *Robert Wilhelm Bunsen* (1811–1899) erfunden. Das Funktionsprinzip beruht darauf, dass durch einen regulierbaren Schieber Luft von unten gerade in der Menge angesaugt wird, wie sie das aus einer Düse ausströmende Gas benötigt. Wenn der Flamme Luft zugeführt wird (Luftzufuhrschraube geöffnet), ist sie grundsätzlich wesentlich heißer als bei geschlossenem Schieber. Im ersten Fall spricht man von einer rauschenden oder entleuchteten Flamme. Die gelb lodernde, gestaltlose Flamme ohne Luftzufuhr nennt man „nichtrauschend“ oder „leuchtend“. Die Erfindung von Bunsen war so genial, dass sie seit 1855 kaum nennenswert verbessert wurde. Es gibt vielerlei Abwandlungen des Bunsenbrenners, das Grundprinzip ist aber immer das gleiche. An den heißesten Stellen (Saum des Außen-, Spalte des Innenkegels) erreicht die rauschende Flamme ca. 1200°C, direkt über der Rohrmündung beträgt die Temperatur „nur“ 300 – 500°C.

##### Versuch 1: Bau und Funktion des Bunsen- und des Kartuschenbrenners



Geräte und Materialien: Bunsenbrenner mit Anzünder, Kartuschenbrenner





### Sicherheitshinweise für das folgende Experiment:

Bei diesem Experiment müssen einige Sicherheitsvorkehrungen getroffen werden, da durchaus Stichflammen von 1 - 2 m Länge auftreten können.

- Entfernen Sie alle brennbaren Gegenstände aus dem Bereich der Versuchsdurchführung.
- Decken Sie den Experimentiertisch mit Alufolie ab.
- Arbeiten Sie mit dem Bunsenbrenner an einem Ende des Tisches. Dort stellen Sie auch das Becherglas mit Wasser ab.
- Wenn Sie das erhitzte Reagenzglas zum Schluss in das Wasser tauchen, halten Sie die Reagenzglasöffnung in Richtung der mit Alufolie geschützten Unterlage.
- Tragen Sie bei diesem Experiment Schutzbrille, Schutzkittel und Arbeitshandschuhe.

### Durchführung II: Die spektakuläre Verbrennung von Wachs

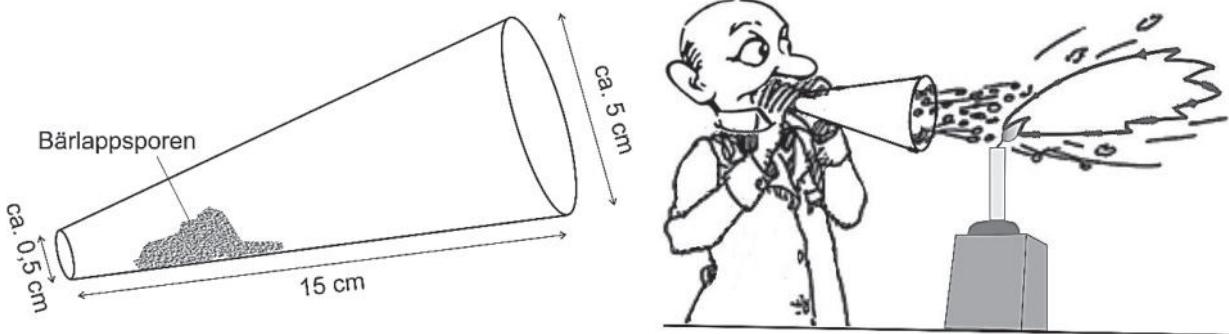


- Schaben Sie von einer Kerze so viel Wachs ab, dass das Reagenzglas ca. 2 – 3 cm hoch gefüllt ist.
- Stellen Sie ein großes Becherglas mit Leitungswasser bereit und erhitzen Sie dann das Wachs am Reagenzglashalter bis es siedet (!). Es müssen Bläschen im Wachs hochsteigen. Das Sieden des Wachses mit Siedebläschen soll mindestens 1 Minute andauern.
- Dann tauchen Sie den Reagenzglasboden schnell ins kalte Wasser im Becherglas. Aus dem Reagenzglas schießt weißer Rauch, der sich entzündet und in einen beeindruckenden Feuerball übergeht.

*Erklärung:* Das geschmolzene und sich zersetzende Wachs hat eine Temperatur von ca. 400°C. Wenn das Reagenzglas im kalten Wasser springt, dringt Wasser ein und verdampft explosionsartig. Dabei reißt es den Wachsdampf und das geschmolzene Wachs mit in die Luft. Durch die Zersetzung der Kohlenwasserstoffketten, die im Wachs enthalten sind, kommt es zur Bildung von hochreaktiven Radikalen, die sich beim Kontakt mit Luftsauerstoff spontan entzünden.



### Durchführung III: Stichflamme mit Bärlappsporen



- Stelle das entzündete Teelicht ins Trinkglas.
- Warte, bis das Sprudeln der Brausetabletten aufhört und setze dann den Flaschenhals auf den Rand des Trinkglases.
- Kippe die Flasche, als wolltest du ihren Inhalt in das Trinkglas übergießen. Achte darauf, dass keine Flüssigkeit aus der Flasche ins Glas überläuft (das ist der Grund, warum wir keine schmale Wasserflasche, sondern die bauchige Essigessenz-Flasche benutzen!)



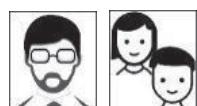
- Was macht die Teelichtflamme? Geht sie aus, wenn ja, warum?

Du hast das unsichtbare schwere Kohlendioxid-Gas, das sich unten in der Flasche gesammelt hat, in das Trinkglas umgegossen. Es fällt dort als schweres Gas wieder auf den Boden. Wenn das Glas bis zum Kerzendocht damit gefüllt ist, wird die Flamme erstickt.

*Hinweis:* Du siehst hier, dass man auch Gase in Gefäße füllen kann. Und wie bei flüssigen und festen Stoffen gibt es auch unter den Gasen schwerere und leichtere Vertreter.

### **Versuch 5: Kunststoffe - Kunststoff-Abfälle trennen**

*Hinweis:* Warum heißen Kunststoffe so, wie sie heißen? Manche nennen sie auch schlicht „Plastik“. Der Name steht für eine Abgrenzung gegenüber den Naturstoffen. Es sind halt künstlich hergestellte Stoffe und sie sind aus unserem modernen Leben nicht mehr wegzudenken. Und da sie in der Natur nicht vorkommen, müssen die Chemiker ran, die Stoffumwandler. Sie haben Methoden gefunden, verschiedenste Kunststoffsorten aus Erdöl herzustellen. Natürlich werden einerseits viel zu viel unnötige Kunststoffartikel produziert, die uns zumüllen, auch unsere Meere. Andererseits sind sie lebensnotwendig, wenn es um künstliche Herzklappen, Gelenke, Frischhalteverpackungen für Lebensmittel und Autoteile mit wenig Gewicht geht.



**Geräte und Materialien:** Kunststoffbecher transparent 0,2 cl, Teelöffel, Salz, Streifen von PE- (bestimmte Haushaltsreiniger-Flaschen; Zeichen: 02, 04), PS- (Joghurt- u. Quarkspeisenbecher; Zeichen: 05) und PVC-Kunststoffen (Kabelummantelung, Duschvorhang, PVC-Schlauch; Zeichen: 03), Spülmittel

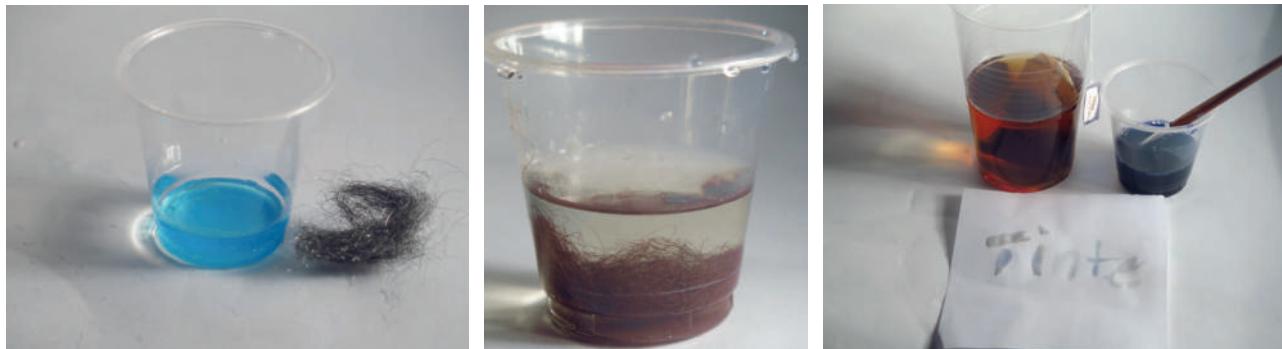


#### **Durchführung:**

- Fülle den Becher mit Wasser und gib einen Tropfen Spülmittel dazu.
- Lege die drei Kunststoff-Proben ins Wasser und beobachte.
- Gib dann 6-7 Teelöffel Salz dazu und rühre um bis sich alles aufgelöst hat. Was ändert sich?



**Erklärungen für den Lehrer:** In Wasser schwimmen nur Stoffe, die eine kleinere Dichte als das Wasser selbst haben. Die Dichte von Polyethylen (PE) liegt bei  $0,94 - 0,96 \text{ g/cm}^3$ , die von Polystyrol (PS) zwischen  $1,06$  und  $1,13 \text{ g/cm}^3$  und die von Polyvinylchlorid (PVC) beträgt  $1,39 \text{ g/cm}^3$ . Also schwimmt nur PE-Kunststoff in Wasser, das selbst eine Dichte von  $1,0 \text{ g/cm}^3$  hat. Wird Salz in Wasser gelöst, dann erhöht sich die Dichte des Wassers. Sobald sie den Wert für PS-Kunststoff überschreitet, steigen die PS-Proben an die Wasseroberfläche.



### **Versuch 10: Wir lassen Farbstoffe einfach verschwinden**



**Geräte und Materialien:** 3 Plastikbecher transparent 0,2 cl, blaue Tinte, rote Götterspeise, Früchtetee im Beutel, Textilentfärber vom Drogeriemarkt

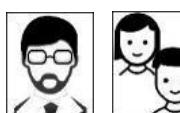
#### **Durchführung:**

- Fülle drei Plastikbecher mit Wasser.
- Gib zum ersten einen Tropfen Tinte und zum zweiten so viele Körnchen rote Götterspeise, dass die Lösung deutlich rot gefärbt ist.
- In den dritten hängst du einen Beutel Früchtetee.
- Gib zu jedem Becher eine Teelöffel-Spitze Textilentfärber und schwenke um.



**Hinweis und Erklärung:** Rote Götterspeise enthält die synthetischen Lebensmittelfarbstoffe Chinolingelb (E 104) und Azorubin (E 122). Azorubin ist als Lebensmittelfarbstoff zugelassen, gilt aber als bedenklich, weil er möglicherweise die Aktivität und Aufmerksamkeit von Kindern beeinflussen kann. Beim Bleichen werden Verfärbungen chemisch zerstört. Meist geschieht dies durch Oxidation. Es geht aber auch durch Reduktion, wie hier mit einem reduktiven Bleichmittel. Der Wirkstoff ist Dithionit (meist Natriumdithionit:  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ ). Die Inhaltsstoffe von Tinten werden von den Herstellern in der Regel als Geheimnis gehütet. Der Hersteller von Pelikan verrät lediglich, dass in „Königsblau“ Triphenylmethan-Farbstoffe enthalten sind.

### **Versuch 11: Eine Lösung - vier Farben - und viermal Stoffänderung**



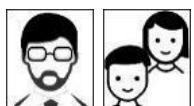
**Geräte und Materialien:** Wasserkocher, Rotkohl, kleiner Kochtopf, 2 x 500 ml-Bechergläser (Gläser), Schere, transparente kleine Trinkbecher (50 - 60 ml), Spatel, Waschsoda (vom Drogeriemarkt), (Essigessenz (ca. 100 ml in einem Glas abgefüllt vorhalten), Eisen(III)chlorid, Kaffeelöffel

unter. Das ist bei der Regenwolke auch so. Im 2. Teil des Experiments erlebst du das, was Autofahrer im Winter ganz besonders fürchten: Blitzes. Es bildet sich innerhalb von Minuten, wenn der Boden gefroren ist (der Boden entspricht deinem Teller) und Regen darauf fällt.

Alle Experimente zeigen dir, dass es sich bei Wasserdampf, flüssigem Wasser und Eis immer um den gleichen Stoff handelt, nämlich um Wasser. Das siehst du auch daran, dass sich alle drei einfach durch Änderung der Außentemperatur ineinander umwandeln lassen. Die Bildung von Wasserdampf oder Eis aus Wasser ist also keine Stoffänderung. Was sich ändert, ist der Zustand des Wassers. Man nennt das den „Aggregatzustand“. Wasser kann, wie fast jeder Stoff, in drei Zuständen (Aggregatzuständen) vorkommen: fest – flüssig – gasförmig. Und weil Wasser für uns und das Leben auf der Erde ein ganz besonderer Stoff ist, hat man dem festen Wasser einen eigenen Namen gegeben: Eis! Das gibt es bei keinem anderen Stoff.

### **Versuch 3: Der natürliche Wasserkreislauf – Ein Modellexperiment**

**Dieses Experiment ist besonders gut als experimentelle Hausaufgabe geeignet!**



**Geräte und Materialien:** große Schüssel, kleine Schale, Salz, Teelöffel, Frischhaltefolie, Murmel

**Durchführung:**

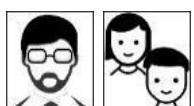
- Gieße etwas Wasser in die große Schüssel.
- Gib einen Teelöffel Salz dazu und rühre um.
- Stelle die kleine Schale in die Mitte der großen Schüssel.
- Decke die große Schüssel mit einer Frischhaltefolie ab und lege eine Murmel darauf.
- Stelle die Schüssel in die Sonne (oder ersatzweise unter eine Schreibtischlampe).
- Wenn sich in der kleinen Schale etwas Wasser angesammelt hat, darfst du mal daran schmecken. Und? Schmeckt's noch salzig?



**Hinweis:** So gewinnt man auch aus Meerwasser Trinkwasser: Man lässt in einer Halle mit vielen Glasfenstern (eine Art Wintergarten) Meerwasser durch Sonnenwärme verdunsten und fängt es an kälteren Stellen wieder auf. Eine künstliche Lichtquelle kann das auch. Die Sonne trägt dazu bei, dass das Wasser auf den Weltmeeren im großen Stil verdampft. Der Wasserdampf steigt in die Luft und kühlst sich dabei so weit ab, dass wieder Wassertröpfchen entstehen, die wir als Wolken sehen. Wenn der Wind die Wolken aufs Festland weht und sich die Wolken dort so verdichten, dass sie sich ausregnen, landet das Wasser in Bächen und Flüssen und von dort wieder im Meer. Jetzt ist der Kreislauf geschlossen. In unserem Experiment bildet der aus dem Salzwasser aufsteigende Wasserdampf an der kühleren Folie Wassertröpfchen. Diese sammeln sich zu größeren Tröpfchen. Dafür sorgt die Murmel. Sie bündelt die Tröpfchen zur Mitte hin. Dort fallen sie in die Schale und liefern salzfreies, destilliertes Wasser.

### **Versuch 4: Wasserverschmutzung durch Waschmittel**

**Auch dieses Experiment kann vom Schüler als experimentelle Hausaufgabe erledigt werden oder man setzt es in der Schule als „Langzeit-Experiment“ an.**



**Geräte und Materialien:** 2 Untertellerchen, Messer, 3 Plastikbecher, Esslöffel, Rührstab, 1 ml-Plastikpipette, wasserfester Filzstift, flüssiges Color-Waschmittel (z.B. Persil®-Color-Gel), 2 Schalen Gartenkresse

## Versuch 9: Chemischer Leuchtzauber



(der Vorträgsraum sollte jetzt möglichst stark abgedunkelt sein)

**Geräte und Materialien:** 2 Trinkgläser, Vollwaschmittel, Currys, Nagellackentferner (mit dem Lösungsmittel Ethylacetat), Tonic Water (Supermarkt), Textmarker „Stabilo Boss Original“ mit Leuchtfarben, Blatt Papier, Taschenlampe mit Schwarz- bzw. UV-Licht (Dioden mit 396 nm; im Internet ab 5,95 € erhältlich; z.B. Eletorot UV Taschenlampe LED Handlampe Schwarzlicht aus Alulegierung, Detektor für falsches Papiergele oder eingetrocknete Urin-Flecken der Haustiere für 7,99 €), Kaffeelöffel, braunes Ei (roh oder gekocht)

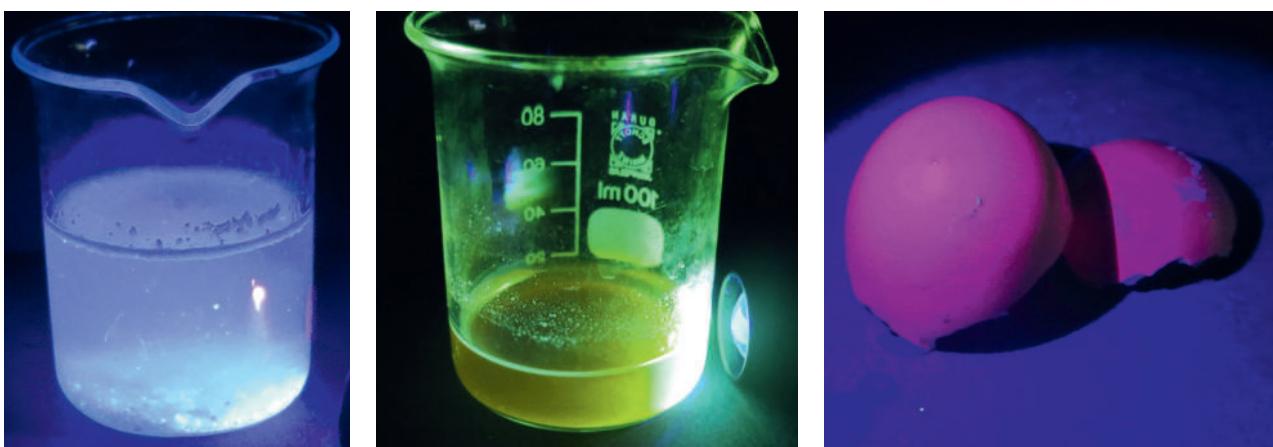
### Durchführung

**Vorbereitende Arbeiten:** die Materialien können lange vor der Vorführung bereitgestellt werden

- Füllen Sie das erste Trinkglas mit Wasser und geben Sie eine Kaffeelöffelspitze Vollwaschmittel dazu. Rühren Sie einmal kräftig um.
- In das zweite Glas füllen Sie etwas Nagellackentferner und streuen Currys hinein. Schwenken Sie dann kräftig um. Daneben legen Sie das braune Ei.

### Vorführung:

- Dunklen Sie den Raum ab und leuchten Sie dann die beiden Gläser und das Ei mit der UV-Taschenlampe nacheinander an. Sie und ihre Zuschauer erleben dann folgende fantastischen Fluoreszenzen: **hellblau, grünlich** und **magentarot**



- Schreiben Sie mit den *Stabilo*-Textmarkern einen Text (z.B. „Chemie ist bunt“) auf ein Blatt Papier (*Stabilo* bietet 9 Leuchtfarben an; man kann günstig ein 4er-Etui oder ein 8er-Etui erwerben); beleuchten Sie die Schrift im dunklen Raum mit der UV-Taschenlampe.
- Leuchten Sie die Flasche mit Tonic Water mit der UV-Taschenlampe an.

**Erklärung:** Als Fluoreszenz bezeichnet man die spontane Emission von Licht nach einer Anregung durch energiereicheres Licht. Wir verwenden hier blaue LEDs, die eine Strahlung von 396 nm erzeugen. Der UV-Bereich beginnt ab 400 nm und setzt sich mit Strahlung kleinerer Wellenlängen fort. Darüber geht die Strahlung in den sichtbaren Bereich über und erscheint unserem Auge blau. Waschmittel enthalten als fluoreszierende Farbstoffe so genannte optische Aufheller oder Weißtöner, die durch eine hellblaue Fluoreszenz den unangenehmen Gelbstich kompensieren sollen und so die Wäsche „weißer als weiß“ erscheinen lassen. Curry enthält den Farbstoff Curcumin, der beim Bestrahlen eine grünliche Fluoreszenz zeigt. In der braunen Eierschale ist der Farbstoff Protoporphyrin enthalten, eine Vorstufe des roten Blutfarbstoffes Hämoglobin, bei dem mit UV-Licht Fluoreszenz angeregt werden kann. Die Textmarker enthalten synthetische, fluoreszierende Farbstoffe. Im Tonic Water ist natürliches Chinin enthalten, das nach Anregung mit einer hellblauen Fluoreszenz reagiert.

- Zum Schluss können Sie 2 Farbstoffkleckse zu jeweils 6 - 8 Tropfen nebeneinander in die Petrischale setzen oder auch ein bisschen spielen und andere Farbmuster erzeugen.

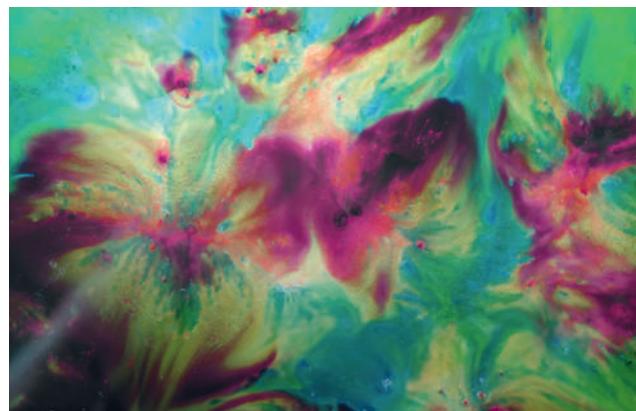


*Erklärung:* Die dynamischen Effekte kommen dadurch zustande, dass die Farbstofflösung einen hauchdünnen Film auf dem Pflanzenöl bildet und sich nicht mit ihm vermischt. Die Eruptionen bei der blauen Tinte und die sich anschließende „Implosion“ sind eine Folge der raschen Verdunstung des Alkohols. Die blauen, verbleibenden Punkte stammen vom Wasser, das nicht so schnell verdunstet. „Big bang“ ist der Urknall mit dem unser Universum vor 13,8 Milliarden Jahren mit einer superschnellen Ausdehnung, die bis heute anhält, geboren wurde.

### **Versuch 15: Frühling in der Petrischale**



**Geräte und Materialien:** Petrischale, Plastikbecher, Esslöffel, Spatel, Overheadprojektor/Dokumentenkamera, Pipette, Indigocarmine, Kaliumpermanganat (fein), verd. Natronlauge, Oxalsäure-Dihydrat,



*Durchführung:*

*Vorbereitende Arbeiten (vor Show-Beginn):*

- Geben Sie in den Plastikbecher 5 Esslöffel Wasser und eine wirklich kleine Spatelspitze Indigocarmine. Die tiefblaue Lösung kann bis zur Vorführung stehen bleiben.

*Vorführung:*

- Geben Sie in die Petrischale auf dem Overheadprojektor 2 Esslöffel voll blaue Lösung.
- Tropfen Sie in die blaue Lösung verdünnte Natronlauge (nach jedem Tropfen muss umgeschwenkt werden!), bis ein kräftiges Grün entsteht. Sie merken das Zuviel an Natronlauge daran, dass das Grün in Gelbgrün übergeht. Dann ist es fast zu spät!
- Streuen Sie vom Spatel durch Tippen mit dem Zeigefinger auf den Mittelschaft immer nur einige Stäubchen Kaliumpermanganat an verschiedenen Stellen in die blaue Lösung.
- Warten Sie, bis sich die violetten „Magnolienblüten“ entwickelt haben. Streuen Sie dann mit dem Spatel einige Körnchen Oxalsäure auf und zwischen die „Magnolienblüten“.

*Erklärung:* Indigocarmine ist ein Säure-Base-Indikator, der im Alkalischen eine grüne Farbe annimmt. Die imaginären Magnolienblüten zeigen die intensive violette Eigenfarbe des Kaliumpermanganats. Die Oxalsäure lässt den Indikator ins Blaue umschlagen und reagiert mit dem Kaliumpermanganat unter Braufärbung und Bildung von Kohlendioxid-Gasbläschen, die vielleicht an bestäubende Bienen erinnern. Hier findet eine sogenannte Redoxreaktion statt.