

## Inhaltsverzeichnis

Experiment	Thema	Niveau	Kapitel
1	Herstellung von Straßenkreide	SEK I	Ohne Zuordnung
2	Herstellung von Wachsfarben	SEK I	Ohne Zuordnung
3	Herstellung einer Caseinfarbe	SEK I	4.1
4	Tusche aus Tee	SEK I	4.2
5	Herstellung einer Ölfarbe	SEK I/II	5.3
6	Herstellung eines Zaponlacks	SEK I	5.3
7	Herstellung von Aquarellfarben	SEK I	5.3
8	Herstellung eines 2K-Epoxidharzlacks	SEK I/II	5.4
9	Eisenoxid-Pigmente	SEK I	5.6
10	Herstellung eines Buntlacks	SEK I	5.6
11	Pigmente – Darstellung von Thénard-Blau	SEK II	5.6
12	Kartoffeldruck	SEK I	6.2
13	Siebdruck	SEK I	6.2
14	Pulverlackierung	SEK I/II	7.8

Anregungen für weiterführende Experimente für den Oberstufenunterricht:

Experiment	Thema
15	Kombinatorische Synthese – Ionenaustausch
16	Kombinatorische Synthese – Split and Combine



## Herstellung von Wachsfarben

---

### Information

Wachsfarben bestehen hauptsächlich aus dem Bindemittel Wachs und Farbpigmenten. Man verwendet hierzu gebleichtes Bienenwachs, da es farblos und härter als unbehandeltes Wachs ist. Diese Eigenschaften sind vorteilhaft zur Herstellung von Wachsfarben.

### Arbeitsaufträge

- 1) Führe den folgenden Versuch nach der Anweisung durch.
- 2) Notiere alle Beobachtungen.

### Material

2 Aluminiumschälchen, Waage, Heizplatte, Messer, Einwegspritze (10 oder 15 ml), Reagenzglasklammer, Holzspatel, Pasteurpipette (mit Hütchen), Stativ mit Stativmaterial, weißes Papier

### Chemikalien

gebleichtes Bienenwachs, Farbpigment, Speiseöl

### Vorbereitung

8 g Bienenwachs werden in einem Schälchen abgewogen.  
3 g Pigment werden in einem Schälchen abgewogen.

Eine 10 ml-Einwegspritze wird mit einem Messer am vorderen Ende abgeschnitten. Man zieht den Kolben zurück und reibt sie mit einem mit Speiseöl getränkten Papiertaschentuch aus. Die Spritze wird mit dem abgeschnittenen Ende nach oben und mit zurückgezogenem Kolben senkrecht eingespannt.

### Durchführung

Das Aluminiumschälchen mit dem Bienenwachs wird auf der Heizplatte (etwa 100 °C) erwärmt, bis das Wachs vollständig geschmolzen ist. Man hält das Schälchen am Rand mit einer Reagenzglasklammer und fügt das abgewogene Pigment zu. Die Masse wird gründlich mit einem Holzspatel vermischt. 5 Tropfen Speiseöl werden zugefügt und ebenfalls eingerührt.

Die erhaltene flüssige Mischung wird in die Plastikspritze gegossen. Danach lässt man abkühlen, bis der Inhalt der Spritze erstarrt ist, und stellt diese dann für ca. eine Stunde zum Aushärten in den Kühlschrank. Die ausgehärtete Masse wird mit dem Kolben vorsichtig herausgedrückt. Der erhaltene Wachsmalstift wird mit einem Messer angespitzt und kann zum Malen auf Papier oder Pappe verwendet werden.

### Beobachtung

---

---

---

---

---

---

---

EXPERIMENT 3

## Herstellung einer Caseinfarbe

### Information

Caseinfarben werden seit dem Altertum verwendet. Basis ist das Milcheiweiß Casein, welches als Bindemittel dient. Caseinfarben sind einfach und schnell herzustellen und werden heute noch in einigen Bereichen der Kunst und der Hobbymalerei verwendet.

### Arbeitsaufträge

- 1) Führe den folgenden Versuch nach der Anweisung durch.
- 2) Notiere alle Beobachtungen.

### Material

Mörser mit Pistill, mehrere Pinsel zum Auftragen der Farbprobe, Papier, Spatel, Waage, Wägeschälchen, Aluminiumfolie, 2 Kunststoffpipetten (3 ml), Papier

### Chemikalien

Calciumhydroxid, Leinöl, Magerquark, anorganisches Farbpigment (z. B. rotes Eisenoxid-Pigment)

	Piktogramme		H-Sätze	P-Sätze	E-Ratschläge
Calciumhydroxid		Gefahr	H: 315, 318, 335	P: 261, 280, 305+351+338	Anorganische Abfälle (sauer und alkalisch) mit Schwermetallen. Auf alkalischen pH-Wert achten.

### Durchführung

In den Mörser werden 2,5 ml Wasser gegeben und 2,5 g Calciumhydroxid eingerührt. Der entstandene Brei wird mit 25 g Magerquark zu einer homogenen Masse vermischt.

Die Masse wird ggf. mit Wasser verdünnt, bis sie eine honigartige Konsistenz erreicht. Es werden 2,5 ml Leinöl sowie etwa 1 g des gewünschten Pigments zugesetzt. Jetzt wird wieder gerührt, bis eine homogene Farbe entstanden ist.

Mit der erhaltenen Caseinfarbe kann auf einem Blatt Papier oder Pappe gemalt werden. Probeweise wird zusätzlich auf einem Stück Aluminiumfolie ein Teil der Farbe verstrichen. Ist die Farbe noch nicht intensiv genug, kann weiteres Pigment eingerührt werden.

### Beobachtung

---



---



---



---



---

## EXPERIMENT 4

## Tusche aus Tee

## Information

Tee enthält Gerbstoffe, die mit Eisensalzen schwarz gefärbte Komplexe ergeben. Man kann somit aus Tee sehr einfach eine Tusche herstellen. Zugewetztes Gummi arabicum, das Harz einer Akazienart, beeinflusst die Fließfähigkeit der Tusche. Es verhindert das Klecksen, sorgt für einen gleichmäßigen Fluss über die Schreibfeder und verbessert die Haftung der Tinte auf dem Papier.

## Arbeitsaufträge

- 1) Führe den folgenden Versuch nach der Anweisung durch.
- 2) Notiere alle Beobachtungen.

## Material

Vierfuß mit Ceranplatte, Bunsenbrenner, 2 Bechergläser (500 ml), Löffelspatel, Waage mit Wägeschälchen, Siedeperlen, feines Teesieb, Glasstab, Schreibfeder, Papier

## Chemikalien

Schwarzer Tee, Eisen(II)-sulfat-Heptahydrat, Gummi arabicum (E414, natürliches Polysaccharid), Wasser

	Piktogramme		H-Sätze	P-Sätze	E-Ratschläge
Eisen(II)-sulfat		Achtung	H: 302, 319, 315	P: 305+351+338, 302+352	Anorganische Abfälle (sauer und alkalisch) mit Schwermetallen. Auf alkalischen pH-Wert achten.

## Durchführung

Man bringt in einem 500 ml-Becherglas 200 ml Wasser über dem Bunsenbrenner zum Sieden, gibt 5 g Tee zu und kocht für 5 Minuten weiter. Danach wird über ein Teesieb abfiltriert. 5 g Eisen(II)-sulfat-heptahydrat und 2 g Gummi arabicum werden unter Rühren zugegeben. Man rührt mit einem Glasstab, bis das Gummi arabicum vollständig gelöst ist. Mit der erhaltenen Tusche kann geschrieben oder gemalt werden.

## Hinweis

Vorsicht beim Kochen des Tees, anfänglich ist starkes Schäumen möglich!

## Beobachtung

---



---



---



---



---



---

EXPERIMENT 5

## Herstellung einer Ölfarbe

### Information

Farben auf der Basis trocknender Öle wie Leinöl hatten bis zur Entwicklung moderner Lacksysteme für Anstriche und auch für Künstlerfarben eine hohe Bedeutung. So wurden sie seit dem 15. Jahrhundert in der Malerei verwendet (beispielsweise von Rubens, Rembrandt und van Eyck). Hier wird eine Anleitung für eine einfache Künstlerfarbe vorgestellt.

### Arbeitsaufträge

- 1) Führe/Führen Sie den folgenden Versuch nach der Anleitung durch.
- 2) Notiere/Notieren Sie alle Beobachtungen.
- 3) Informiere dich/Informieren Sie sich über die chemischen Reaktionen beim Trocknen einer Ölfarbe.

### Material

Mörser mit Pistill, Pinsel (zum Auftragen der Lackprobe), Waage mit Wägeschälchen, Spatel, 2 Kunststoffpipetten (3 ml), Aluminiumfolie, weißes Papier oder Pappe

### Chemikalien

Leinöl, anorganisches Farbpigment (z. B. rotes Eisenoxid-Pigment), Bariumsulfat, Bienenwachs, Terpentinöl, Leichtbenzin (zum Reinigen)

	Piktogramme		H-Sätze	P-Sätze	E-Ratschläge
Terpentinöl		Gefahr	H: 226, 302, 312, 332, 304, 315, 317, 319, 411	P: 273, 280, 301+310, 305+351+338, 331	Flüssige organische Abfälle - halogenfrei
Terpentinersatz		Gefahr	H: 226, 304, 315, 317, 336, 411 EUH: 066	P: 102, 202, 210, 240, 242, 261, 262, 273, 280, 301+310, 307+311, 391, 403+233, 501	Flüssige organische Abfälle - halogenfrei
Leichtbenzin		Gefahr	H: 225, 304, 315, 336, 411	P: 201, 210, 243, 280, 301+310, 301+330+331, 403+233, 501	Flüssige organische Abfälle - halogenfrei



EXPERIMENT 6

## Herstellung eines Zaponlacks aus Celluloid

### Information

Zaponlack ist die Bezeichnung für einen physikalisch trocknenden Klarlack oder Transparentlack mit geringem Bindemittelgehalt. Er wird meist auf der Basis von Cellulosenitrat hergestellt. Zaponlacke – der Name ist übrigens eine Phantasiebezeichnung – werden als schnell trocknender Oberflächenschutz von Holzgegenständen im Innenbereich, teilweise auch als Schutzüberzüge für Metallgegenstände z. B. aus Messing verwendet, damit diese nicht anlaufen.

Celluloid (Zelluloid) ist eine Mischung aus ca. 25 bis 30 Gew.-% Campher und 70 bis 75 Gew.-% Cellulosenitrat (N-Gehalt: ca. 10,5 bis 11 %). Es hat heute nur noch geringe Bedeutung, etwa für die Herstellung von Tischtennisbällen. Früher wurde es für die Herstellung von Filmen und Gebrauchsgegenständen (z. B. Käämme) und Spielzeug (z. B. Puppen) verwendet.

### Arbeitsaufträge

- 1) Führe den folgenden Versuch nach der Anweisung durch.
- 2) Notiere alle Beobachtungen.
- 3) Informiere dich über physikalisch trocknende Lacke.

### Material

Becherglas (100 ml), Uhrglas, 1 Messzylinder (50 ml), Magnetrührer und Rührkern,  
3 Kunststoffpipetten (3 ml), Schere, Schnur, Wäscheklammer

### Chemikalien

dünnes Aluminiumblech (etwa 3 x 10 cm, z. B. aus einem Aluminiumschälchen schneiden),  
Tischtennisball (Celluloid), Ethanol, Aceton, konz. Salzsäure (w = 25 %)

	Piktogramme		H-Sätze	P-Sätze	E-Ratschläge
Ethanol		Gefahr	H: 225, 319	P: 210, 240, 305+351+338, 403+233	Flüssige, organische Abfälle – halogenfrei
Aceton		Gefahr	H: 225, 319, 336 EUH: 066	P: 210, 240, 305+351+338, 403+233	Flüssige, organische Abfälle – halogenfrei
Salzsäure		Gefahr	H: 314, 335, 290	P: 234, 260, 305+351+338, 303+361+353, 304+340, 309+311, 501	Anorganische Abfälle (sauer und alkalisch) mit Schwermetallen. Auf alkalischen pH- Wert achten.

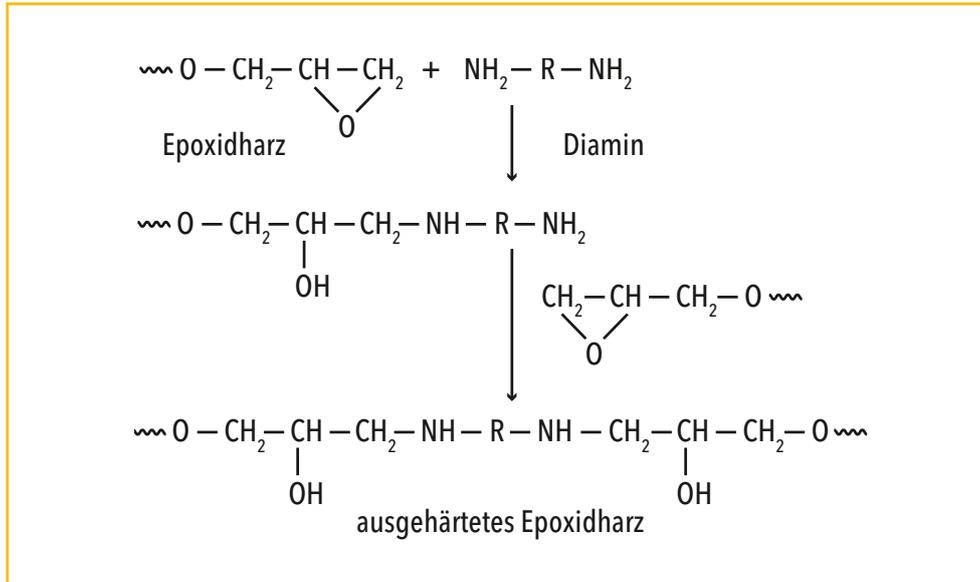




## Herstellung eines 2K-Epoxidharzlacks

### Information

Epoxidharze für die Herstellung von Lacken und Klebstoffen werden überwiegend durch Polykondensation von Bisphenol A mit Epichlorhydrin hergestellt. Die meist zähflüssigen Verbindungen enthalten entlang der Kette Hydroxy- und an den Enden Epoxidgruppen. Sowohl durch Reaktionen der Hydroxy- als auch der Epoxidgruppen lassen sich feste Makromoleküle aufbauen.



Ein Beispiel ist die Reaktion von Epoxidharzen mit Aminen, die für die Herstellung von Zweikomponentenlacken und Klebstoffen genutzt wird.

### Arbeitsaufträge

- 1) Führe/Führen Sie den folgenden Versuch nach der Anweisung durch.
- 2) Notiere/Notieren Sie alle Beobachtungen.
- 3) Informiere dich/Informieren Sie sich über die Reaktion eines Epoxidharzes mit einem Diamin.

### Material

Aluschälchen, Holzstäbchen, Holzspatel, Spatel, Holzstücke (zum Lackauftrag), alter Pinsel (oder Zahnbürste), Waage

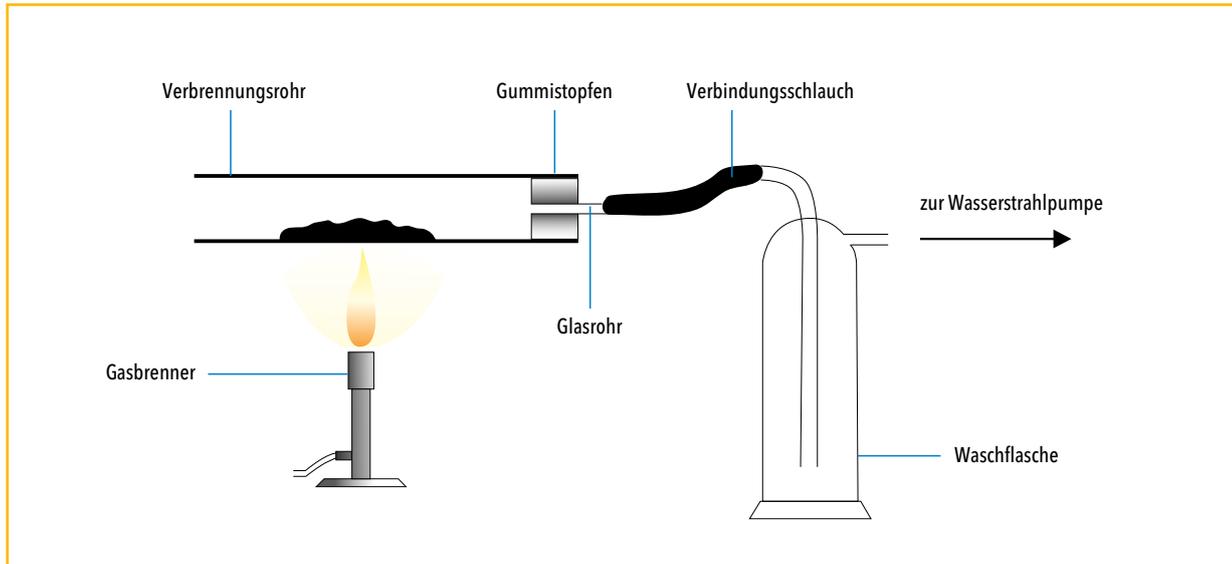


EXPERIMENT 9

Eisenoxid-Pigmente durch Rösten

Information

Eisenoxid-Pigmente sind die mengenmäßig größte Gruppe anorganischer Pigmente, die einen Farbbereich von Gelb über Orange, Rot und Braun bis Schwarz abdecken. Chemisch handelt es sich um Eisenoxide und -hydroxide verschiedener Kristallstrukturen und Modifikationen. Eisenoxid-Pigmente sind lichtecht, alkalibeständig und preisgünstig. Sie werden vor allem in Baustoffen eingesetzt. Eisenoxid-Pigmente können z. B. durch thermische Zersetzung von Eisensulfat gewonnen werden.



Arbeitsaufträge

- 1) Führe den folgenden Versuch nach der Anweisung durch.
- 2) Notiere alle Beobachtungen.
- 3) Informiere dich über unterschiedliche Eisenoxide und ihre Farbe.

Material

Verbrennungsrohr (Duranglas, Ø ca. 2 cm), starker Brenner oder Gebläselampe, Waschflasche, kurzes Glasrohr, Schlauchstücke, durchbohrter Gummistopfen, Wasserstrahlpumpe, Spatel, Stativmaterial, Waage mit Wägeschälchen, Feuerzeug

Chemikalien

Eisen(II)-sulfat-Heptahydrat

	Piktogramme		H-Sätze	P-Sätze	E-Ratschläge
Eisen(II)-sulfat		Achtung	H: 302, 319, 315	P: 305+351+338, 302+352	Anorganische Abfälle (sauer und alkalisch) mit Schwermetallen. Auf alkalischen pH-Wert achten.





## EXPERIMENT 11

## Pigmente – Darstellung von Thénard-Blau

## Information

Eine auch historisch als Farbpigment bedeutende Verbindung ist  $\text{CoAl}_2\text{O}_4$ , Kobaltblau oder Thénard-Blau genannt. Der Franzose Thénard entdeckte eine Möglichkeit, dieses Pigment einfach und in großen Mengen herzustellen. Dieses sehr temperaturstabile Pigment, das heute noch in der Töpferei Verwendung findet, erhält man durch Glühen einer Mischung von Aluminium- und Kobaltoxid. Für den Versuch wird Kobalt(III)-oxid eingesetzt, das jedoch bei Temperaturen ab  $900\text{ }^\circ\text{C}$  in Kobalt(II)-oxid übergeht.

## Arbeitsaufträge

- 1) Führen Sie den folgenden Versuch nach der Anweisung durch.
- 2) Notieren Sie alle Beobachtungen.
- 3) Informieren Sie sich über die Reaktion von Kobalt(II)-oxid mit Aluminiumoxid in der Hitze.

## Material

Mikrowellengerät (700 Watt), AST-Element, Tiegelzange, feuerfeste Unterlage aus Ofenmörtel, Porzellantiegel DIN 2/35 ( $\varnothing$  3,5 cm, h = 3 cm), Waage mit Wägeschälchen, Mörser mit Pistill, Spatel

**Aufarbeitung:** Heizplatte, Becherglas (150 ml), Messzylinder, Wasserstrahlpumpe, Nutsche, Saugflasche, Rundfilterpapier

## Chemikalien

Kobalt(II,III)-oxid, Aluminiumoxid, Salzsäure  $w(\text{HCl}) = 25\%$

	Piktogramme		H-Sätze	P-Sätze	E-Ratschläge
Kobalt(II,III)-oxid  Tätigkeitbeschränkungen für Schülerinnen und Schüler bis Jahrgangsstufe 4  Tätigkeitsbeschränkungen für gebärfähige Frauen, werdende oder stillende Mütter  Besondere Substitutionsprüfung erforderlich		Achtung	H: 317, 351, 410	P: 261, 280, 302+352, 321, 405, 501.1	Anorganische Abfälle (sauer und alkalisch) mit Schwermetallen. Auf alkalischen pH-Wert achten.
Salzsäure		Gefahr	H: 314, 335, 290	P: 234, 260, 305+351+338, 303+361+353, 304+340, 309+311, 501	Anorganische Abfälle (sauer und alkalisch) mit Schwermetallen. Auf alkalischen pH-Wert achten.







EXPERIMENT 14

## Lackauftrag durch Pulverlackierung

### Information

Pulverlacke enthalten keine Lösemittel und werden – wie der Name schon sagt – als Pulver geliefert. Sie werden vorwiegend auf metallische Träger zum Schutz aufgetragen und zur Verschönerung der Oberfläche verwendet. Dafür wird das Pulver auf die Oberfläche aufgetragen und anschließend durch Erwärmen aufgeschmolzen. Hierbei laufen chemische Reaktionen ab, die zu einer unlöslichen stabilen Lackschicht führen. Die filmbildende Phase der Pulverlacke setzt sich (genau wie bei Nasslacken) aus Bindemittel, Härter, Füllstoffen, Pigmenten und Additiven zusammen.

Für den folgenden Versuch wird ein Pulverlack auf Epoxidharz-Polyester-Basis eingesetzt.

### Arbeitsaufträge

- 1) Führe/Führen Sie den folgenden Versuch nach der Anweisung durch.
- 2) Notiere/Notieren Sie alle Beobachtungen.

### Material

Heizplatte, verschiedene Metallwerkstücke (z. B. Münzen, Schlüssel, Metallblech etc.), Becherglas (100 ml) oder Petrischale (je nach Werkstück), Tiegelzange, Spatel, Aluminiumfolie, Küchenpapier

### Chemikalien

Pulverlack (BASF EP-SP), Aceton

	Piktogramme		H-Sätze	P-Sätze	E-Ratschläge
Aceton		Gefahr	H: 225, 319, 336 EUH: 066	P: 210, 240, 305+351+338, 403+233	Flüssige organische Abfälle – halogenfrei

### Vorbereitung

Die zu lackierenden Werkstücke werden zum Entfetten 5 Minuten in Aceton gelegt und dann an der Luft getrocknet.

### Durchführung

Die Heizplatte wird gegen Verunreinigung mit Aluminiumfolie abgedeckt und auf 180 °C vorgeheizt. Das gereinigte Werkstück wird auf ein Stück Küchenpapier gelegt. Man nimmt mit dem Spatel etwas Pulverlack auf und bestreut damit durch leichtes Antippen des Spatels das Werkstück. Anschließend wird es vorsichtig mit einer Tiegelzange aufgenommen und für 10 Minuten auf die Heizplatte gelegt.

### Beobachtung

---



---



---



---

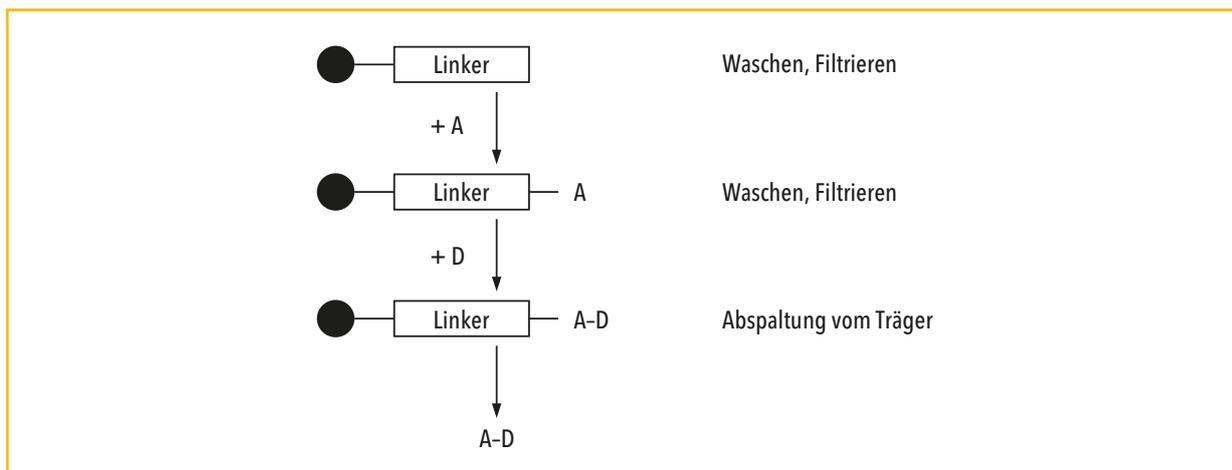
## EXPERIMENT 15

## Farbstoffe durch kombinatorische Synthese – Herstellung eines Farbstoffs auf einem Ionenaustauscherharz

## Information

Bei einer klassischen Synthese liefert die Reaktion zwischen zwei Substanzen A und B im Idealfall eine einzige Verbindung AB. Meist sind noch Isolierung und Reinigung der Substanz notwendig, die oft den Zeitaufwand für die Synthese deutlich überschreiten. In der kombinatorischen Chemie wird dagegen durch Variation von Reaktionsbausteinen eine Gruppe von Verbindungen erhalten, die sich in der Anordnung der Bausteine unterscheiden, ohne dass dabei eine lineare zeitaufwendige Reaktionssequenz verfolgt wird.

Die Voraussetzungen wurden in den 1960er Jahren von R. B. Merrifield geschaffen und für die Synthese von Peptiden entwickelt. Eine gesamte Reaktionsfolge wird auf der Oberfläche eines festen Trägers – deshalb Festphasensynthese genannt – durchgeführt. Üblicherweise werden mit Divinylbenzol quervernetzte Polystyrole, die eine Ankergruppe aufweisen, verwendet. An die Ankergruppe (Linker) wird der erste Reaktionsbaustein A geknüpft. Im zweiten Schritt wird der mit A gekuppelte Träger mit dem nächsten Reaktionsbaustein D verbunden. Die Reaktionsfolge kann beliebig oft wiederholt werden, bis man die gewünschte Substanzsequenz erhalten hat und diese durch ein geeignetes Spaltungsreagenz vom Träger ablöst.



Dieser Versuch zeigt die Erzeugung eines Azofarbstoffes an der Oberfläche eines Ionenaustauscherharzes.

## Arbeitsaufträge

- 1) Führen Sie den folgenden Versuch nach der Anweisung durch.
- 2) Notieren Sie alle Beobachtungen.
- 3) Informieren Sie sich über die Synthese von Azofarbstoffen.

## Material

4 Reagenzgläser, Reagenzglasständer, Spatel, Filterpapier, Trichter, Erlenmeyerkolben, Pasteurpipette



## EXPERIMENT 16

## Farbstoffe durch kombinatorische Synthese – Herstellung von vier Farbstoffen durch „Split and Combine“

## Information

Nach dem einführenden Experiment (Exp. 15) wird nunmehr hier die „Split and Combine“-Methode vorgestellt, wobei von der einfachsten Kombinationsmöglichkeit ausgegangen wird. Diese besteht darin, zwei Substanzen mit zwei weiteren zur Reaktion zu bringen ( $2 \times 2$ -System). Das folgende Formelschema zeigt die Vorgehensweise an dem hier durchgeführten Beispiel. Es werden 2-Naphthol und Chromotropsäure als phenolische Edukte sowie Naphthylamin-7-sulfonsäure und Anilin-2-sulfonsäure als Vorstufen für die Diazoniumsalze eingesetzt. Das Ergebnis sind zwei Ionenaustauscherportionen, die mit jeweils zwei unterschiedlichen Azofarbstoffen beladen sind.

## Arbeitsaufträge

1. Führen Sie den folgenden Versuch nach der Anweisung durch.
2. Notieren Sie alle Beobachtungen.
3. Informieren Sie sich über die Formeln von Chromotropsäure, die der eingesetzten Amine und deren Reaktionen zu Azofarbstoffen.
4. Es werden 2-Naphthol und Chromotropsäure als phenolische Edukte sowie Naphthylamin-7-sulfonsäure und Anilin-2-sulfonsäure als Vorstufen für die Diazoniumsalze eingesetzt. Das Ergebnis sind zwei Ionenaustauscherportionen, die mit jeweils zwei unterschiedlichen Azofarbstoffen beladen sind.

## Material

4 Reagenzgläser, Reagenzglasständer, Becherglas (50 ml), Spatel, Filterpapier, Erlenmeyerkolben, Trichter, Pasteurpipette

## Chemikalien

Chromotropsäure (Dinatriumsalz-dihydrat), 2-Naphthol, Anilin-2-sulfonsäure, Naphthylamin-7-sulfonsäure, Natriumnitritlösung (eine kleine Spatelspitze in 5 ml dest. Wasser gelöst,  $w < 2\%$ ), Salzsäure (ca. 2 ml Salzsäure [ $w = 25\%$ ] in 10 ml dest. Wasser gelöst), dest. Wasser, schwach basischer Ionenaustauscher (Lewatit MP 62)

	Piktogramme		H-Sätze	P-Sätze	E-Ratschläge
2-Naphthol		Achtung	H: 332, 302, 400	P: 273	Feste organische Abfälle
Anilin-2-sulfonsäure		Gefahr	H: 314	P: 280, 305 + 351 + 338, 310	
Naphthylamin-7-sulfonsäure		Gefahr	H: 314, 315, 318, 319	P: 264, 264, 280, 310, 301 + 330 + 331, 303 + 361 + 353, 305 + 351 + 338, 405	
Salzsäure, $w = 25\%$		Gefahr	H: 290, 314, 335	P: 260, 305 + 338 + 310, 303 + 361 + 353, 304 + 340, 309 + 310	Anorganische Abfälle, alkalisch

