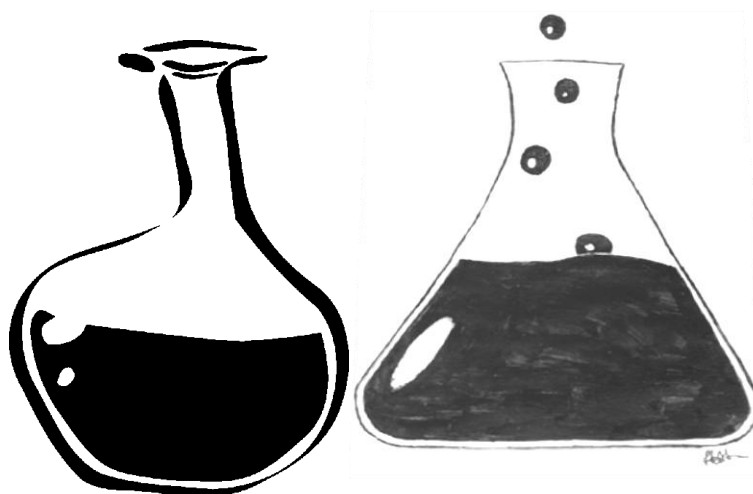


# VSN Zentralkurs Chemie in Zürich

8.- 10. Oktober 2012

*Chemie probieren – beobachten – interpretieren – dokumentieren  
und verstehen mit Alltagsstoffen um uns*



Helga Voglhuber  
Pädagogische Hochschule Kärnten  
Österreich  
[helga.voglhuber@ph-kaernten.ac.at](mailto:helga.voglhuber@ph-kaernten.ac.at)

# INHALT

<b>Wissen, Kompetenzen, Einstellungen .....</b>	<b>2</b>
<b>Das Experiment im Lehrer/innenvortrag und als Schüler/innenexperiment.....</b>	<b>2</b>
<b>Experimente.....</b>	<b>3</b>
<b>1. Puddingpulvermischungen .....</b>	<b>3</b>
Experiment 1: Wir filtrieren Vanillepuddingpulver .....	4
Experiment 2: Identifizierung der Farbstoffe in verschiedenen Vanillepuddingpulverarten .....	5
<b>2. Polare und unpolare Stoffe.....</b>	<b>5</b>
Experiment 3: Wir extrahieren Provitamin A aus einem Multivitaminsaft.....	6
Experiment 4: Welcher Brotaufstrich enthält Wasser?.....	7
<b>3. Indikatorfarbstoffe in Smarties® .....</b>	<b>9</b>
Experiment 5: Smarties® wechseln Ihre Farben - Indikatoreigenschaft.....	10
<b>4. Die Farbe „Blau“ - Indikator- und Redox-Farbstoffe .....</b>	<b>11</b>
Experiment 6: Die Farbe „Blau“ .....	12
Schülerblatt .....	12
Experiment 6: Die Farbe „Blau“ .....	13
Lehrerblatt .....	13
Experiment 7: Was haben blaue Ostereierfarbe und Jeans gemeinsam? .....	14
<b>5. Elektrochemie .....</b>	<b>15</b>
Experiment 8: Welche Metallpaare liefern mehr Spannung? .....	15
<b>Zusatzinformationen: .....</b>	<b>17</b>
<b>Literatur/Quellen .....</b>	<b>18</b>

## Wissen, Kompetenzen, Einstellungen

### Das Experiment im Lehrer/innenvortrag und als Schüler/innenexperiment

Geht es um die Entwicklung von Wissen und Verstehen von grundlegenden chemischen Prinzipien und Sachverhalten, so ist es für junge Lernende überschaubarer und auch besser nachvollziehbarer, wenn der Chemieunterricht nicht über das reine abstrakte Fachdenken, sondern über Berührungspunkte und Fragen aus der Lebenswelt der Schüler und Schülerinnen her organisiert wird. Gemeint ist eine sinnvolle Miteinbeziehung von Alltagsstoffen in den Chemieunterricht.<sup>1</sup> Die alltäglichen Dinge um uns mit deren speziellen Eigenschaften bieten zahlreiche Möglichkeiten, den Schülerinnen und Schülern Grundlegendes aus der Chemie näher zu bringen und ihnen dabei auch den Erwerb anderer Fähigkeiten und Einstellungen sowie Haltungen für nachhaltiges Denken und Handeln zu ermöglichen. Disziplinäres Fachwissen soll nicht nur erworben, sondern auch in der Lebenswelt angewendet werden können. Nur verstandenes Wissen ist anwendbares Wissen.

Für das Verstehen sollte das „genetische Prinzip der Unterrichtsführung“ nach Wagenschein vorgeschlagen werden.

- Neue Wissensanteile können nur in kleinen, logischen aufeinander aufgebauten Denkschritten ermittelt werden
- Die Denkschritte der Lehrer/innen stimmen selten mit den Denkschritten der Schüler/innen überein. Auch die Zeitdauer der Schüler/innendenkschritte ist anders
- Die neuen Lernschritte sollen aus dem bei den Lernenden vorhandenen Wissen entwickelt und aufgebaut werden
- Der Unterricht muss strukturiert werden: „Detailkenntnisse werden rasch vergessen, wenn sie nicht in strukturierte Zusammenhänge eingebaut werden“ (Bruner, J.S. amerikanischer Psychologe)
- Wissenserwerb soll in strukturierter Weise vorgenommen werden

#### Lernen aus Problemsituationen

Eine Problemsituation entsteht immer dann, wenn ein Sachverhalt mit bekanntem Vorwissen und den eigenen Erfahrungen nicht erklärt, bzw. mit den bisher erworbenen Verhaltensmustern nicht gelöst werden kann.

#### Unterrichtsaufbau: Probieren-Überlegen-Verstehen

1. Begegnungsphase
2. Neugierphase
3. Erarbeitungsphase
4. Vernetzungsphase

Das bei Schülern/innen zu beobachtende freudige Erfassen, Erfahren und Begreifen beim bloßen experimentellen Tun zeigt, dass vor dem Erfassen des fachlichen Hintergrunds zuerst ausgiebig die Funktionen der einzelnen experimentellen Tätigkeiten begriffen werden müssen.

War es noch vor einigen Jahrzehnten üblich, Experimente eher zum ausschließlichen Wissenserwerb einzusetzen, so setzt man heute einen zweiten Schwerpunkt in den Weg, der zum Fachwissen führt. Dieser Weg eröffnet dem Schüler/der Schülerin so viele Möglichkeiten zu anderen, zusätzlichen Erkenntnissen, die für eine naturwissenschaftliche Grundbildung nicht wegzudenken sind.

---

<sup>1</sup> Vergl. Schmidkunz in: Praktische Alltagschemie; Sommer, K.; Pfeifer, P.; Reiß, J.; Aulis Verlag 2011

Man lernt den Weg zur fachlichen Erkenntnis kennen und erfährt dabei, wie Wissenschaftler arbeiten und wie Wissenschaft funktioniert. Das Arbeiten und Denken in Modellen ist nur eines von den vielen wichtigen Erkenntnissen, die aus einem modernen naturwissenschaftlichen Unterricht nicht mehr wegzudenken sind, in welchem mehr gelernt als gelehrt, mehr verstanden als reproduziert und mehr Freude am Tun nach den persönlichen Fähigkeiten ermöglicht wird. Freude am Lernen steht nicht im Gegensatz zur Anstrengung. Erkenntnisgewinn ist Arbeit.

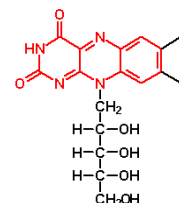
Wichtig beim experimentellen Unterricht ist auch, dass viele Erfahrungen bzw. viele Einsichten bewusst gemacht werden, da bestimmte Abläufe selbst durchgeführt und aus Fehlern gelernt werden kann. Ein Experiment soll deshalb immer in den Prozess der Erkenntnisgewinnung eingebettet sein.

## Experimente

### 1. Puddingpulvermischungen

**Didaktische Hinweise:** Diese Experimente können vielseitig eingesetzt werden.

1. Als bloße Trennmethodenaufgabe, um neben der praktischen Vorgangsweise auch etwas über die Stoffeigenschaften der Puddingkomponenten zu erfahren
2. Als analytische Aufgabe (Forscheraufgabe) Z.B. „Die Hinweisliste für die Puddingpulverinhaltsstoffe ist leider unleserlich. Finde heraus, welcher gelbe Farbstoff im Puddingpulver enthalten ist“. Hinweise über die Eigenschaften von in Frage kommenden Farbstoffen geben. Weiterer Vorschlag siehe im Experimentierarbeitsblatt 2!

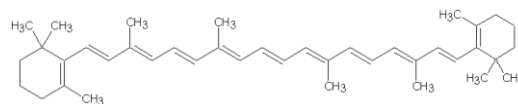


#### **Riboflavin<sup>2</sup> E 101**

Dieser gelbe Farbstoff wurde zuerst aus Milch isoliert und daher früher auch Lactoflavin genannt. Heute wird Riboflavin synthetisch hergestellt. Es handelt sich also um einen naturidentischen Farbstoff, der z.B. Vanillepudding zugesetzt wird. Leuchtet im UV-Licht gelbgrün.

#### **Beta-Carotin E 160 a**

Dieser lipophile Farbstoff ist die Vorstufe zum Vitamin A. Er ist gut in Benzin, Nagellackentferner und in anderen unpolaren Stoffen löslich (z.B. Öl)



#### **Chinolingelb E 104**

Dieser hydrophile Farbstoff färbt Lebensmittel gelb bis gelbgrün. Er wird synthetisch hergestellt und ist unter anderem für Brause(-pulver), Schmelzkäse, Fleisch- und Fischersatzprodukte, Speiseeis, Pudding und Desserts, Kuchen, Kekse, Spirituosen, Süßwaren, Senf- und Würzsoßen und Nahrungsergänzungsmittel zugelassen.

<sup>2</sup> Riboflavin lässt sich mit Wäscheentfärber in die nicht fluoreszierende Form überführen. Mit H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ist diese Strukturform wieder oxidierbar. Siehe: <http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/umat/lebensmittelfaerben/lebensmittelfaerben.htm#2.7> (Letztzugriff: 9.9.2012)

## Experiment 1: Wir filtrieren Vanillepuddingpulver

*Pudding ist ein Gemisch aus vielen Stoffen. Mit der Trennmethode „Filtration“ und einem Geldscheinprüfer (UV-Lampe) finden wir einen besonderen Stoff im Vanillepuddingpulvergemisch. Aber auch mit Betaisodona-Lösung® (Desinfektionslösung, die Iod gelöst enthält) kann man den Hauptbestandteil des Puddings nachweisen. Lies einmal die Zutatenliste am Packerl und schreibe diese hier auf!*

---

**Materialien:** Vanillepuddingpulver, Becherglas 250 mL, Erlenmeyerkolben 250 mL, Trichter, Filterpapier, Kunststofflöffel, UV-Lampe (Geldscheinprüfer)

### **So wird es gemacht:**

Herstellung von Puddingpulverextrakt:

- 1-2 Teelöffel Vanille-Puddingpulver mit ca.30 - 50 ml Wasser in einem Becherglas aufschlämmen
- Ca. 2 min mit dem Kunststofflöffel rühren und anschließend filtrieren.
- Betrachte das Filtrat unter UV-Licht (Geldscheinprüfer)
- Gib eine kleine Menge vom Filtrerrückstand mit dem Kunststofflöffel auf ein Uhrglas
- Tropfe vorsichtig 1 Tropfen Betaisodonalösung darauf und rühre mit dem Stiel des Kunststofflöffels um
- Was beobachtest du?
- Welchen Stoff auf der Zutatenliste könntest du nun nachgewiesen haben?

### **Beobachtungen/Ergebnisse**

Der im Filtrat gelöste Stoff heißt *Riboflavin oder Vitamin B*. Dieser Stoff leuchtet unter UV-Licht *gelb-grün*.

Im Filtrerrückstand befindet sich der unlösliche Hauptbestandteil des Puddingpulvers. Das ist die *Maisstärke*. Mit der Betaisodonalösung (Iodlösung) bildet sie eine *Blaufärbung*.

### **Skizze des Experimentes**

## Experiment 2: Identifizierung der Farbstoffe in verschiedenen Vanillepuddingpulverarten

*In den Gefäßen vor dir liegen Vanillepuddingpulverarten verschiedener Firmen. Die Gefäße sind leider nicht beschriftet. Die Papierhüllen gibt es noch. Ordne die Puddingpulverarten den richtigen Firmenprodukten zu. Plane das Experiment.*

**Materialien:** Becherglas 250 mL, Erlenmeyerkolben 250 mL, Trichter, Filterpapier, Kunststofflöffel, UV-Lampe (Geldscheinprüfer), verschiedene Vanillepuddingpulverarten

### So mache ich es:

Herstellung von Puddingpulverextrakt:

- 1-2 Teelöffel Vanille-Puddingpulver mit ca. 30 - 50 ml Wasser in einem Becherglas aufschlämmen
- Ca. 2 min mit dem Kunststofflöffel rühren und anschließend filtrieren.
- Betrachte das Filtrat unter UV-Licht

### Das habe ich beobachtet

### Das sind meine Schlussfolgerungen:

## 2. Polare und unpolare Stoffe

**Didaktische Hinweise:** Gemüsesäfte<sup>3</sup> enthalten Carotine. Als Polyenkohlenwasserstoffe lösen sie sich in unpolaren Lösungsmitteln wie Speiseöl, Kohlenwasserstoffe (z.B. Grillanzünder) oder Ethylacetat.

Gestalten Sie einen Arbeitsauftrag an die Schülerinnen und Schüler, indem dieser Sachverhalt experimentell erarbeitet wird. Die Schülerinnen und Schüler sollen die geraspelten Karotten in einem Becherglas, Schnappdeckelglas oder Reagenzglas einmal mit Wasser, dann mit fast farblosem Speiseöl sowie Grillanzünder versetzen und den gelben Karottenfarbstoff durch Rühren oder Schütteln extrahieren. Die Karottenraspelgröße ist natürlich für die Färbungsintensität bei der Extraktion entscheidend.

Verwendet man fertige Gemüsesäfte (Karottensäfte) aus dem Supermarkt, so empfiehlt es sich, 2-3- mL Saft mit Wasser auf 20-30 mL zu verdünnen und davon 1-2 mL für die Extraktion zu verwenden.

<sup>3</sup> Schwedt, G.; Experimente mit Supermarktprodukten; Wiley-Verlag (Seite 61)

### Experiment 3: Wir extrahieren Provitamin A aus einem Multivitaminsaft

In den Supermärkten gibt es eine Fülle von Getränken, die uns „viel Gesundes“ versprechen. Die Zusammensetzung eines Getränks ist auf den Getränkeflaschen zu lesen. Häufig ist das **Provitamin A** oder  **$\beta$ -Carotin (Karottenfarbstoff)** enthalten, schon wegen der schönen orangen Farbe. Um eine „Naturtrübheit“ des Saftes vorzutäuschen, enthalten einige Getränke Johannisbrotkernmehl. Dieses ist nicht schädlich, es stammt von einer Mittelmeerfrucht, der Johannisbrotschote.

**Materialien:** 1 Reagenzglas oder Schnappdeckelglas, Nagellackentferner (Ethylacetat), ACE-Saft

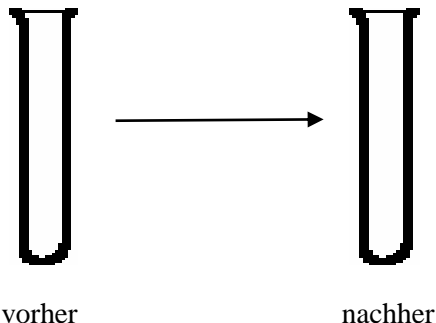
#### So wird es gemacht:

- Gib ca. 1 mL Saft in das Reagenzglas (oder Schnappdeckelglas)
- Füge ca. 2 mL Nagellackentferner dazu
- Schüttle, indem du einen Stopfen ins RG steckst; oder mit den Fingern am RG fest klopfen
- Beobachte und habe Geduld

Entsorgung: Organische Abfälle

#### Trage deine Beobachtungen ein:

fertige auch eine Zeichnung an:



#### Beantworte folgende Fragen:

1. Sind Nagellackentferner und Wasser miteinander mischbar? \_\_\_\_\_
2. Ist der Nagellackentferner leichter oder schwerer als Wasser? \_\_\_\_\_
3. Demnach befindet sich der Nagellackentferner ☐ oberhalb oder ☐ unterhalb der Saftschrift.
4. Welche Vitamine des ACE Saftes befinden sich noch im Wasser des Getränks? \_\_\_\_\_

**Fachdidaktische Hinweise/ Das wird beobachtet:** Fügt man das Ethylacetat zum ACE-Saft, so schwimmt dieses wegen der geringeren Dichte am Saft. Nach der Extraktion ist das Ethylacetat gelblich gefärbt. Bei der Interpretation der Ergebnisse kann es folgende Schüler/innenfehlaußage geben: „Der Nagellackentferner hat das Vitamin A aus dem Saft extrahiert. Jetzt schwimmt der Saft oben und der Nagellackentferner ist unten“! Auch aus der Ausführung der Zeichnung kann auf das Verstehen des Schülers/der Schülerin geschlossen werden.

**Tipp:** Animieren Sie die Schüler/innen mit einer Tropfpipette herauszufinden, welche Zone im Reagenzglas den Nagellackentferner enthält.

**Didaktische Hinweise für Folgeexperimente bzw. aufbauenden Fachunterricht (analytisches Denken üben):**

Wissen über das hydrophile/lipophobe bzw. hydrophobe/lipophile Verhalten von Stoffen kann z.B. für analytische Zwecke eingesetzt werden. Verwendet man z.B. hydrophile oder lipophile Farbstoffe, so können grob quantitativ die Wasser/Öl-Verhältnisse von Emulsionen (Diätmargarine, Schlagobers, Kosmetika etc.) bestimmt werden. Auch unterschiedliche Polaritäten von Flüssigkeiten sind erkennbar (z.B. Wasser, Ethanol und Wachsfarbe; im Ethanol löslich) Als hydrophile Farbstoffe<sup>4</sup> eignen sich Lebensmittel- bzw. Ostereierfarben, als lipophile Farbstoffe können Wachsfärbestoffe verwendet werden.

Fettreduzierte Margarinearten, Brotaufstriche, Schlagsahne, Soßen, Salben, Cremes, Lotionen, usw. haben durch den Alltagsbezug eine hohe Schüler- und Schülerinnenrelevanz. Bekanntlich sind Experimente, die Produkte liefern, die den Schülern/innen noch dazu aus dem Alltag bekannt sind, sehr beliebt. Analytische Experimente erfordern doch ein gewisses Maß an chemischen (Vor-) Kenntnissen, wodurch ein Sinn erfassendes Lernen bzw. ein Verstehen analytischer Fragestellungen nicht immer gegeben ist. Kombiniert man das „Synthetisieren“ einer Emulsion mit einer anschließenden „Analyse“ des selbst hergestellten Produkts, so bietet sich eine Möglichkeit für ein einfaches analytisches Verstehen. Mit allen Emulsionsprodukten aus dem Alltag, wie fettreduzierte Margarinearten<sup>5</sup>, Schlagsahne etc. und Pflegeprodukten aus dem Pharmaziebereich kann analog nach Herzenslust experimentiert werden. Bei dieser auf „Hoch“ gestimmten Motivationslage der Schüler/innen lässt sich wichtiges Grundwissen über (Löse)-Eigenschaften von (Farb)-Stoffen, über Emulsionen, Emulgatoren, Tensiden und dazu passenden Strukturmerkmalen etc. leichter einbetten.

#### Experiment 4: Welcher Brotaufstrich enthält Wasser?<sup>6</sup>

**Materialien:** Foliertes Blatt (oder weiße Fliese oder weißer Teller), Margarine, Butter, verschiedene Diätmargarinen, kleinen Kunststofflöffel, Lebensmittelfarbe rot

**So macht man es:**

- Auf das folierte Blatt die Butter und Margarinearten auftragen
- Mit der Rückseite des Kunststofflöffels<sup>7</sup> eine kleine Menge rote Lebensmittelfarbe aufnehmen und diese gleichmäßig auf den Fetthäufchen verteilen
- Ca. eine Minute einwirken lassen und anschließend mit dem Stiel des Kunststofflöffels umrühren
- Gut beobachten und das Ergebnis in die Zeichenvorlage eintragen

<sup>4</sup> In der Literatur werden für emulsionsanalytische Zwecke Methylenblau bzw. Sudanrot angegeben. Beides sind für den Schulunterricht bedenkliche Stoffe.

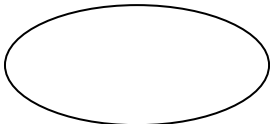
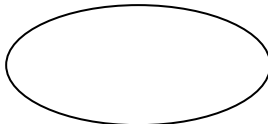
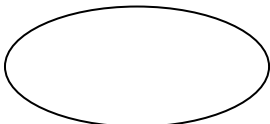
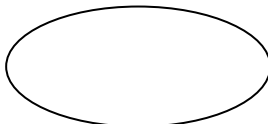
<sup>5</sup> Sommer, K., Pfeifer, P.; Reller, A.: Fettreduzierte Brotaufstriche; In: Chemie in unserer Zeit 2/2002; S 90 ff Wiley VCH

<sup>6</sup> Genau so können auch kosmetische Emulsionen untersucht werden; Tagescremen, Niveacreme, Handcreme

<sup>7</sup> Die Lebensmittelfarbe in ein Schnappdeckelglas füllen und mit einem Stück dünnen Polyamidstrumpfstück und Gummiband verschließen (als Farbstoffstreuer einsetzbar) vgl.: Schunk, A., Nitsche, E.; Energie aus Lebensmitteln (Seite 28); In: Praxis der Naturwissenschaften Chemie; Heft 61, Jahrgang 2012



Das habe ich beobachtet:  Ich zeichne!

<i>Butter</i>	<i>Diätmargarine</i>
<b>A</b> 	<b>B</b> 
<i>Margarine</i>	<i>Kochfett/Ceres</i>
<b>C</b> 	<b>D</b> 

### Deutung der Ergebnisse:

Da ich weiß, dass die rote Lebensmittelfarbe im ☐ Wasser im ☐ Fett löslich ist, kann ich aus der Färbung der Lebensmittelproben folgendes schließen: In die Felder A, B, C, D eintragen.

<i>Butter</i>	<i>Diätmargarine</i>
<b>A</b>	<b>B</b>
<i>Margarine</i>	<i>Bratfett/Ceres</i>
<b>C</b>	<b>D</b>

Reine Fettproben sind: \_\_\_\_\_

Emulsionen sind die Proben: \_\_\_\_\_

Welche Beschaffenheit muss ein Brat- bzw. Kochfett haben? Warum ist nicht jedes Speisefett dafür geeignet?

**!! ☺ Wie würden deine experimentellen Ergebnisse ausfallen, wenn du statt Lebensmittelfarbe Kerzenwachsfarbe verwenden würdest? Plane das Experiment zur Überprüfung deiner Vermutungen!**

### Weitere Experimente:

- Auf einem folierten Blatt (Teller, Petrischale) folgende Proben testen: Mayonnaise, Sprühsahne, Diätbrotaufstrich, Diätmargarine, etc.
- Auf einem folierten Blatt verschiedenste Kosmetika, Salben, Cremes auftragen
- Emulsion aus 5 mL Speiseöl, 2 mL Wasser und Spülmittel in einem durchsichtigen Gefäß herstellen. Fest mit Mundspatel umrühren
- Teesieb hält dicht; Tinte Öl/Wasser;
- Unterscheidung der Polaritäten von Wasser und Ethanol mit Wachsfarbe<sup>8</sup>

### 3. Indikatorfarbstoffe in Smarties®

**Einleitung:** Seit 2007 stellt die Firma Nestlé<sup>9</sup> ihre Smarties® ohne künstliche Lebensmittelfarbstoffe her. Stattdessen werden die Schokolinsen mit Pflanzenextrakten bunt gefärbt. Das Hauptproblem bestand beim blauen Farbstoff. Drei Jahre Entwicklungsarbeit waren nötig, um einen natürlichen Ersatz zu finden. Deklariert sind: *Färberdistel (gelb), Rettich, schwarze Karotte (Karottenurform, lila -orange), Hibiskus (rot), Rotkohl (lila), Spirulinakonzentrat (Süßwasseralgen, blaue Färbung)*.

Hingegen werden m&m's von Mars mit teils natürlichen und teils künstlichen Farbstoffen, aber ohne Azo-Farbstoffe versetzt. Deklariert sind: *E100 (Curcumin, gelb), E120 (Cochenille, Karminsäure, rot), E133 (Brilliantblau FCF), E160e (Beta-Apo-8-Carotinal), E17 Titandioxid*. Siehe auch S 17)

#### Wissenswertes über Farbstoffe

Farbstoffe lassen sich in drei verschiedene Klassen einteilen: natürliche Farbstoffe, die aus in der Natur vorkommenden Pigmenten gewonnen werden (z.B. Anthocyanine, Chlorophyll, Karmin); naturidentische Farbstoffe, deren Struktur den natürlichen Pigmenten gleicht, aber durch Synthese gewonnen werden (z.B. Beta-Carotine, Riboflavin); synthetische Farbstoffe, deren Molekülstruktur nicht in der Natur vorkommt (z.B. Brilliantblau E133, Patentblau E 131), Indigotin (E132, lösliche Form des Indigos).

Von den natürlichen Farbstoffen werden vor allem die beliebten gelben, roten, grünen und violetten Töne aus Curcuma, Karmin, Chlorophyll und Anthocyanin verwendet. Die Besonderheit dieser Farbstofflösungen liegt im Farbwechsel je nach pH-Wert-Einstellungen, weshalb sie als Säure-Basenindikatoren verwendet werden können. (siehe Experiment 5) Von den künstlichen Farbstoffen ist Brilliantblau FCF auch als Indikatorfarbstoff geeignet. Er ist in den blauen m&m's enthalten. (Siehe Experiment 5 und 6)

**Didaktischer Hinweis/Lernziele:** Die Überprüfung der Indikatoreigenschaften der Farbstoffe in den Smarties soll als eigenständiges Forscherexperiment geführt werden. Zu Beginn soll den Schülerinnen und Schülern der Begriff des Säure/Basenindikators erklärt werden.

<sup>8</sup> In Anlehnung an Schmidkunz, H.: Chemische Freihandversuche Bd. 2, S 381; Aulis Verlag

<sup>9</sup> Vgl.: **Herkommer, S.; Kleinhorst, K.; Sommer, K.**; Smarte Smarties – Eine farbige Forschungsreise, Seite 17 ; In: Praxis der Naturwissenschaften Chemie; Chemie und Lebensmittel, Heft 1, Jahrgang 61; 2012

Zum Forscherexperiment selbst sollen ein paar praktische Tipps gegeben werden:

## Lehrerhinweise zu Experiment 5: Smarties® wechseln ihre Farben

1. Ein Smartie pro Schnappdeckelglas mit ca. 1 mL Wasser (oder alkoholischer Lösung) versetzen und schwenken
2. Sobald die Farbe abgelöst ist, das weiße Smartie mit der Pinzette herausnehmen. Die weiße Farbe (Titandioxid) erzeugt nämlich eine Trübung und erschwert das „Forschen“.
3. Nur 2-3 Tropfen Säure bzw. Lauge pro Schnappdeckelglas hinzufügen

### Experiment 5: Smarties® wechseln Ihre Farben - Indikatoreigenschaft

*Smarties® werden mit Farben aus Pflanzenextrakten, m&m hingegen mit künstlichen Farbstoffen gefärbt. Viele Farbstoffe können ihre Farbe „wechseln“, wenn man Säuren oder Laugen hinzufügt. Solche Farbstoffe werden gerne als Indikatorfarbstoffe eingesetzt, das heißt zum Erkennen von sauren oder basischen Lösungen. Im folgenden Experiment sollst du diese Indikatoreigenschaft der Farbstoffe von Smarties bzw. m&m untersuchen*

**Materialien:** Schnappdeckelgläser, weiße Unterlage, verdünnte Natronlauge, verdünnte Salzsäure, Smarties®, blaue und grüne m&m's.

#### So macht man es:

- 2 Schnappdeckelgläser werden mit je einem Smartie derselben Farbe versehen und ca. 1 mL Wasser oder alkoholischen Lösung versehen
- Nach dem Entfernen des nun weißen Smartie mit der Pinzette tropft man in ein Schnappdeckelglas 2-3 Tropfen Säure ins andere 2-3- Tropfen Lauge
- Trage deine Ergebnisse ein

#### Ergebnisse:

Farbe Smartie	Säure	Lauge	Farbe m&m	Säure	Lauge
rot			blau <sup>10</sup>		
lila			grün		
grün					

Welche Smartie-Farben sind sehr gut zum Erkennen von Säuren \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ und welche zum Erkennen von Laugen geeignet \_\_\_\_\_?

<sup>10</sup> Siehe auch [http://chids.online.uni-marburg.de/dachs/praktikumsprotokolle/PP0323G12\\_V33\\_pH-Abhaengigkeit\\_der\\_Getraenkefarben.pdf](http://chids.online.uni-marburg.de/dachs/praktikumsprotokolle/PP0323G12_V33_pH-Abhaengigkeit_der_Getraenkefarben.pdf)

**Wie geeignet sind die m&m Farben als Indikator?**

**Welchen Farben würdest du diesbezüglich den Vorzug geben? Den natürlichen Farbstoffen in den Smarties oder den künstlichen Farbstoffen in den m&m? Begründe auch deine Entscheidung!**

---

---

**Hast du eine weitere Forscheridee? Welche Gedanken und Ideen sind dir im Verlauf dieses Experimentes gekommen?**

#### 4. Die Farbe „Blau“ - Indikator- und Redox-Farbstoffe

##### **Fachdidaktische Hinweise:**

Viele Farbstoffe besitzen sowohl Säure/Basenindikator- als auch Redox- Eigenschaften<sup>11</sup>. In der Natur sind blaue organische Farbstoffe<sup>12</sup> so gut wie nicht vorhanden. Selbst das Indigo liegt als farblose Vorstufe vor. Im Lebensmittelsektor sind 3 synthetische blaue Farbstoffe zugelassen. Patentblau E 131, Indigotin/Indigocarmin E 132 und Brilliantblau FCF E 133.

Diese blauen Farbstoffe eignen sich bestens zum Kennenlernen von Fachmethoden und zur Verknüpfung mit Basiskonzepten (Acceptor/Donatorkonzept, Struktur/Wirkungskonzept), denn ihre Farbe ist sowohl pH-Wert abhängig als auch mit einfachen Reduktionsmitteln in die Leukoform überführbar (entfärbbar). Meistens sind diese Prozesse reversibel.

Indigotin E 132 darf nur für bestimmte Lebensmittel eingesetzt werden und befindet sich in Kunstspeiseeis, Likör, alkoholfreien Getränken und Süßwaren. Man findet Indigotin auch in Badezusätzen. Weitere Verwendung für Indigotin: zum Beispiel als pH Indikator (gelb bei einem Wert über 13; blau bei einem Wert unter 11,4) und in der Textilindustrie zum Färben von Kleidung. Sehr gut kann die Reduzierbarkeit von Indigotin mit Na-Dithionit (oder Glucose) gezeigt werden<sup>13</sup>. Das Leukoindigotin ist sehr empfindlich gegen Luftsauerstoff, weshalb Leukoindigotin in der Analytik als Sauerstoffnachweismittel eingesetzt wird. Auch das Färben der Jeans mit Indigo beruht auf diesem Effekt.

In zu stark saurem pH-Bereich ist eine Redoxreaktion mit Indigotin nicht möglich.

##### **Ziele der vorgeschlagenen Experimente:**

- Üben im analytischen Denken, • Planen der Experimente, • Alltagsanwendungen

---

<sup>11</sup> wie z.B. im Blue-Bottleversuch: Methylenblau mit Glucose im alkalischen pH-Bereich

<sup>12</sup> Vgl. Lorke, J.; Sommer, K.; Die Farbe Blau; In: Unterricht Chemie, Ausgabe 2/08; Heft 105, Seite 32

<sup>13</sup> Demoexperiment: PET-Flasche zur Hälfte mit Wasser füllen, mit E 132 versetzen; Na-Dithionit (oder Glucose + NaOH) hinzufügen. Nach der Entfärbung fest schütteln; Blaue Farbe erscheint wieder

**Hinweise und Arbeitsauftrag:**

*In einem blauen Badesalz ist die Inhaltsbeschreibung unleserlich geworden. Es ist also unklar, mit welchem Farbstoff das Badesalz versetzt worden ist. Es kommen 3 Farbstoffe in Frage E 131 (Patentblau), E 132 (Indigotin) und E 133 (Brilliantblau). Diese blauen Farbstoffe ändern ihre Farbe je nach pH-Wert. Außerdem können Sie mit dem Reduktionsmittel Na-Dithionit (Wäscheentfärber) entfärbt werden (reduziert). Ein entfärbter Farbstoff lässt sich aber wieder sehr leicht oxidieren (seine Farbe erscheint wieder bei Zugabe von  $\text{H}_2\text{O}_2$  oder Luft). Es gibt also kleine Unterschiede im Reaktionsverhalten dieser blauen Farbstoffe. Finde diese heraus. Wenn du diese Unterschiede kennst, kannst du auch auf die richtige blaue Farbe in deinem Badesalz schließen. Überlege dir, wie du vorgehen wirst.*

**Materialien:** Schnappdeckelgläser, Farbstoffproben E 131, E 132, E 133, Alltagsstoff mit unbekanntem blauen Farbstoff,  $\text{HCl}$  ( $c = 1 \text{ mol/L}$ ),  $\text{NaOH}$  ( $c = 1 \text{ mol/L}$ ), Na-Dithionit,  $\text{H}_2\text{O}_2$  (5%)

**So macht man es/ Das ist meine Planung:****Beobachtungen/Ergebnisse:**

	pH = 1-2	pH = 12 -14	Na-Dithionit	$\text{H}_2\text{O}_2$ (5%)
E 131				
E 132				
E 133				
Farbstoff unbekannt				

**Schlussfolgerung:** Beim unbekannten Farbstoff handelt es sich um \_\_\_\_\_

**Hinweise und Arbeitsauftrag:**

In einem blauen Badesalz<sup>14</sup> ist die Inhaltsbeschreibung unleserlich geworden. Es ist also unklar, mit welchem Farbstoff das Badesalz versetzt worden ist. Es kommen 3 Farbstoffe in Frage E 131 (Patentblau), E 132 (Indigotin) und E 133 (Brilliantblau). Diese blauen Farbstoffe ändern ihre Farbe je nach pH-Wert. Außerdem können Sie mit dem Reduktionsmittel Na-Dithionit (Wäscheentfärber) entfärbt werden (reduziert). Ein entfärbter Farbstoff lässt sich aber wieder sehr leicht oxidieren (seine Farbe erscheint wieder bei Zugabe von  $H_2O_2$  oder Luft). Es gibt also kleine Unterschiede im Reaktionsverhalten dieser blauen Farbstoffe. Finde diese heraus. Wenn du diese Unterschiede kennst, kannst du auch auf die richtige blaue Farbe in deinem Badesalz schließen. Überlege dir, wie du vorgehen wirst.

**Materialien:** Schnappdeckelgläser, Farbstoffproben E 131, E 132, E 133, Alltagsstoff mit unbekanntem blauen Farbstoff, HCl (c= 1 mol/L), NaOH (c= 1mol/L), Na-Dithionit,  $H_2O_2$  (5%)

**So macht man es/ Das ist meine Planung:**Überprüfung der pH-Wert Abhängigkeit

- Jede Farbstofflösung auf 2 Schnappdeckelgläser aufteilen
- In das erste Schnappdeckelglas jeder Farblösung ein paar Tropfen Säure hinzufügen
- In das zweite Schnappdeckelglas jeder Farblösung ein paar Tropfen Lauge hinzufügen
- Ergebnisse eintragen

Überprüfen des Redox-Verhalten

- Jede Farbstofflösung in 1 Schnappdeckelglas geben
- In das Schnappdeckelglas jeder Farblösung ein paar Körnchen Na-Dithionit hinzufügen und VORSICHTIG umrühren – Beobachten und notieren
- Jetzt in das Schnappdeckelglas ein paar Tropfen  $H_2O_2$  hinzufügen und umrühren
- Beobachten und notieren

**Beobachtungen/Ergebnisse:**

	pH = 1-2	pH = 12 -14	Na-Dithionit	Luft $O_2$ oder $H_2O_2$ (5%)
E 131	Gelb	Blau	Ja (gelblich)	nein
E 132	Blau	Gelb	Ja (gelblich)	Ja (Blau)
E 133	Gelb	Blau		
Farbstoff unbekannt	Blau	Gelb	Ja (gelblich)	Ja (Blau)

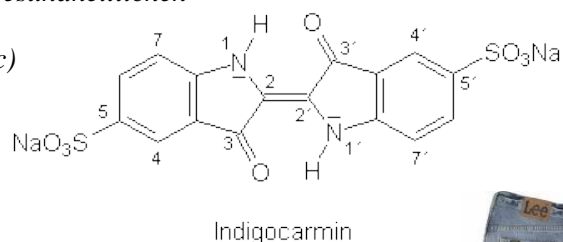
**Schlussfolgerung:** Beim unbekannten Farbstoff handelt es sich um E 133 Indigotin

Im folgenden Experiment soll das Redoxverhalten und der Färbeprozess mit Indigotin untersucht werden.

<sup>14</sup> Es können auch blau gefärbte Getränke, blaue Ostereierfarben etc zur Farbstoffüberprüfung eingesetzt werden

## Experiment 7: Was haben blaue Ostereierfarbe und Jeans gemeinsam?

Indigotin oder Indigocarmin oder E 132 ist die lösliche Form von Indigo, jener Farbe, mit welcher Jeans gefärbt werden. Wegen der gesundheitlichen Unbedenklichkeit wird Indigotin zum Färben von Lebensmitteln (Gummibärchen, Zuckerln, Ostereier etc) eingesetzt. Durch ein Reduktionsmittel, z.B. Wäscheentfärber (Na-Dithionit), kann Indigotin in eine farblose Molekülkomponente übergeführt werden. (nennt man Leukoform)  
Wegen seiner Sauerstoffempfindlichkeit ist Indigotin für viele chemische Prozesse - für uns auch lustige Experimente - einsetzbar.

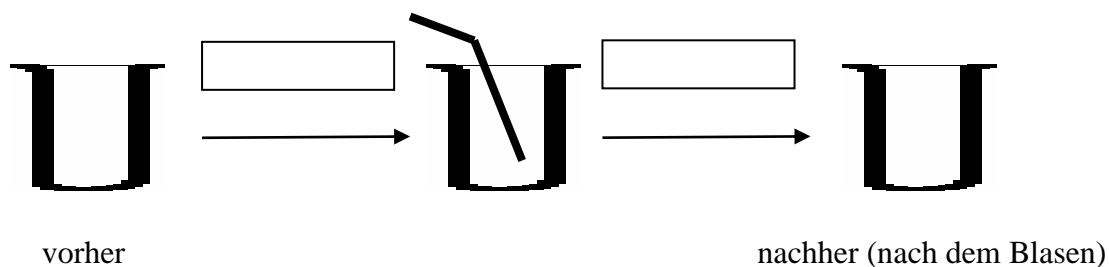
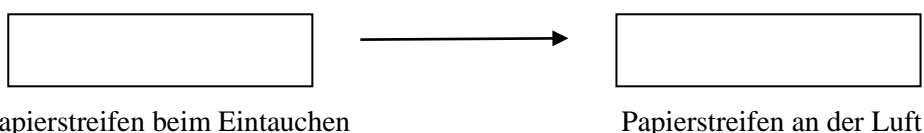


**Materialien:** kleines BG, Indigotinlösung, Na-Dithionit, Kunststofflöffel, Trinkhalm, Streifen von weißer Küchenrolle (oder auch altes weißes Baumwoll-T-shirt)

### Durchführung:

- Gieße ca. 20 mL Indigotinlösung in das kleine BG
- Gib eine kleine!!! Menge von Bleichmittel mit der Rückseite des Kunststofflöffels hinzu und rühre um
- Wenn die blaue Farbe noch vorhanden ist, dann wiederhole den Vorgang
- **Gib aber ja nicht zu viel dazu, denn dann ist der weitere Experimentierverlauf erschwert!!!**
- Tauche jetzt den Küchenrollenstreifen ein
- Beobachte und habe Geduld!!!!
- Gib jetzt den Trinkhalm in die Lösung und blase LANGSAM hinein
- Habe Geduld, das Blasen kann mehrere Minuten dauern!!

**Trage deine Beobachtungen ein:** fertige auch eine Zeichnung an:



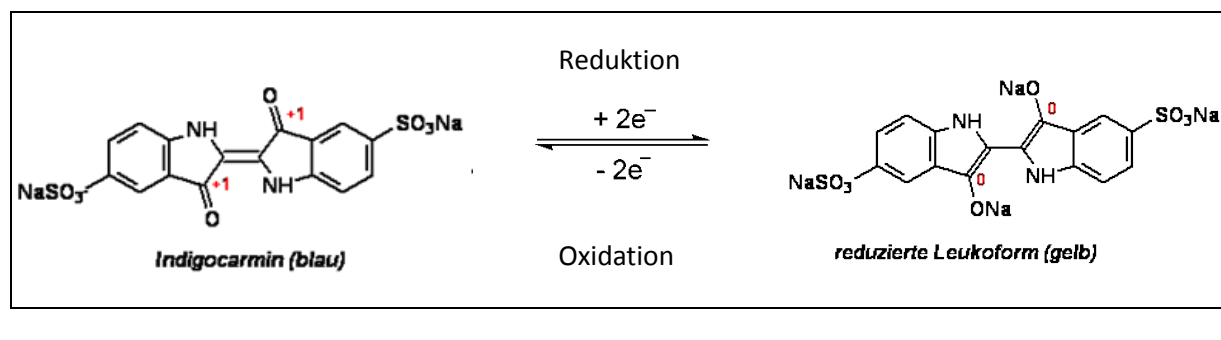
### Deutung der Beobachtungen:

**Fürge ein:** Leukoform, Sauerstoff, oxidiert, reduziert,

Der Wäscheentfärber (Na. Dithionit) \_\_\_\_\_ das blaue Indigotin in die \_\_\_\_\_. Kommt genügend \_\_\_\_\_ zur Leukoform, so wird diese \_\_\_\_\_ und die blaue Farbe entsteht wieder.

**Information zum Färben von Jeans:** An der Baumwolle haftet nur die Leukoform des Indigos und Indigotins sehr gut. Deshalb taucht man Baumwolle stoffe in die Leukoform-Lösung des Indigos ein, färbt sie damit und lässt sie anschließend an der Luft trocknen. Jetzt ist die Baumwolle blau.

## Redox- Verhalten von Indigotin



## 5. Elektrochemie

**Didaktischer Hinweis:** Elektrochemische Experimente sind oft mit einem hohen Chemikalien- und Entsorgungsaufwand verbunden. Als hervorragender Polyelektrolyt, der billig, schnell zur Hand und ohne Entsorgungsaufwand ist, eignet sich Haargel. Haargel ist ein ionisierter Kunststoffelektrolyt mit Polyacrylsäure<sup>15</sup> als Basis. Mit seiner Hilfe kann zum Beispiel ein schnelles Schülerexperiment zur elektrochemischen Spannungsreihe durchgeführt werden.

### Experiment 8: Welche Metallpaare liefern mehr Spannung?

**Materialien:** Haargel, foliertes Blatt, verschiedene kleine Metallgegenstände (Stahlnägel, verzinkte Nägel, Messingschrauben, Graphitstäbe, Alustreifen aus einer Coladose geschnitten usw.) oder verschiedenste Metalldrähte, Spannungsmessgerät, Krokodileklemmen

#### So macht man es:

- Drücke aus der Tube mit dem Haargel (= Elektrolyt) eine etwa 5 cm lange „Wurst“ auf das folierte Blatt heraus.
- Klemme je zwei verschiedene Metalle (zur Verfügung stehen: Ag, Cu, Zn, Pb, Mg) in die Krokodileklemmen.
- Schließe die Kabel an ein Voltmeter an: COM ist immer der negative Eingang, die rote Buchse „V“ ist der positive Eingang.
- Stelle das Voltmeter auf den Bereich 2 V = 2000 mV Gleichspannung.
- Tauch nun die Metalle in die Wurst, sodass sie sich nicht berühren.
- Lies den Spannungswert ab. Sollte vor der Zahl ein „-“, auftauchen, dann hast du die Metalle an den falschen Eingang angeschlossen. Vertausche die Eingänge und finde dadurch heraus, wer das edlere Metall ist.

<sup>15</sup> Polyacrylsäure ist ein Polyelektrolyt, da an jeder Baueinheit eine Carboxy-Gruppe vorhanden ist, die in der Lage ist, ein Proton abzuspalten. Polyacrylsäure wird vor allen Dingen als Flüssigkeit aufsaugender Superabsorber und als Hydrogel in Pflastern bekannt.



**Beobachtungen/Ergebnisse:**

Metallpaar	Volt	Metallpaar	Volt
Zn/Cu		Mg/Ag	
Zn/Ag		Zn/Pb	
Mg/Cu			

**Arbeitsauftrag:**

- Welches Elektrodenpaar ergibt die größte, welches die geringste Spannung?  
\_\_\_\_\_
- Ordne die Metalle an: Von „unedel zu edel“

**Didaktische Zusatzinformationen:**

Die Ergebnisse des obigen Experimentes zur Spannungsreihe können jetzt durch eine Fragestellung weiterentwickelt werden. Wie muss ein System aus Elektrolyt und Elektroden aufgebaut sein, dass nennenswerte Strommengen geliefert werden können, um sie auch nutzbar zu machen. Wann kann man also höhere Stromdichten erhalten?

**Demoexperiment:** Eine Cu, eine Zn-Platte, Salz (oder Cola, oder Haargel), Küchenrolle Wasser, Kabel und Krokodklemmen. Man tränkt die Küchenrolle mit dem Elektrolyt, legt sie zwischen die Metallplatten und schließt diese an ein Strommessgerät an. Die Daten V und A werden notiert.

Weiters kann dieses Experiment für eine völlig andere Lehrzielsetzung eingesetzt werden. Die Metalle Cu, Zn, Al etc., Salz, Wasser sind Stoffe mit ganz bestimmten Eigenschaften. Schließt man diese Stoffe zu einem bestimmten System zusammen, so ergeben sich Eigenschaften, die der einzelne Part des Systems nicht vorweisen kann. Was ist ein System? Wann „funktioniert“ ein System? Wie weit ist es veränderbar? Was passiert, wenn ein Part im System ausgetauscht wird? Ist jeder Part nicht auch ein System? Z.B. das System Metall. Wie muss das System Metall aufgebaut sein, damit es typische Metalleigenschaften vorweisen kann? Das System Metall ist aus den einzelnen Metallatomen zusammengesetzt. Auch ein Atom ist ein System usw. Fragestellung: Wo endet ein System? In umgekehrter Richtung kann der Systembegriff noch oben erweitert werden. Galv. Element, als Batterie in einem Gerät, Ort, Stadt, Staat, Erdteil, Sonnensystem usw.

## Zusatzinformationen:

*Betaisodona-Lösung® Povidon-Iod* (PVP-Iod oder Poly(1-(2-oxo-1-pyrrolidinyl) ethylen)iod-Komplex) ist ein wasserlöslicher [Komplex](#) von [Iod](#) mit [Polyvinylpyrrolidon](#) (PVP, Povidon)

### E-Nummern der Lebensmittelfarbstoffe

E100	Curcumin, Kurkumin		E154	Braun FK
E101	Lactoflavin, Riboflavin		E160a	alpha-Carotin, Beta-Carotin,
E101a	Riboflavin-5-Phosphat		E160b	Bixin E160c Capsanthin
E102	Tartrazin		E160d	Lycopin
E104	Chinolingelb		E160e	Beta-Apo-8'-carotinal
E110	Gelborange S		E160f	Beta-Apo-8'-
E120	Cochenille, Karmin			carotinsäureethylester
E122	Azorubin		E161	Xanthophylle
E123	Amaranth		E161a	Flavoxanthin
E124	Cochenillerot A		E161b	Lutein
E127	Erythrosin		E161c	Kryptoxanthin
E128	Rot 2G		E161e	Violaxanthin
E129	Allurarot AC		E161f	Rhodoxanthin
E131	Patentblau		E161g	Canthaxanthin
E132	Indigocarmin, Indigotin		E162	Beetenrot, Betanin
E133	Brillantblau FCF		E163	Anthocyane
E140	Chlorophyll		E170	Calciumcarbonat
E141	Chlorophyllin-Kupfer-Komplex		E171	Titandioxid
E142	Brillantsäuregrün, Grün S		E172	Eisenoxide und -hydroxide
E150a	Zuckerulör einfach	nicht erlaubt	E173	Aluminium
E150b	Sulfitlaugen-Zuckerulör	nicht erlaubt	E174	Silber
E150d	Ammonsulfit-Zuckerulör	nicht erlaubt	E175	Gold
E151	Brillantschwarz BN			
E153	Medizinische Kohle, Pflanzenkohle			

### Unterschiede EU - Schweiz

Dass die Grossverteiler so reagieren, ist auch bedingt durch eine neue EU-Verordnung, die zwar die umstrittenen Azofarbstoffe nicht verbietet, aber einen Warnhinweis verlangt: Gemäss der Verordnung (EG) Nr. 1333/2008 vom 16. Dezember 2008 gilt seit dem 20.07.2010 eine besondere Hinweispflicht für bestimmte Azofarbstoffe, die in der Lebensmittelindustrie breite Verwendung finden. Lebensmittel mit folgenden Farbstoffen müssen neben der E-Nummer vorsorglich den Aufdruck "kann Aktivität und Aufmerksamkeit bei Kindern beeinträchtigen" tragen: E 102 Tartrazin, E 104 Chinolingelb, E 110 Gelborange S (Gelborange RGL), E 122 Azorubin(Carmoisin), E 124 Conchenillerot A (Ponceau 4 R, Victoriascharlach 4 R), E 129 Allurarot AC.

Das BAG hat für die Schweiz noch keine neuen Richtlinien bezüglich Einsatz von Farbstoffen erlassen, da die europäische Lebensmittelbehörde - im Gegensatz zu britischen Forschern - keinen Zusammenhang zwischen künstlichen Farbstoffen und der Hyperaktivität von Kindern feststellen konnte. Der Bundesrat nahm dazu Stellung am 5.12.2008:

Den Bundesbehörden ist die Studie von McCann et al. (2007) bekannt, welche die Farbstoffe Tartrazin (E102), Chinolingelb (E104), Sunsetgelb FCF (E110), Ponceau 4R (E124), Allurarot AC (E129), Carmoisin (E122) mit der Hyperaktivität bei Kindern in Verbindung gebracht hat. Auf europäischer Ebene ist die Studie nach einer wissenschaftlichen Analyse durch die europäische Lebensmittelbehörde Efsa infrage gestellt worden. Obwohl keine wissenschaftlichen Beweise eines Zusammenhangs zwischen diesen Substanzen und Hyperaktivität vorgelegt werden konnte, hat sich das EU-Parlament im Juli 2008 für eine verbesserte Kennzeichnung von Lebensmittelfarbstoffen ausgesprochen.

(<http://www.foodaktuell.ch/drucken.php?db=flash&nr=498&PHPSESSID=6128f83e941dc93acf1af6bae8215077>)  
Letztzugriff 17.8.2012)

Demoexperiment: Glucose Indigotin

## Strukturformeln

Patentblau	Brillantblau

## Literatur/Quellen

- Elsässer, S.;** Körperpflegekunde und Kosmetik; Springer Verlag
- Herkommer, S.; Kleinhorst, K.; Sommer, K.;** Smarte Smarties – Eine farbige Forschungsreise;
- Lorke, J.; Sommer, K.;** Die Farbe Blau; In: Unterricht Chemie, Ausgabe 2/08; Heft 105
- In: Praxis der Naturwissenschaften, Chemie und Lebensmittel, Heft 1, Jahrgang 61; Aulis Verlag 2012
- Sommer, K. , Pfeifer, P., Reller, A.:** Fettreduzierte Brotaufstriche; In: Chemie in unserer Zeit 2002/2; S 90 ff; Wiley VCH
- Sommer, K.:** Die Fachmethoden der Chemie
- Anregungen für die Umsetzung des Kompetenzbereiches "Erkenntnisgewinnung" im Unterricht
- Scheiber, E.;** Experimentierunterlagen zur Elektrochemie-Box des VCÖ „Mit Chemie zu Energie“
- Aulis Verlag 2012
- Schmidkunz, H.; Rentzsch, W.;** Chemische Freihandversuche in 2 Bänden; Aulis Verlag 2011
- Schunk, A., Nitsche, E.;** Energie aus Lebensmitteln; In: Praxis der Naturwissenschaften Chemie; Heft 1, Jahrgang 61; Aulis Verlag 2012
- Schwedt, G.;** Experimente mit Supermarktprodukten, Wiley Verlag
- Umbach, W.;** Kosmetik; Thieme 1995
- Voglhuber, H.;** Emulsionen aus dem Alltag – schnell auf Wasser- und Fettanteil analysiert; In: Chemie&Schule, 3/2009; Verbandszeitschrift des VCÖ (Seeham/Salzburg/Österreich)
- Voglhuber, H.:** Low-Cost Schülerexperimente für den Schulalltag; In: Chemie&Schule 2003/1:
- Voglhuber, H.:** Low cost Experimente für den Schulalltag; In: PLUS LUCIS 2/2003;
- Verbandszeitschrift des Vereins zur Förderung der physikalisch chemischen Unterrichts, Uni - Wien
- Siehe auch: [http://pluslucis.univie.ac.at/PlusLucis/032/s29\\_31.pdf](http://pluslucis.univie.ac.at/PlusLucis/032/s29_31.pdf) (Letztzugriff 15. 9.2012)