

# Inhaltsverzeichnis der Versuchsprogramme

- I. Kunststoffe**
- II. Biokunststoffe**
- III. Säure-Base-Titrationen**
- IV. Redox-Titrationen**
- V. Elektrochemie**
- VI. Katalyse**
- VII. Biokatalyse**
- VIII. Acetylsalicylsäure-Synthese**
- IX. Indigosynthese**
- X. Farbstoffchemie**
- XI. Extraktionen**
- XII. Analytik**
- XIII. Chemisches Gleichgewicht**

# I. Kunststoffe

**Nylon, Polyester, Styropor® und PU-Schaum; Kunststoffe sind in unserem Alltag allgegenwärtig.**

Die Schülerinnen und Schüler synthetisieren verschiedene Makromoleküle und lernen unterschiedliche Polymerisationstypen wie Polyaddition, Polykondensation und radikalische Polymerisation kennen. Eine Auswahl an unbekanntem Kunststoffen wird auf unterschiedliche Eigenschaften hin untersucht und anschließend identifiziert.

Die Vielfalt der Anwendungsmöglichkeiten von Kunststoffen und der Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion, wie beispielweise die Wirkungsweise von Superabsorbent oder Farbübertragungsinhibitoren in Waschmitteln, werden in kurzen Handversuchen untersucht.

Als Erinnerung an einen Tag in der BASF dürfen sich die Schülerinnen und Schüler einen Ball oder Würfel mit nachhause nehmen, den sie selbst aus Polystyrol aufschäumen.

**Zeitbedarf (ca.)**

## A. Herstellung von Kunststoffen (radikalische Polymerisation, Polykondensation und Polyaddition)

- |  |                       |
|--|-----------------------|
| 1. Polymerisation von Styrol mit AIBN (Azobisisobutyronitril)    | 20 Min.               |
| 2. Herstellung von Nylon durch Grenzflächenkondensation          | 20 Min.               |
| 3. Herstellung eines Polyurethanschaums                          | 15 Min.               |
| 4. Polymerisation von Methylmethacrylat zu einer Acrylglasplatte | 2 Std., mit Wartezeit |
| 5. Schäumen von Styropor® und Neopor®                            | 20 Min.               |
| 6. Herstellung eines Polyesters aus Glycerin und Butandisäure    | 15 Min.               |
| 7. Herstellung eines Polyvinylalkohol-Gels (Slime®)              | 30 Min.               |

## B. Untersuchung der Eigenschaften von Kunststoffen

(Wird als vollständiges Modul empfohlen.)

- |   |                         |
|---|-------------------------|
| 1. Bestimmung der Dichte von Kunststoffen | 30 Min.                 |
| 2. Brennverhalten von Kunststoffen        | 15 Min.                 |
| 3. Pyrolyse unbekannter Kunststoffe       | 15 Min.                 |
| 4. Löslichkeit unbekannter Kunststoffe    | 20 Min., plus Wartezeit |
| 5. Schmelzspinnen – Fäden aus Polyamid    | 10 Min.                 |
| 6. Verstrecken eines Kunststofffadens     | 5 Min.                  |

## C. Funktionale Polymere

- |                                      |         |
|--------------------------------------|---------|
| 1. Funktionsweise von Superabsorbent | 15 Min. |
| 2. Farbübertragungsinhibitoren       | 15 Min. |
| 3. Dispergiermittel                  | 10 Min. |

*Drei Versuche zum Thema funktionale Polymere veranschaulichen den Schülern die Wirkungsweise derartiger „versteckter“ Polymere in alltäglichen Produkten.*

### Hinweis an die Lehrkräfte:

Bitte bedenken Sie, dass Sie im Teens' Lab Ihren eigenen experimentellen Chemieunterricht halten. Sie gestalten den konkreten Inhalt auf Basis der hier genannten Experimentierprogramme.

**Beachten Sie unbedingt, dass diese Programme für eine durchschnittlich erfahrene Klasse und dem Standardzeitrahmen von 4 Stunden zeitlich zu umfangreich sind, sofern jede Schülerin und jeder Schüler alle Experimente durchführen soll. Treffen Sie deshalb immer eine für Ihre Klasse passende Experimentauswahl und teilen uns Ihre Auswahl möglichst vor dem Experimentiertag mit.**

Alternativ können die Schülerinnen und Schüler themendifferenziert arbeiten oder Sie sprechen uns an, ob an diesem Tag eine Verlängerung des Experimentierzeitraums möglich ist.

# II. Biokunststoffe

## Biobasiert, biokompatibel oder bioabbaubar?

Wie können Kunststoffe aus nachwachsenden Rohstoffen gewonnen werden und wie unterscheiden sich diese von den konventionellen Kunststoffen?

Die Schülerinnen und Schüler stellen verschiedene Kunststofffolien aus dem Rohstoff Stärke her. Die Stärke muss dafür zunächst selbstständig aus der Kartoffel gewonnen werden.

Die Kunststofffolien werden anschließend auf ihre unterschiedlichen mechanischen Eigenschaften und die Möglichkeiten zum Abbau untersucht.

**Zeitbedarf (ca.)**

### A. Kunststoffolie aus Kartoffelstärke

- |   |                                 |
|---|---------------------------------|
| 1. Gewinnung der Stärke aus der Kartoffel | 30 Min.                         |
| 2. Herstellung der Kunststoffolie         | 20 Min. plus 1 Std. Trockenzeit |

### B. Kunststoffolie aus Maisstärke und Polymilchsäure

- |                                   |                                      |
|-----------------------------------|--------------------------------------|
| 1. Herstellung der Kunststoffolie | 30 Min. plus 1 Std. Trockenzeit      |
| 2. Bedeutung von Glycerin         | Dauer abhängig von Anzahl der Proben |

### C. Alltagstauglichkeit

- |                                    |          |
|------------------------------------|----------|
| 1. Löslichkeit der Kunststoffolien | 15 Min.  |
| 2. Hydrolyse der Kunststoffolien   | 1,5 Std. |
| 3. Reißtest                        | 10 Min.  |

#### Hinweis an die Lehrkräfte:

Bitte bedenken Sie, dass Sie im Teens' Lab Ihren eigenen experimentellen Chemieunterricht halten. Sie gestalten den konkreten Inhalt auf Basis der hier genannten Experimentierprogramme.

**Beachten Sie unbedingt, dass diese Programme für eine durchschnittlich erfahrene Klasse und dem Standardzeitrahmen von 4 Stunden zeitlich zu umfangreich sind, sofern jede Schülerin und jeder Schüler alle Experimente durchführen soll. Treffen Sie deshalb immer eine für Ihre Klasse passende Experimentauswahl und teilen uns Ihre Auswahl möglichst vor dem Experimentiertag mit.**

Alternativ können die Schülerinnen und Schüler themendifferenziert arbeiten oder Sie sprechen uns an, ob an diesem Tag eine Verlängerung des Experimentierzeitraums möglich ist.

# III. Säure-Base-Titration

## Wie sauer ist mein Essig und wieviel Phosphorsäure enthält Cola?

Es werden Titrationsen von starken, schwachen sowie mehrprotonigen Säuren mit einer starken Base durchgeführt. Der Einsatz geeigneter Indikatoren für unterschiedliche Umschlagspunkte wird untersucht und mithilfe von pH-Metern werden Titrationskurven erstellt.

Die Phosphorsäurebestimmung aus gekochter und unbehandelter Cola lädt zum Diskutieren ein.

Die Schülerinnen und Schüler sammeln praktische Erfahrung im korrekten Umgang mit Glasgeräten wie Büretten und Glaspipetten, sowie dem exakten Arbeiten in der analytischen Chemie.

Zeitbedarf (ca.)

### A. Einführung in den Umgang mit Bürette, Glaspipette etc. 20 Min.

*Kurze Einweisung der Schülerinnen und Schüler durch die Lehrkraft oder die Betreuungsperson. Angesprochen werden u.a.: Befestigung, Befüllen und Ablesen der Bürette, exaktes Abmessen von Flüssigkeiten mit Glaspipetten, Umgang mit der Pipettierhilfe/Peläusball, Reinigung der Pipetten, Ringmarke und Meniskus.*

### B. Titrationsen

- |   |          |
|---|----------|
| <b>1. Titration einer starken Säure mit einer starken Base</b><br>(Salzsäure mit Natronlauge) mit Indikator und/ oder pH-Meter, Doppel- bzw. Dreifachbestimmung und Erstellen einer Titrationskurve                           | 1 Std.   |
| <b>2. Titration einer schwachen Säure mit einer starken Base</b><br>(Essigsäure oder Ameisensäure mit Natronlauge) mit Indikator und/oder pH-Meter, Doppelbestimmung und Erstellen einer Titrationskurve                      | 1 Std.   |
| <b>3. Titration einer mehrprotonigen Säure</b><br>Phosphorsäure mit Natronlauge mit pH-Meter, Doppelbestimmung und Erstellen einer Titrationskurve; anschließende Titration beider Umschlagspunkte mit geeigneten Indikatoren | 1 Std.   |
| <b>4. Titration von Cola mit Natronlauge</b><br>unbehandelt und gekocht   | 1,5 Std. |

*Nach vorheriger Absprache können auch andere Säuren oder Basen titriert werden. Die Titrationskurven können mit Indikatoren oder durch Messung des pH-Wertes ermittelt werden. Doppel- bzw. Dreifachbestimmungen, das Erstellen der Titrationskurven, die Ermittlung der Äquivalenzpunkte und das Errechnen der unbekanntenen Säuren- bzw. Basenkonzentrationen sind Teil des Programms.*

*Bei der Ermittlung des Phosphorsäuregehalts im Cola-Getränk kann die Abspaltung der ersten beiden Protonen der Phosphorsäure titriert werden. Die genaue Ermittlung der Wendepunkte ist aber schwierig und erfordert sehr exaktes Arbeiten. Der dritte pH-Sprung ist nicht zu erkennen.*

#### Hinweis an die Lehrkräfte:

Bitte bedenken Sie, dass Sie im Teens' Lab Ihren eigenen experimentellen Chemieunterricht halten. Sie gestalten den konkreten Inhalt auf Basis der hier genannten Experimentierprogramme.

**Beachten Sie unbedingt, dass diese Programme für eine durchschnittlich erfahrene Klasse und dem Standardzeitrahmen von 4 Stunden zeitlich zu umfangreich sind, sofern jede Schülerin und jeder Schüler alle Experimente durchführen soll. Treffen Sie deshalb immer eine für Ihre Klasse passende Experimentauswahl und teilen uns Ihre Auswahl möglichst vor dem Experimentiertag mit.**

Alternativ können die Schülerinnen und Schüler themendifferenziert arbeiten oder Sie sprechen uns an, ob an diesem Tag eine Verlängerung des Experimentierzeitraums möglich ist.

# IV. Redox-Titration

## Wie sauber ist das Wasser aus unterschiedlichsten Quellen?

Selbst mitgebrachte Wasserproben (Teichwasser, Regentonnenwasser oder ähnliches) werden auf oxidierbare Verunreinigungen untersucht und die Schülerinnen und Schüler erlernen die Technik der Rücktitration.

Die intensiv violette Färbung und die starke oxidierende Wirkung des Permanganations machen Kaliumpermanganat zu einem hervorragenden Agens für die quantitative Analyse von oxidierbaren Stoffen.

Der Gehalt an Wasserstoffperoxid in Haarbleichmitteln wird bestimmt. Die Untersuchung einer unbekannt Menge Ammoniumeisen-(II)-sulfat erfordert genauestes Arbeiten.

Die Schülerinnen und Schüler sammeln praktische Erfahrung im korrekten Umgang mit Glasgeräten wie Büretten, Glaspipetten und Messkolben, sowie dem exakten Arbeiten in der analytischen Chemie.

	<b>Zeitbedarf (ca.)</b>
<b>A. Einführung in den Umgang mit Bürette, Glaspipette etc.</b>	20 Min.
<b>B. Manganometrie</b>	
<b>1. Vorversuch</b>	15 Min.
<i>Im Vorversuch wird die Konzentration einer Kaliumpermanganat- Lösung mit Oxalsäure bestimmt.</i>	
<b>2. Bestimmung oxidierbarer Verunreinigungen verschiedener Wasserproben</b>	2 Std.
<i>Die oxidierbaren Stoffe der Wasserprobe werden mit Kaliumpermanganat vollständig oxidiert und das überschüssige Kaliumpermanganat anschließend mit einer bekannten Menge Oxalsäure reduziert. Es erfolgt eine Rücktitration der überschüssigen Oxalsäure mit Kaliumpermanganat-Lösung. Die Schüler bringen Wasserproben aus Teichen und Flüssen selbst mit und vergleichen diese mit dem Trinkwasser der BASF.</i>	
<b>3. Bestimmung des Wasserstoffperoxid-Gehalts eines Haarbleichmittels</b>	30 Min.
<i>Die Bestimmung des Wasserstoffperoxidgehalts erfolgt durch die Titration mit Kaliumpermanganat. Der Endpunkt der Titration lässt sich sehr gut erkennen. Sobald das Wasserstoffperoxid vollständig oxidiert ist und das zuletzt zugegebene <math>MnO_4^-</math> nicht mehr reduziert wird, färbt sich die Lösung dauerhaft intensiv violett.</i>	
<b>4. Bestimmung des Gehalts an Eisen(II)ionen in einer Probe mit unbekannter Konzentration</b>	30 Min.
<i>Bei der titrimetrischen Bestimmung des Eisengehalts einer Ammoniumeisen(II)-sulfat-Lösung, dem Mohrschen Salz, mit Kaliumpermanganat-Lösung ist präzises Arbeiten gefordert.</i>	

### Hinweis an die Lehrkräfte:

Bitte bedenken Sie, dass Sie im Teens' Lab Ihren eigenen experimentellen Chemieunterricht halten. Sie gestalten den konkreten Inhalt auf Basis der hier genannten Experimentierprogramme.

**Beachten Sie unbedingt, dass diese Programme für eine durchschnittlich erfahrene Klasse und dem Standardzeitrahmen von 4 Stunden zeitlich zu umfangreich sind, sofern jede Schülerin und jeder Schüler alle Experimente durchführen soll. Treffen Sie deshalb immer eine für Ihre Klasse passende Experimentauswahl und teilen uns Ihre Auswahl möglichst vor dem Experimentiertag mit.**

Alternativ können die Schülerinnen und Schüler themendifferenziert arbeiten oder Sie sprechen uns an, ob an diesem Tag eine Verlängerung des Experimentierzeitraums möglich ist.

# V. Elektrochemie

## Wie genau liefert die Batterie den Strom?

Die Schülerinnen und Schüler erkunden die Welt der Elektrochemie. Anhand der Fällungsreihe der Metalle, der Spannungsreihe und der Messung von Standardredoxpotentialen erfahren sie, was es bedeutet, wenn man Metalle als edel oder unedel kategorisiert.

Einen Ausflug in die Historie der Elektrochemie bieten der Nachbau eines Leclanché- und Daniell-Elements. Anhand der Volta-Säule können der Einfluss der Elektrolytlösung und die Wahl der Metalle auf die Spannung getestet werden. Tüfteln ist beim Aufbau eines Lithium-Ionen-Akkumulators gefragt.

Die praktische Anwendung der Nernstschen Gleichung wird den Schülerinnen und Schülern über eine Kupfer-Konzentrationskette nähergebracht.

Zeitbedarf (ca.)

### A. Redoxpotenziale

1. Fällungsreihe der Metalle 30 Min.

2. Spannungsreihe der Metalle 20 Min.

*Elektroden aus Kupfer, Zink, Aluminium und Silber werden im U-Rohr mit einer Eisen-elektrode kombiniert. Die Metalle lassen sich bei der Schaltung gegen die Vergleichs-elektrode nach ihren Elektrodenpotentialen ordnen.*

3. Messung von Standardredoxpotentialen 45 Min.

*Zur Messung von Standardredoxpotentialen dient eine aktivierte Platinelektrode als Normalwasserstoffelektrode. Sie wird mit verschiedenen Halbzellen (Kupfer-, Silber- und Zinkelektrode) kombiniert und die Spannung gemessen.*

B. Volta-Säule 1,5 Std.

1. Spannung der unbelasteten Zelle in Abhängigkeit verschiedener Elektrolyte

2. Reihen- und Parallelschaltung

3. Veränderung der Spannung durch Verwendung verschiedener Metalle

### C. Batterien

1. Lithium-Zelle 20 Min.

2. Daniell-Element 20 Min.

3. Leclanché-Element 20 Min.

D. Lithium-Ionen-Akkumulator 1 Std.

### E. Konzentrationszellen – Anwendung der Nernstschen Gleichung

1. Kupfer-Konzentrationskette 1,5 Std.

*Die Spannung zwischen zwei Halbzellen eines Metalls wird mit unterschiedlichen Elektrolyt-konzentrationen gemessen. Die Schüler berechnen die theoretische Spannung mit der Nernstschen Gleichung und vergleichen die Ergebnisse von Theorie und Experiment.*

#### Hinweis an die Lehrkräfte:

Bitte bedenken Sie, dass Sie im Teens' Lab Ihren eigenen experimentellen Chemieunterricht halten. Sie gestalten den konkreten Inhalt auf Basis der hier genannten Experimentierprogramme.

**Beachten Sie unbedingt, dass diese Programme für eine durchschnittlich erfahrene Klasse und dem Standardzeitrahmen von 4 Stunden zeitlich zu umfangreich sind, sofern jede Schülerin und jeder Schüler alle Experimente durchführen soll. Treffen Sie deshalb immer eine für Ihre Klasse passende Experimentauswahl und teilen uns Ihre Auswahl möglichst vor dem Experimentiertag mit.**

Alternativ können die Schülerinnen und Schüler themendifferenziert arbeiten oder Sie sprechen uns an, ob an diesem Tag eine Verlängerung des Experimentierzeitraums möglich ist.

# VI. Katalyse

## Katalysatoren – unverzichtbare Helfer in der Chemie!

Manche chemischen Reaktionen laufen träge ab. Katalysatoren beschleunigen diese Reaktionen, indem sie die Aktivierungsenergie herabsetzen. Oft machen Katalysatoren eine Reaktion unter praktikablen Bedingungen überhaupt erst möglich. Die Schülerinnen und Schüler machen einen Ausflug in die Geschichte der Chemie, in dem sie ein Döbereiner Feuerzeug nachbauen und bei der Ammoniaksynthese schlüpfen sie in die Haut von Haber und Bosch. In anschaulichen Experimenten erfahren sie die Unterschiede zwischen homogener, heterogener Katalyse und Autokatalyse und untersuchen den Einfluss der Katalysatorkonzentration auf die Reaktionsgeschwindigkeit.

	Zeitbedarf (ca.)
<b>A. Einführung und Historisches</b> Prinzip des Döbereiner-Feuerzeugs	15 Min.
<b>B. Homogene Katalyse</b> Zersetzung von Wasserstoffperoxid mit Kaliumiodid	15 Min.
<b>C. Aktive Übergangskomplexe</b> Blue Bottle	15 Min.
<b>D. Heterogene Katalyse</b> Zersetzung von Wasserstoffperoxid mit Braunstein	20 Min.
<b>E. Autokatalyse</b>	
<b>1. Permanganat/Oxalsäure-Oxidation</b>	30 Min.
<b>2. Briggs-Rauscher-Reaktion</b>	40 Min.
<b>F. Großtechnische Katalyseverfahren</b> Ammoniaksynthese nach dem Haber-Bosch-Verfahren	1 Std.
<i>In einem Quarzglasrohr können die Schüler selbst die Synthese von Ammoniak aus Stickstoff und Wasserstoff durchführen. Nach der Vorbereitung des Katalysators wird die Apparatur mit dem Katalysator befüllt und zusammengesetzt. Unter Anleitung entnehmen die Schülerinnen und Schüler die Gase und starten die Reaktion. Der entstandene Ammoniak kann über verschiedene Reaktionen nachgewiesen werden.</i>	

### Hinweis an die Lehrkräfte:

Bitte bedenken Sie, dass Sie im Teens' Lab Ihren eigenen experimentellen Chemieunterricht halten. Sie gestalten den konkreten Inhalt auf Basis der hier genannten Experimentierprogramme.

**Beachten Sie unbedingt, dass diese Programme für eine durchschnittlich erfahrene Klasse und dem Standardzeitrahmen von 4 Stunden zeitlich zu umfangreich sind, sofern jede Schülerin und jeder Schüler alle Experimente durchführen soll. Treffen Sie deshalb immer eine für Ihre Klasse passende Experimentauswahl und teilen uns Ihre Auswahl möglichst vor dem Experimentiertag mit.**

Alternativ können die Schülerinnen und Schüler themendifferenziert arbeiten oder Sie sprechen uns an, ob an diesem Tag eine Verlängerung des Experimentierzeitraums möglich ist.

# VII. Biokatalyse

## Enzyme – die biochemischen Katalysatoren allen Lebens.

Enzyme spielen bei nahezu allen biochemischen Prozessen eine entscheidende Rolle. Die Schülerinnen und Schüler nähern sich diesen faszinierenden Molekülen, indem sie einige ihrer Eigenschaften untersuchen. Sie messen die Zersetzung von Wasserstoffperoxid durch Katalase, bestimmen die Wechselzahl der Katalase und messen den Einfluss von Substratkonzentration und Temperatur auf die biokatalytische Reaktion.

	<b>Zeitbedarf (ca.)</b>
<b>A. Enzymkatalyse</b> Zersetzung von Wasserstoffperoxid durch Katalase	20 Min.
<b>B. Bestimmung der Wechselzahl der Katalase</b>	45 Min.
<b>C. Katalase: Einfluss von Substratkonzentration und Temperatur</b>	60 Min.
<b>D. Urease</b>	15 Min.

### Hinweis an die Lehrkräfte:

Bitte bedenken Sie, dass Sie im Teens' Lab Ihren eigenen experimentellen Chemieunterricht halten. Sie gestalten den konkreten Inhalt auf Basis der hier genannten Experimentierprogramme.

**Beachten Sie unbedingt, dass diese Programme für eine durchschnittlich erfahrene Klasse und dem Standardzeitrahmen von 4 Stunden zeitlich zu umfangreich sind, sofern jede Schülerin und jeder Schüler alle Experimente durchführen soll. Treffen Sie deshalb immer eine für Ihre Klasse passende Experimentauswahl und teilen uns Ihre Auswahl möglichst vor dem Experimentiertag mit.**

Alternativ können die Schülerinnen und Schüler themendifferenziert arbeiten oder Sie sprechen uns an, ob an diesem Tag eine Verlängerung des Experimentierzeitraums möglich ist.

# VIII. Acetylsalicylsäure-Synthese

## Synthese, Reinigung und Substanznachweis - Arbeiten wie im Forschungslabor.

Anhand der Synthese von Acetylsalicylsäure erhalten die Schülerinnen und Schüler Einblick in die Arbeit eines organisch-chemischen Forschungslabors.

Sie lernen den Aufbau und Umgang mit Schlifffglasapparaturen, die Aufreinigung durch Umkristallisation, die Verwendung einer Absaugapparatur und Analyse des Produktes durch Dünnschichtchromatografie und den Nachweis durch Eisen-(III)-Chlorid.

**Zeitbedarf (ca.)**

---

*Für das **vollständige** Programm benötigen Sie mit Einführung ca. 5 Stunden!*

### A. Umgang mit Schlifffglasgeräten

*Einweisung durch einen Betreuer der BASF*

### B. Synthese von Acetylsalicylsäure in einer Schlifff-Apparatur

3,5 Std.

*Bei der Synthese von Acetylsalicylsäure aus Salicylsäure und Essigsäureanhydrid arbeiten die Schüler mit Schlifffglasgeräten. Der Reaktionsverlauf kann mittels Dünnschichtchromatografie kontrolliert werden. Die entstandene Acetylsalicylsäure wird über die Nutsche im Wasserstrahlvakuum abgesaugt, gewaschen und getrocknet.*

### C. Reinigung und Nachweis der Acetylsalicylsäure

1,5 Std.

*Das Rohprodukt wird zur Reinigung umkristallisiert. Als Nachweisreaktionen können eine Dünnschichtchromatografie und ein Eisen-(III)-chloridnachweis durchgeführt werden.*

#### Hinweis an die Lehrkräfte:

Bitte bedenken Sie, dass Sie im Teens' Lab Ihren eigenen experimentellen Chemieunterricht halten. Sie gestalten den konkreten Inhalt auf Basis der hier genannten Experimentierprogramme.

**Beachten Sie unbedingt, dass diese Programme für eine durchschnittlich erfahrene Klasse und dem Standardzeitrahmen von 4 Stunden zeitlich zu umfangreich sind, sofern jede Schülerin und jeder Schüler alle Experimente durchführen soll. Treffen Sie deshalb immer eine für Ihre Klasse passende Experimentauswahl und teilen uns Ihre Auswahl möglichst vor dem Experimentiertag mit.**

Alternativ können die Schülerinnen und Schüler themendifferenziert arbeiten oder Sie sprechen uns an, ob an diesem Tag eine Verlängerung des Experimentierzeitraums möglich ist.

# IX. Indigosynthese

## Indigo – der Beginn der modernen Farbstoffchemie bei BASF.

Textilfarbstoffe auf Indigobasis waren die ersten Produkte der BASF in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts. Die Synthese von Indigo bietet den Schülerinnen und Schülern theoretische und praktische Einblicke in die Mechanismen der organischen Chemie und erlaubt ihnen ein Beispiel der Küpenfärbung kennenzulernen. Zudem erhalten sie eine praktische Einführung in den Umgang mit Schliffglasapparaturen im Labor.

Die Schülerinnen und Schüler färben in diesem, im wahrsten Sinne farbenfrohen Experiment, mitgebrachte Baumwollstoffe, beispielsweise weiße T-Shirts, mit dem selbst synthetisierten Indigo und erfahren so den Einfluss von Reduktions- und Oxidationsmitteln auf Löslichkeit und Farbe des „Königs der Farbstoffe“. Diese dürfen als Erinnerungstück an einen Tag in der BASF mit nach Hause genommen werden.

Zeitbedarf (ca.)

### A. Umgang mit KPG-Rührer und Schliffglasgeräten

*Einweisung durch einen Betreuer der BASF*

### B. Indigo-Synthese in einer Schliff-Apparatur

2 Std.

*Bei der Synthese von Indigo, dem „König der Farbstoffe“, aus Nitrobenzaldehyd und Aceton in Natronlauge arbeiten die Schüler mit Schliffglasgeräten im Vierhalskolben mit Tropftrichter, Schliffthermometer und KPG-Rührer. Das entstandene Indigo wird über die Nutsche im Wasserstrahlvakuum abgesaugt, gewaschen und getrocknet.*

### C. Färben mit Indigo

1 Std.

*Das wasserunlösliche Indigo wird mit alkalischer Natriumdithionit-Lösung in die wasserlösliche, zum Färben geeignete Leukoform überführt. Die Schüler können ihre mitgebrachten Stoffproben in der Küpe färben.*

#### Hinweis an die Lehrkräfte:

Bitte bedenken Sie, dass Sie im Teens' Lab Ihren eigenen experimentellen Chemieunterricht halten. Sie gestalten den konkreten Inhalt auf Basis der hier genannten Experimentierprogramme.

**Beachten Sie unbedingt, dass diese Programme für eine durchschnittlich erfahrene Klasse und dem Standardzeitrahmen von 4 Stunden zeitlich zu umfangreich sind, sofern jede Schülerin und jeder Schüler alle Experimente durchführen soll. Treffen Sie deshalb immer eine für Ihre Klasse passende Experimentauswahl und teilen uns Ihre Auswahl möglichst vor dem Experimentiertag mit.**

Alternativ können die Schülerinnen und Schüler themendifferenziert arbeiten oder Sie sprechen uns an, ob an diesem Tag eine Verlängerung des Experimentierzeitraums möglich ist.

# X. Farbstoffchemie

## Faszinierende Farbstoffwelt – Eigenschaften, Herstellung und Färbeverfahren.

Farbstoffe sind ein wichtiger Zweig der chemischen Industrie. Die Schülerinnen und Schüler lernen die Vielfalt der synthetischen und natürlichen Farbstoffe kennen. Sie untersuchen die Farbe von Thymolblau in Abhängigkeit des pH-Wertes und stellen Fluorescein her. Im Analysenlabor erlernen sie den Umgang mit einem UV-VIS-Spektrometer und nehmen Absorptionsspektren auf. Welchen Einfluss hat der Sauerstoff beim Küpenfärben? Woran liegt es, dass gefärbte Stoffe Ausbleichen oder waschecht sind? In verschiedenen Färbeverfahren lernen die Schülerinnen und Schüler verschiedene Farbstoffklassen kennen und erfahren den Zusammenhang zwischen deren chemischer Struktur und dem Verhalten beim Färben.

**Zeitbedarf (ca.)**

---

### A. Farbigeit von Thymolblau in Abhängigkeit vom pH-Wert

Herstellung von Thymolblau-Lösungen verschiedener pH-Werte und Aufnahme von UV-Spektren

40 Min.

*Die Einführung ins UV-Spektrometer erfolgt durch den BASF-Betreuer*

### B. Indigocarmin-Ampel

20 Min.

### C. Färbeverfahren

1. Beizenfärbung mit Krapp

45 Min.

2. Küpenfärbung mit Indigocarmin

20 Min.

3. Direktfärbung mit Pergasolfarbstoffen

20 Min.

4. Direktfärbung mit Sirius Blau K-GRLN 01

40 Min.

5. Reaktivfärbung mit Levafix Goldgelb E-G

15 Min. plus 45 Min. Wartezeit

#### Hinweis an die Lehrkräfte:

Bitte bedenken Sie, dass Sie im Teens' Lab Ihren eigenen experimentellen Chemieunterricht halten. Sie gestalten den konkreten Inhalt auf Basis der hier genannten Experimentierprogramme.

**Beachten Sie unbedingt, dass diese Programme für eine durchschnittlich erfahrene Klasse und dem Standardzeitrahmen von 4 Stunden zeitlich zu umfangreich sind, sofern jede Schülerin und jeder Schüler alle Experimente durchführen soll. Treffen Sie deshalb immer eine für Ihre Klasse passende Experimentauswahl und teilen uns Ihre Auswahl möglichst vor dem Experimentiertag mit.**

Alternativ können die Schülerinnen und Schüler themendifferenziert arbeiten oder Sie sprechen uns an, ob an diesem Tag eine Verlängerung des Experimentierzeitraums möglich ist.

# XI. Extraktionen

## Wie kommt der Duft ins Fläschchen?

Gewürze und Kräuter wie Rosmarin, Sternanis und Wachholder enthalten Duft- und Aromastoffe. Die Schülerinnen und Schüler extrahieren diese Stoffe über Soxhlet-Extraktion. Sie erlernen dabei den Aufbau und Umgang mit Schliffglasgeräten und -aufbauten. Aus der Karotte wird  $\beta$ -Carotin isoliert und Trimyristin aus der Muskatnuss. An diese Extraktionen schließt sich eine Analyse der extrahierten Reinstoffe mittel Absorptionsspektroskopie bzw. Schmelzpunktbestimmung an.

	Zeitbedarf (ca.)
<b>A. Aufbau einer Schliffglasapparatur</b>	15 Min.
<i>Einweisung durch einen Betreuer der BASF</i>	
<b>B. Soxhlet-Extraktionen</b>	
1. Extraktion von Pflanzenmaterial mit und ohne Destillation	3 Std. 2,5 Std.
2. Extraktion von $\beta$ -Carotin aus der Karotte	3,5 Std.
3. Isolierung von Trimyristin aus der Muskatnuss	3 Std.

*Während der Wartezeit können die Schüler alternativ eine Soxhlet-Apparatur aufbauen.*

*Sie extrahieren z. B. Duft- und Aromastoffe aus Kümmel, Basilikum, Sternanis oder Wachholderbeeren oder bringen nach Absprache ihre eigenen Gewürze mit. Das Lösemittel wird mit dem Rotationsverdampfer abgezogen bzw. mit einer einfachen Destillationsapparatur abdestilliert.*

*Reines Trimyristin wird aus der Muskatnuss extrahiert. Es ist fest und lässt sich sehr gut über den Schmelzpunkt identifizieren. Von  $\beta$ -Carotin aus der Karotte kann ein Absorptionsspektrum aufgenommen werden.*

### Hinweis an die Lehrkräfte:

Bitte bedenken Sie, dass Sie im Teens' Lab Ihren eigenen experimentellen Chemieunterricht halten. Sie gestalten den konkreten Inhalt auf Basis der hier genannten Experimentierprogramme.

**Beachten Sie unbedingt, dass diese Programme für eine durchschnittlich erfahrene Klasse und dem Standardzeitrahmen von 4 Stunden zeitlich zu umfangreich sind, sofern jede Schülerin und jeder Schüler alle Experimente durchführen soll. Treffen Sie deshalb immer eine für Ihre Klasse passende Experimentauswahl und teilen uns Ihre Auswahl möglichst vor dem Experimentiertag mit.**

Alternativ können die Schülerinnen und Schüler themendifferenziert arbeiten oder Sie sprechen uns an, ob an diesem Tag eine Verlängerung des Experimentierzeitraums möglich ist.

# XII. Analytik

## Denn Sie wissen genau, was sie tun!

Ohne Analytik wäre moderne Chemie nicht möglich. Nur durch die Entwicklung der unterschiedlichsten Analysemethoden wissen Chemikerinnen und Chemiker welche Stoffe in welcher Menge in ihren Reaktionskolben vorliegen.

Chromatografie ist aus den Laboren nicht mehr wegzudenken. Sei es die einfache gehaltene Dünnschichtchromatografie (DC) oder die komplexe Hochleistungsflüssigchromatografie (HPLC).

Die Schülerinnen und Schüler erlernen anhand von Dünnschichtchromatografie das Grundprinzip jeder chromatografischen Trennmethode, indem sie Kaffeeproben auf Koffein und Pflanzenproben auf ihre Farbstoffe untersuchen. Des Weiteren werden die Inhaltsstoffe einer Kaffeeprobe säulenchromatografisch getrennt und die einzelnen Fraktionen mittel HPLC im angeschlossenen Analysenlabor untersucht.

**Zeitbedarf (ca.)**

### A. Dünnschichtchromatografie

- |  |         |
|--|---------|
| <b>1. Einfluss der Laufmittels</b>   | 20 Min. |
| <b>2. Erkennen und Auswerten</b><br>Die einzelnen Komponenten können durch verschiedene Reagenzien wie Fluoreszenz-zusätze (DC von Koffein) oder Sprühreagenzien (DC von Aminosäuren) sichtbar gemacht werden. | 1 Std.  |
| <b>3. Dünnschichtchromatografie von Kaffee</b>   | 45 Min. |

### B. Säulenchromatografie

**Untersuchung einer Kaffeeprobe** 1,5 Std.

### C. Hochleistungsflüssigchromatografie (HPLC)

1 Std.

*Die Arbeiten am HPLC-Gerät führt ein Betreuer der BASF gemeinsam mit den Schülern durch. Grundprinzipien werden erlernt und wichtige Begriffe eingeführt.*

*Die einzelnen Fraktionen, die während der Säulenchromatografie gesammelt wurden, werden mittels Gaschromatografie bzw. Hochleistungsflüssigchromatografie auf Koffein hin untersucht.*

*Weitere Proben, wie Cola, „Energy Drinks“, Instantkaffee oder entkoffeinierter Kaffee können analysiert werden.*

#### Hinweis an die Lehrkräfte:

Bitte bedenken Sie, dass Sie im Teens' Lab Ihren eigenen experimentellen Chemieunterricht halten. Sie gestalten den konkreten Inhalt auf Basis der hier genannten Experimentierprogramme.

**Beachten Sie unbedingt, dass diese Programme für eine durchschnittlich erfahrene Klasse und dem Standardzeitrahmen von 4 Stunden zeitlich zu umfangreich sind, sofern jede Schülerin und jeder Schüler alle Experimente durchführen soll. Treffen Sie deshalb immer eine für Ihre Klasse passende Experimentauswahl und teilen uns Ihre Auswahl möglichst vor dem Experimentiertag mit.**

Alternativ können die Schülerinnen und Schüler themendifferenziert arbeiten oder Sie sprechen uns an, ob an diesem Tag eine Verlängerung des Experimentierzeitraums möglich ist.

# XIII. Chemisches Gleichgewicht

## Chemische Reaktionen – oft keine Einbahnstraße!

Häufig finden chemische Reaktionen nicht nur in einer Richtung, sondern gleichzeitig als Hin- und Rückreaktion statt. Mit der Zeit stellt sich dann ein Gleichgewicht ein, Edukte und Produkte liegen in einem bestimmten Verhältnis zueinander vor. Aber was bedeutet das konkret? Anhand kurzer Handversuche erfahren die Schülerinnen und Schüler den Unterschied zwischen irreversiblen Reaktionen und Gleichgewichtsreaktionen. Mithilfe eines Modellversuches können sie nachvollziehen, wie sich ein chemisches Gleichgewicht einstellt. Sie untersuchen das Prinzip des kleinsten Zwanges anhand der Temperaturabhängigkeit und Konzentrationsabhängigkeit und sie ermitteln die Gleichgewichtskonstante des Gleichgewichtes zwischen Bildung und Spaltung von Essigsäureethylester und als weiteres Beispiel einer Gleichgewichtsreaktion lernen die Schülerinnen und Schüler die Ammoniaksynthese kennen.

**Wichtig: Dieser Workshop muss mit einer Vorlaufzeit von 4 Wochen gebucht werden.**

Zeitbedarf (ca.)

### A. Reversible und irreversible Reaktionen

- |   |         |
|---|---------|
| 1. Einführung mit Demonstrations-experimenten | 15 Min. |
| a. Verbrennung von Ethanol                    |         |
| b. Kupfersulfat reagiert mit Wasser           |         |
| 2. Kupferiodid-Reaktionsfolge                 | 15 Min. |

### B. Chemisches Gleichgewicht und Massenwirkungsgesetz

- |   |          |
|---|----------|
| 1. Modellexperiment: Hebersversuch  | 30 Min.  |
| 2. Bestimmung einer Gleichgewichtskonstanten durch Titration (Estergleichgewicht) | 1,5 Std. |

### C. Beeinflussung des chemischen Gleichgewichts (Prinzip vom kleinsten Zwang)

- |                               |         |
|-------------------------------|---------|
| 1. Konzentrationsabhängigkeit | 20 Min. |
| 2. Temperaturabhängigkeit     | 15 Min. |

### D. Technische Anwendung

- |  |          |
|--|----------|
| 1. Ammoniaksynthese nach dem Haber-Bosch-Verfahren | 1,5 Std. |
|--|----------|

#### Hinweis an die Lehrkräfte:

Bitte bedenken Sie, dass Sie im Teens' Lab Ihren eigenen experimentellen Chemieunterricht halten. Sie gestalten den konkreten Inhalt auf Basis der hier genannten Experimentierprogramme.

**Beachten Sie unbedingt, dass diese Programme für eine durchschnittlich erfahrene Klasse und dem Standardzeitrahmen von 4 Stunden zeitlich zu umfangreich sind, sofern jede Schülerin und jeder Schüler alle Experimente durchführen soll. Treffen Sie deshalb immer eine für Ihre Klasse passende Experimentauswahl und teilen uns Ihre Auswahl möglichst vor dem Experimentiertag mit.**

Alternativ können die Schülerinnen und Schüler themendifferenziert arbeiten oder Sie sprechen uns an, ob an diesem Tag eine Verlängerung des Experimentierzeitraums möglich ist.

**Teens' Lab**  
Oberstufe Chemie

 - **BASF**

We create chemistry