

# SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

## Auszug aus:

*In der Sekundarstufe II kooperativ lernen*

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](http://School-Scout.de)



### M 2 Die „Clock-Reaktion“ – ein Experiment mit festen Rollen

Im folgenden Experiment bauen Sie eine „chemische Uhr“. Da das Experiment langwierig und anspruchsvoll ist, bitten Sie, es mit der Auswertung innerhalb einer Stunde zu beenden. Sehen Sie nach, wann die Zehlfarbe!

Schülererwartung: Ermitteln der Schmelze von Zehlfarbe/Methylrot als Clock-Reaktion

Vorbereitung: 15 min Durchführung: 10 min

Chemikalien/Vorbereitungsmittel	Geräte
<input type="checkbox"/> 2 Liter 2-Methylpropan-Stammkürung	<input type="checkbox"/> Blende (25 oder 50 ml)
<input type="checkbox"/> weinrot-schwarzes Methylrot	<input type="checkbox"/> Messzylinder (10 oder 20 ml)
<input type="checkbox"/> weinrot-schwarzes Methylrot	<input type="checkbox"/> 4 Reagenzglas (50 oder 100 ml)
<input type="checkbox"/> Indikatorlösung Bromthymolblau (0,05 %)	<input type="checkbox"/> Glasstab
<input type="checkbox"/> Wasser dest.	<input type="checkbox"/> Messkolben (250 ml)
	<input type="checkbox"/> Reagenzglas

Achtung: Schutzbrille aufsetzen!

Entsorgung: fahrgenüßige organische Lösungsmittel

Feste Rollen beim Schülerexperiment – so funktioniert es



- Bilden Sie zunächst 3er-Gruppen und verteilen Sie die Rollenkarten.



- Jeder Schüler übernimmt dann die Rolle, die auf seiner Karte steht. Es wird eine Experimentierrolle und eine feste Zuständigkeit definiert, die bei diesem Versuch die entsprechenden Aufgaben übernimmt.



- Vor Beginn des Experiments helfen sich alle Schüler einer Rolle (wie alle Experimentatoren), die Experimentrolle II und alle Zeichnungen in ihrer Funktionsgruppe, um die Fragen zu klären, die auf der Rollenkarte stehen. Gehen Sie anschließend in Ihre Experimentiergruppen zurück und führen Sie das Experiment und die anschließende Auswertung durch.



## In der Sekundarstufe II kooperativ lernen – organische Chemie im Rollenspiel, Brainstorming, Fishbowl und Memory

Julia Heinrichs, Universität Kassel; Prof. Dr. Kerstin Höner, Technische Universität Braunschweig

**Niveau:** Sek. II

**Dauer:** bis zu 12 Unterrichtsstunden (entsprechend 6 Doppelstunden)

### Bezug zu den KMK-Bildungsstandards

Fachwissen: Reaktionsmechanismen der organischen Chemie (radikalische Substitution, nucleophile Substitution, elektrophile Addition, Kondensation und Eliminierung), die Begriffe Nucleophil, Elektrophil und Radikal.

Erkenntnisgewinnung: Modelle einführen und anwenden und die Bedeutung chemischer Erkenntnisprozesse erkennen, hier insbesondere Experimente durchführen, beobachten und aus Messwerten Schlussfolgerungen ziehen.

Kommunikation: In den ausgearbeiteten Stunden lernen die Schülerinnen und Schüler, mechanistische Darstellungsweisen (Formeln, Reaktionsgleichungen) zu versprachlichen, einen Text in Bezug auf beschriebene Reaktionen zu analysieren und diese Aussagen in Form von Reaktionsgleichungen wiederzugeben. Zudem kommunizieren die Schülerinnen und Schüler aufgrund der gewählten kooperativen Methoden über chemische Sachverhalte und lernen, diese in eigenen Worten und im gegenseitigen Austausch zu verbalisieren.

Bewertung: Reflexion über die Erarbeitung. Diskussion über die Inhalte sowie über die Arbeitsweise innerhalb der Gruppen.

### Der Beitrag enthält Materialien für:

- |                            |                   |
|----------------------------|-------------------|
| ✓ Offene Unterrichtsformen | ✓ Schülerversuche |
| ✓ Wiederholungsstunden     | ✓ Diskussionen    |

## Hinweise zur Didaktik und Methodik

Dieser Beitrag enthält Vorschläge für Unterrichtsstunden zur Chemie im Jahrgang 12, in denen vorrangig kooperativ gearbeitet wird. Da rein kooperatives Arbeiten für Schülerinnen und Schüler oftmals demotivierend wirkt, beschreibt dieser Beitrag **einzelne Unterrichtsstunden** und keinen zusammenhängenden thematischen Block. Dadurch können diese Unterrichtsstunden je nach Vorlieben und Bedürfnissen der Lerngruppe mit eher lehrerzentrierten Einheiten flexibel verknüpft werden oder einzeln zur Wiederholung oder Vertiefung eingesetzt werden. Dadurch wird gewährleistet, dass Sie als Lehrende/-r die Möglichkeit haben, besonders interessante Ansätze aus einem breiten Methodenrepertoire auszuwählen, ohne die ganze Einheit übernehmen zu müssen. Bei den vorgeschlagenen Methoden handelt es sich um ein Rollenspiel, ein Experiment mit fest verteilten Schülerrollen, ein ergebnisorientiertes Brainstorming, ein Fishbowl, sowie ein Memory. Die vorgeschlagenen Methoden werden im Erläuterungen- und Lösungsteil (ab Seite 22) kurz vorgestellt und dann auf die konkrete chemische Vermittlungssituation bezogen.

Außerdem wurde bei der Erarbeitung der Versuche darauf geachtet, Brom durch Winkler'sche Lösung zu ersetzen, da elementares Brom nicht immer vorhanden ist.

Im Weiteren werden die einzelnen Stunden sowie ein möglicher Unterrichtsverlauf kurz beschrieben (UG = Unterrichtsgespräch):

**M 1: „Und nun bist du ein Radikal!“ – Radikalische Bromierung als Rollenspiel**

Methode: Rollenspiel, Zeitbedarf: ca. 90 Minuten

In dieser einführenden Doppelstunde lernen die Schülerinnen und Schüler den Reaktionsmechanismus der radikalischen Substitution kennen. Der Mechanismus wird zunächst an einem Demonstrationsexperiment vorgeführt und anschließend mithilfe eines Rollenspiels erarbeitet.

Phase	Inhalt	Sozialform	Medien
Einstieg	Bromierung von Hexan wird als Demonstrationsexperiment vorgestellt. Die Schülerinnen und Schüler notieren die Beobachtungen.	UG	Experiment Tafel
Erarbeitung I	Rollenspiel wird vorgestellt und erklärt. Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten mithilfe des Rollenspiels Teile der Reaktionsgleichung und entwickeln den Reaktionsmechanismus.	Rollen-spiel UG	
Sicherung I	Von Schülerinnen und Schülern entwickelte Reaktionsgleichung wird an der Tafel gesichert.	UG	Tafel
Sicherung II	Die Schülerinnen und Schüler spielen den Reaktionsverlauf „am Stück“ nach, anschließend werden die Reaktionsgleichungen in die Aufzeichnungen übernommen.	Rollen-spiel	
Erarbeitung II	Aufstellen der Bruttoreaktionsgleichung	UG	Tafel
Erarbeitung III	Rollenspiel wird fortgesetzt mit mehreren Molekülen; Erarbeitung der Kettenabbruchreaktion	UG Rollen-spiel	Tafel
Sicherung III	Neue Reaktionsgleichungen werden ergänzt; der Mechanismus wird benannt.	UG	Tafel
Did. Reserve/ Festigung	Übungsaufgabe: Fluorierung von Methan, Ende der Unterrichtsstunde	Einzelarbeit	

**M 2: Die Clock-Reaktion – ein doppeltes Experiment**

Methode: feste Rollen beim Schülerexperiment, Zeitbedarf: ca. 90 Minuten

Im Mittelpunkt dieser Stunde steht ein komplexes Experiment, das aus zwei verschiedenen Gesichtspunkten betrachtet werden kann. Zum einen kann an diesem Schülerexperiment der Mechanismus der nucleophilen Substitution erarbeitet werden, worauf im Unterricht sicher der Schwerpunkt liegen wird. Zum anderen bietet dieser Versuch eine gute Gelegenheit, die Kenntnisse der Schülerinnen und Schüler über die Reaktionskinetik aufzufrischen.

Für die Versuchsdurchführung schlüpfen die Schülerinnen und Schüler in feste Rollen, welche sie während des Versuchs und der Auswertung innehaben. Da dieser Versuch für eine Person schwer zu bewältigen ist, bietet sich eine kooperative Versuchsdurchführung an.

Phase	Inhalt	Sozialform	Medien
Einstieg	Einteilung der 3er-Gruppen, Erklären der Durchführung des Experiments. Die Gruppen der einzelnen Rollen treffen sich zum Klären von Fragen.	UG	
Erarbeitung I	Durchführen des Experiments in Gruppen, mehrere Durchgänge unterschiedlicher Konzentrationen sind möglich.	Gruppenarbeit	Schülerversuch
Erarbeitung II	Reaktionsgleichungen werden im Gespräch entwickelt.	UG	Tafel
Sicherung I	Die Schülerinnen und Schüler notieren die Reaktionsgleichungen, der Mechanismus wird benannt.	UG	

### M 3: S<sub>N</sub>1 oder S<sub>N</sub>2?

Methode: ergebnisorientiertes Brainstorming mit anschließender Diskussion, Zeitbedarf: ca. 90 Minuten

In dieser Stunde wird mit einer Kombination aus Experiment und Gruppenarbeitsblatt gearbeitet. Der thematische Schwerpunkt liegt in der Unterscheidung der beiden nucleophilen Substitutionsreaktionen. Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten die Versuchsauswertung weitgehend selbstständig und lösen verschiedene grundlegende Fragestellungen zum Mechanismus, die im Rahmen eines ergebnisorientierten Brainstormings besprochen und diskutiert werden.

Bedingung für diese Stunde: Die Schülerinnen und Schüler müssen bereits beide Mechanismen im Unterricht behandelt haben, damit sie die Aufgabe lösen und beim ergebnisorientierten Brainstorming mitdiskutieren können.

Phase	Inhalt	Sozialform	Medien
Erarbeitung I	Durchführen des Versuchs als Schülerversuch. Die Schülerinnen und Schüler notieren sich Beobachtungen und erstellen in Gruppenarbeit erste Reaktionsgleichungen.	Gruppenarbeit	Schülerversuch
Sicherung I	Erste Gruppenarbeitsergebnisse werden an die Tafel geschrieben.	UG	Tafel
Erarbeitung II	Verteilen des Arbeitsblatts. Die Schülerinnen und Schüler füllen es in Partnerarbeit aus.	Partnerarbeit	Arbeitsblatt
Sicherung II	Die Ergebnisse der einzelnen Partnerarbeiten werden mithilfe des ergebnisorientierten Brainstormings an der Tafel notiert, ohne großartig gewertet zu werden. Anschließend werden die Ergebnisse diskutiert und die richtige Reaktionsgleichung gefunden. Diese Reaktionsgleichung wird mit der Reaktionsgleichung der Clock-Reaktion verglichen und Unterschiede werden hervorgehoben.	UG	Tafel
Did. Reserve	Die Schülerinnen und Schüler erstellen einen Steckbrief zur S <sub>N</sub> 2-Reaktion.	Gruppenarbeit	Folie/ OHP/ Tafel/ Plakat

**M 4: Kunststoffe und organische Chemie?**

Methode: Fishbowl, Zeitbedarf: abhängig von der Intensität der Diskussion und des Themenumfangs: ca. 45–90 Minuten

Ziel dieser Stunde ist es, den Schülerinnen und Schülern einen Überblick über den Zusammenhang von organischen Reaktionsmechanismen und Kunststoffen zu liefern und im Anschluss daran im Sinne der Ausbildung von Bewertungskompetenz eine Diskussion über die Vor- und Nachteile von Kunststoffen anzuschließen.

Phase	Inhalt	Sozialform	Medien
Einstieg	Erklärung der Methode „Fishbowl“; Gruppeneinteilung, Zuordnen der Mechanismen und Erteilen der Arbeitsaufträge	UG	
Erarbeitung I	Die Gruppen arbeiten die Texte durch und bestimmen zunächst 2 Sprecher pro Gruppe.	Gruppenarbeit	Medien
Erarbeitung II	Die Gruppensprecher treffen sich im Fishbowl und diskutieren ihre Texte.	Gruppenarbeit	
Sicherung I	Wichtige Diskussionsergebnisse werden auf Folie festgehalten, um wieder verwendet werden zu können.	UG	Folie

**M 5: Reaktionsmechanismen der organischen Chemie als Memory**

Methode: Memory, Zeitbedarf: ca. 45 Minuten

Das Hauptanliegen dieser Stunde ist es, den Schülerinnen und Schülern spielerisch die wichtigsten Unterschiede der einzelnen Mechanismen zu verdeutlichen. Dieses kann der Wiederholung und Festigung, zum Beispiel im Rahmen einer Klausurvorbereitung, dienen.

Phase	Inhalt	Sozialform	Medien
Einstieg	Erklärung der Methode „Memory“	UG	
Erarbeitung I	Variante 1: Durchführung des Memorys in 2er-Gruppen, Ergebnissicherung per ergebnisorientiertem Brainstorming mit anschließender Diskussion an der Tafel. Variante 2: Memory wird an der Tafel verteilt, die Schülerinnen und Schüler kommen nach vorne und decken die Karten nacheinander auf, bis alle Paare gefunden wurden. Die Ergebnisse werden mit der gesamten Klasse diskutiert. Variante 3: Die Schülerinnen und Schüler gestalten selbst ein Memory zum Thema Reaktionsmechanismen. (zeitintensiv!)	Gruppenarbeit	Tafel, Memory
Sicherung I	Die Kartenpaare werden in den Aufzeichnungen der Schülerinnen und Schüler notiert.	UG	Tafel, Memory

**Literatur**

Auf die folgenden zwei Methodenlexika beziehen sich u. a. auch die konkreten Angaben, die jeweils zu den Materialien M 1, M 2 etc. aufgelistet sind:

HUGENSCHMIDT, Bettina; TECHNAU, Anne (2008): Methoden schnell zur Hand. 66 schüler- und handlungsorientierte Unterrichtsmethoden. 1. Auflage. Ernst Klett Schulbuchverlage: Leipzig.

PETERSSEN, Wilhelm H. (1999): Kleines Methoden-Lexikon. 2., aktualisierte Auflage. Oldenbourg Schulbuchverlag: München, Düsseldorf, Stuttgart.

**zu M 1:**

FÜRSTENAU, Bärbel: Rollenspiel. In: WIECHMANN, Jürgen (Hrsg.) (2008): Zwölf Unterrichtsmethoden. Vielfalt für die Praxis. 4., überarbeitete Auflage. Beltz Verlag: Weinheim, Basel. S. 143, 182, 184.

HUGENSCHMIDT, Bettina; TECHNANAU, Anne (2008). S. 143 f.

PETERSSEN, Wilhelm H. (1999). S. 255–258.

**zu M 2:**

SOLDÀ, R.; CERVELLATI, R. (2001): Cinetica della solvolisi di alogenuri alchilici seguita come „Clock Reaction“. La Chimica nella Scuola 1. S. 6–10.

**zu M 3:**

ASSELBORN, W.; JÄCKEL, M.; RISCH, K. T. (Hgg.) (1998): Chemie heute – Sekundarbereich II. Lehrerband mit Kopiervorlagen auf CD-ROM. Schroedel: Braunschweig. S. 307.

BUKATSCH, F.; GLÖCKNER, W. (1977): Experimentelle Schulchemie. Band 7: Organische Chemie 1. Aulis Verlag: Köln. S. 22 ff.

HUGENSCHMIDT, Bettina; TECHNANAU, Anne (2008). S. 40, 41.

PETERSSEN, Wilhelm H. (1999). S. 51–52.

**zu M 4:**

ASSELBORN, W.; JÄCKEL, M.; RISCH, K. T. (Hgg.) (1998). S. 243 und 327.

BREITMAIER, E.; JUNG, G. (1986): Organische Chemie I. Grundlagen, Stoffklassen, Reaktionstypen. 2., überarbeitete Auflage. Georg Thieme Verlag: Stuttgart, New York. S. 122.

BRÜCKNER, R. (2004): Reaktionsmechanismen. Organische Reaktionen, Stereochemie, moderne Synthesemethoden. 3., aktualisierte und überarbeitete Auflage. Spektrum Akademischer Verlag: München. S. 1.

HUGENSCHMIDT, Bettina; TECHNANAU, Anne (2008). S. 63, 64.

KAUFMANN, H. (1988): Grundlagen der organischen Chemie. 8. Auflage. Birkhäuser Verlag: Basel. S. 166.

STREITWIESER, A.; HEATHCOCK, C. H.; KOSOWER, E. M. (Hgg.) (1994): Organische Chemie. Zweite Auflage. Übersetzt von Sigrid Dehmlow. VCH: Weinheim, New York, Basel, Cambridge, Tokio. S. 104 f.

VOLLHARDT, K. P.; SCHORE, N. E. (2007): Organische Chemie. Übersetzt und herausgegeben: BUNTENSCHÖN, H. 4. Auflage, 1., korrigierter Nachdruck. Wiley-VCH Verlag. S. 178 f.

WILLMES, A. (2001): Taschenbuch Chemische Substanzen. 2., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Verlag Harri Deutsch: Frankfurt. S. 850 f.

WOLLRAB, A. (2002): Organische Chemie. 2., durchgesehene Auflage. Springer: Berlin, Heidelberg. S. 288 f. und 292.

**zu M 5:**

HUGENSCHMIDT, Bettina; TECHNANAU, Anne (2008). S. 111–113.

PETERSSEN, Wilhelm H. (1999). S. 191–192.

**Materialübersicht**

⌚ V = Vorbereitungszeit    SV = Schülerversuch    AB = Arbeitsblatt mit Aufgaben  
 ⌚ D = Durchführungszeit    LV = Lehrerversuch

<b>M 1 LV</b>  ⌚ V: 15 min ⌚ D: 10 min  <b>AB</b> ⌚ V: 20 min ⌚ D: 10–15 min	<b>„Und nun bist du ein Radikal!“ – Radikalische Bromierung als Rollenspiel</b>  <input type="checkbox"/> Natriumbromat <input type="checkbox"/> Natriumbromid <input type="checkbox"/> konz. Schwefelsäure <input type="checkbox"/> n-Hexan <input type="checkbox"/> Wasser dest. <input type="checkbox"/> 1 Erlenmeyerkolben mit Schliff (1000 ml)  <input type="checkbox"/> 1 Glasstopfen <input type="checkbox"/> 1 Scheidetrichter (50 ml) <input type="checkbox"/> 1 Petrischale <input type="checkbox"/> 1 Reagenzglas <input type="checkbox"/> 1 Reagenzglasständer <input type="checkbox"/> 1 Uhrglas <input type="checkbox"/> Indikatorpapier <input type="checkbox"/> Overheadprojektor <input type="checkbox"/> Aluminiumfolie
<b>M 2 SV in 3er-Gruppen</b>  ⌚ V: 15 min ⌚ D: 10 min	<b>Die Clock-Reaktion – ein Experiment mit festen Rollen</b>  <input type="checkbox"/> 5 ml 2-Chlor-2-Methylpropan <input type="checkbox"/> wasserfreies Aceton <input type="checkbox"/> Natriumhydroxid <input type="checkbox"/> Indikatorlösung Bromthymolblau (0,05 %) <input type="checkbox"/> Bürette (25 oder 50 ml) <input type="checkbox"/> Messpipetten (10 und 20 ml)  <input type="checkbox"/> Bechergläser (50 oder 100 ml) <input type="checkbox"/> Glasstäbe <input type="checkbox"/> Messkolben (250 ml) <input type="checkbox"/> Stoppuhr  Anm.: Die Anzahl an Glasstäben und Bechergläsern hängt von der Anzahl der Versuchsdurchführungen ab.
<b>M 3 SV</b>  ⌚ V: 10 min ⌚ D: 15 min	<b>S<sub>N</sub>1 oder S<sub>N</sub>2? – im Brainstorming zum Ergebnis</b>  <input type="checkbox"/> 1-Brombutan <input type="checkbox"/> 2-Brombutan <input type="checkbox"/> 2-Brom-2-methylpropan  <input type="checkbox"/> Wässrige Silbernitratlösung (c = 0,1 mol/l) <input type="checkbox"/> Reagenzgläser <input type="checkbox"/> Tropfpipetten <input type="checkbox"/> Reagenzglasständer
<b>AB</b> ⌚ V: 5 min ⌚ D: 30–45 min	<b>Brainstorming – S<sub>N</sub>1 oder S<sub>N</sub>2?</b> (Dauer abhängig von der Intensität der Auswertung)
<b>M 4 AB</b> ⌚ V: 5–10 min ⌚ D: 35–40 min	<b>Kunststoffe – ein Überblick mit der Fishbowl-Methode</b>
<b>M 5 AB</b> ⌚ V: 5 min ⌚ D: 35 min	<b>Reaktionsmechanismen der organischen Chemie als Memory</b>

**Die Erläuterungen und Lösungen finden Sie ab Seite 22.**

# SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

## Auszug aus:

*In der Sekundarstufe II kooperativ lernen*

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](http://School-Scout.de)



### M 2 Die „Clock-Reaktion“ – ein Experiment mit festen Rollen

Im folgenden Experiment bauen Sie eine „chemische Uhr“. Da das Experiment langwierig und anspruchsvoll ist, bitten Sie, es mit der Auswertung innerhalb einer Stunde zu beenden, wenn die Zeit läuft!

Schülererwartung: Ermitteln der Reaktionsgeschwindigkeit von 2-Chlor-2-Methylpropan als Clock-Reaktion

Vorbereitung: 15 min Durchführung: 10 min

Chemikalien/Vorbereitungsmittel

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> 2-Chlor-2-Methylpropan-Stammkürzung     | <input type="checkbox"/> Reife                                |
| <input type="checkbox"/> weinrotfarbener Acetan                  | <input type="checkbox"/> Bleichblei (25 oder 50 ml)           |
| <input type="checkbox"/> Indikatorlösung Bromphenolblau (0,05 %) | <input type="checkbox"/> Menisquitte (10 oder 20 ml)          |
| <input type="checkbox"/> Wasser dest.                            | <input type="checkbox"/> 4-Bromthioharnstoff (50 oder 100 mg) |
|  | <input type="checkbox"/> Calcium                              |
|  | <input type="checkbox"/> Messkolben (250 ml)                  |
|  | <input type="checkbox"/> Stopuhr                              |



**Achtung:** Schutzbrille aufsetzen!

Entsorgung: fahrgenüßige organische Lösungsmittelabfälle

Feste Rollen beim Schülerexperiment – so funktioniert es



- Bilden Sie zunächst 3er-Gruppen und verteilen Sie die Rollenkarten.



- Jeder Schüler übernimmt dann die Rolle, die auf seiner Karte steht. Es wird eines Experimentierprotokolls und eines festes Zeitintervalls definiert, die bei diesem Versuch die entsprechenden Aufgaben übernehmen.



- Vor Beginn des Experiments helfen sich alle Schüler einer Rolle (wie alle Experimentatoren), die Experimentation II und alle Zeichnungen in ihren Funktionstagen, um die Fragen zu klären, die auf der Rollenkarte hinterlassen sind. Anschließend in ihre Experimentiergruppen zurück und führen das Experiment und die anschließende Auswertung durch.