

SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Molekülstruktur organischer Verbindungen

Das komplette Material finden Sie hier:

School-Scout.de



II.C.49

Vollfakt organischer Verbindungen

**Molekülstruktur organischer Verbindungen –
Farbigkeit mit der 2-4-Alle-Methode betrachten**

Made with Prezi, Dr. Torsten Wittich, Prof. Dr. Ingo Eibl



Wieso sind einige organische Moleküle eigentlich farblich anders als viele? Mit dieser Frage befassten sich Ihre Schülerinnen und Schüler in dieser Unterrichtseinheit zur Farbigkeit organischer Moleküle. Dabei sollen sie sich bei der Zusammenfassung der Farbe mit der Molekülstruktur mittels der 2-4-Alle-Methode in verschiedenen Gruppenarbeiten selbstständig beschäftigen. Als Lernhilfsmittel sollen die Lernenden im Anschluss an die Unterrichtseinheit verschiedene Moleküle ihrer Farbe zuordnen.

KOMPETENZPROFIL

Klassifizierung: IIL 4
Dauer: 2 Unterrichtsstunden
Komplexion: 1. Chemische Substanzform und Elementarion werden nach fachlichen Kriterien genannt und strukturiert. 2. Die Lernenden beschreiben, verantwortlich für eine eigene farbige Substanz, welche Farbeveränderung für Farbigkeit von Molekülen und deren Ionen verantwortlich ist. 3. Organische Moleküle, Molekülstruktur, Farbigkeit, typische Dissoziationskonstanten, pK_s und pK_b werden angegeben.

Theoretische Bereiche: Organische Moleküle, Molekülstruktur, Farbigkeit, typische Dissoziationskonstanten, pK_s und pK_b werden angegeben.

II.C.49

Vielfalt organischer Verbindungen

Molekülstruktur organischer Verbindungen – Farbigkeit mit der 2-4-Alle-Methode betrachten

Malin Höper, Dr. Torsten Witteck, Prof. Dr. Ingo Eilks



© wera Rodsawang/Moment

Wieso sind einige organische Moleküle eigentlich farbig andere aber nicht? Mit dieser Frage befassen sich Ihre Schülerinnen und Schüler in dieser Unterrichtseinheit zur Farbigkeit organischer Moleküle. Dabei sollen sie sich den Zusammenhang zwischen der Farbe und der Molekülstruktur mithilfe der 2-4-Alle-Methode in verschiedenen Gruppengrößen selbstständig erschließen. Als Lern-erfolgskontrolle sollen die Lernenden im Anschluss an die Unterrichtseinheit verschiedenen Molekülen ihre Farbe zuordnen.

KOMPETENZPROFIL

Klassenstufe:	Sek. II
Dauer:	2 Unterrichtsstunden
Kompetenzen:	1. Chemische Sachverhalte und Erkenntnisse werden nach fachlichen Kriterien geordnet und strukturiert; 2. Die Lernenden beschreiben, veranschaulichen oder erklären chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und/oder mithilfe von Modellen und Darstellungen
Thematische Bereiche:	Organische Moleküle, Molekülstruktur, Farbigkeit, konjugierte Doppelbindungen, π -Elektronen, Wellenlänge

Hintergrundinformationen

Wird der Zusammenhang zwischen der Molekülstruktur und der Lichtabsorption mathematisch betrachtet, können die π -Elektronen konjugierter Doppelbindungen als Teilchen im eindimensionalen Kasten beschrieben werden. Diese Betrachtung eignet sich, da sich die delokalisierten π -Elektronen im Molekül frei bewegen, dieses jedoch nicht verlassen können. Das Teilchen im eindimensionalen Kasten kann sich innerhalb dieses Kastens frei bewegen, diesen jedoch nicht verlassen. Anhand dieser Betrachtung kann die Farbigekeit eines Moleküls hergeleitet werden (Atkins, 1990). Hierbei wird deutlich, dass „die Größe der Delokalisation der π -Elektronen [...] von der Lage und den Eigenschaften der Energieniveaus der Elektronen im Grundzustand und dem angeregten Zustand abhängt“ (Röder, 1999, S. 11).

Die Bewegung des Teilchens wird durch eine Wellenfunktion beschrieben, welche von der Hauptquantenzahl n abhängt. Zudem wird die Energie eines Teilchens im Potentialkastens so beschrieben, dass diese von der Länge des Kastens abhängt und „in einem quadratischen Verhältnis kleiner wird“ (ebd.). Somit wird erkennbar, dass sich mit größerer Anzahl der konjugierten Doppelbindungen der Abstand zwischen Grund- und angeregtem Zustand verringert, da $\Delta E = \frac{(2n+1)^2 h^2}{8ml^2}$ (für benachbarte Energieniveaus) bei Vergrößerung des Kastens (also L) gegen null geht (Atkins, 1990). Die Absorption verschiebt sich also bei steigender Zahl der konjugierten Doppelbindungen in den sichtbaren Bereich. Des Weiteren lässt sich die Anzahl der Nullstellen der Wellenfunktion, also die Knoten, durch die sich „die Gestalt der p-Molekülorbitale bestimm[en]“ (Röder, 1999, S. 11) lässt, mit $n-1$ berechnen. Somit kann gefolgert werden, dass ein die Anzahl der Knotenflächen eines Zustands mit der Energie dieses Zustands steigt.

Im Unterricht kann anknüpfend vereinfacht das Näherungsmodell Hückel'sches Molekül-Orbital-Modell betrachtet werden (ebd.). Hier wird angenommen, dass „das Grundgerüst zwischen Atomen eines Moleküls [...] durch σ -Bindungen aufgebaut“ (ebd.) und von π -Bindungen überlagert wird, welche sich nicht gegenseitig beeinflussen. Es wird hierbei nur das π -Bindungssystem betrachtet. Insgesamt wird der Fokus auf die „hantelförmigen“ freien p-Orbitale, welche bei der sp^2 -Hybridisierung nicht verwendet werden, gelegt (ebd.). Die Molekülorbitale können nun ihren Energieniveaus zugeordnet werden, und bei „Vergrößerung des π -Systems“ (ebd.) wird erkennbar, dass der Abstand der Energieniveaus im Termschema immer kleiner wird. Des Weiteren werden die Hund'sche Regel und das Pauli-Prinzip beachtet, sodass die Molekülorbitale „von unten nach oben mit π -Elektronen aufgefüllt“ (ebd.) werden. Aus der Energiedifferenz zwischen HOMO und LUMO ergibt sich der „langwelligste π - π^* -Übergang“ (ebd.), also die Wellenlänge der Energie, und somit der Farbeindruck.

Auf dieses Näherungsmodell wird in der Unterrichtsstunde zurückgegriffen, wobei dieses nur in vereinfachter Form verdeutlicht wird. Die Schülerinnen und Schüler erfahren, dass der Farbeindruck zum einen mit den konjugierten Doppelbindungen und zum anderen mit der Energiedifferenz der Energieniveaus zusammenhängt. Zudem wird lediglich vereinfacht der Sprung von Elektronen der äußersten Schale auf eine höhere Schale, anstelle von HOMO und LUMO, betrachtet. Die Behandlung von Molekülorbitalen wird hier außen vorgelassen, da dies das Verständnis der Schülerinnen und Schüler erschweren würde.

Hinweise zur Methodik und Didaktik

Ein wichtiger Themenbereich in der Chemie ist die Farbigkeit unterschiedlicher Stoffe. Die Frage „Wieso erscheinen bestimmte Moleküle farbig und andere nicht?“ kann in eine Unterrichtsreihe zur Thematik der Organischen Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe – in der Sekundarstufe II integriert und am Beispiel unterschiedlicher Moleküle erarbeitet werden. Im Rahmen dieses Inhaltsfelds sollen im Zusammenhang mit dem Basiskonzept Struktur – Eigenschaft sowie Energie die „Molekülstruktur und Farbigkeit sowie die Lichtabsorption“ thematisiert werden.

In den vorliegenden Unterrichtsstunden wird die Molekülstruktur farbiger Moleküle kennengelernt und näher betrachtet. Des Weiteren beschäftigen sich die Schülerinnen und Schüler mit der Lichtabsorption von Molekülen. Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten anhand ausgewählter organischer Farbstoffe den Einfluss der Struktur auf die Farbigkeit. Die Schülerinnen und Schüler vergleichen verschiedene farbig und farblos erscheinende Moleküle. Auf Grundlage dieses Vergleiches erkennen sie, dass konjugierte Doppelbindungen für die Farbigkeit von Molekülen ausschlaggebend sein können. Die Schülerinnen und Schüler erläutern die Zusammenhänge zwischen Lichtabsorption und Farbigkeit fachsprachlich angemessen. Dies soll durch das Ausfüllen eines Lückentexts sowie das Lesen verschiedener Informationstexte, welche das Ausfüllen des Lückentexts unterstützen, erreicht werden.

Der Vergleich der Molekülstrukturen farbiger organischer Stoffe und die Erläuterung zur Struktur und deren Eigenschaft werden in den Vordergrund gestellt. Die Schülerinnen und Schüler ordnen und strukturieren chemische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien. Dies soll erreicht werden, indem die Schülerinnen und Schüler verschiedene Molekülstrukturen auf deren Farbigkeit untersuchen und erkennen, dass sowohl die konjugierten Doppelbindungen als auch die Länge des Doppelbindungssystems eine entscheidende Rolle spielen. Durch den Austausch von Gruppen, nach der Methode „2-4-Alle“ (Witteck & Wambach, 2010), sollen sich die Schülerinnen und Schüler die Eigenschaften der farbigen Moleküle gemeinsam erarbeiten und diskutieren.

Aufbau der Unterrichtseinheit

Der Einstieg in die Thematik der Stunde wird über ein authentisches Problem motiviert, da Alltagserscheinungen für die Schülerinnen und Schüler verlässliche Anknüpfungspunkte bieten. Als direkter Zugang wird durch die Lehrkraft eine Folie bzw. das Arbeitsblatt mit einem Beamer mit farbigen Gegenständen aus der belebten Natur gezeigt, deren Farbigkeit zumeist durch organische Farbstoffe zustande kommt (**M 1**). Natürlich können auch reale Gegenstände mitgebracht werden. In diesem Zusammenhang können die Grundlagen der Farbigkeit wiederholt und vertieft werden, sodass die Schülerinnen und Schüler die Begriffe Welle, Spektrum, Absorption erklären müssen (**M 3**). Diese Begriffe und ihre Bedeutung müssen den Schülerinnen und Schülern bekannt sein, um den Zusammenhang von Struktur der Moleküle und Farbigkeit verstehen zu können.

Im Anschluss an die Problembeobachtung (**M 1**) sollen die Schülerinnen und Schüler das Problem eigenständig bearbeiten und dabei neues Wissen konstruieren, indem sie sich mit den Lerngegenständen auseinandersetzen. Hier bietet sich die 2-4-Alle-Methode an, um die Inhalte „gruppendynamisch und kooperativ“ (Witteck & Wambach, 2010) zu erarbeiten. Dies ist eine Variante der Pairs-to-Share-Methode, die in Deutschland als 1-2-4-Alle-Methode zu finden ist (vgl. Witteck & Eilks, 2004, Witteck & Eilks, 2005). Bei der 2-4-Alle-Methode bearbeiten zwei Schülerinnen bzw. Schüler in Partnerarbeit die Problemstellung. Im zweiten Schritt setzen sich zwei Schülerpaare zusammen, vergleichen und besprechen die zuvor erstellten Ausarbeitungen zu viert und erarbeiten eine gemeinsame Deutung. Zum Abschluss werden im Plenum die Ergebnisse gesammelt und verglichen. Eine Anleitung zur Methode bietet **M 2**.

Die Schülerinnen und Schüler bearbeiten zunächst die Aufgaben von **M 4** in Partnerarbeit. In Aufgabe 1 sollen die Lernenden die Molekülstruktur farbiger und farbloser Moleküle vergleichen. Sie sollen sich in ihren Zweiergruppen bei der Bearbeitung der ersten Aufgabe zunächst ihre Ideen gegenseitig erläutern. Zudem soll hier eine Verknüpfung mit dem Vorwissen stattfinden. Danach füllen sie einen Lückentext in Aufgabe 2 aus. Dabei eignen sich die Schülerinnen und Schüler neues Wissen über die Informationstexte **M 5** und **M 6** an. Auch dieses sollen sie sich gegenseitig erklären und gemeinsam ihr Wissen bündeln sowie anwenden und anschließend den Lückentext ausfüllen. Am Ende stellen sie in Aufgabe 3 eine begründete Vermutung über das Zustandekommen verschiedener Farben an.

Anschließend vergleichen die Schülerinnen und Schüler mit einer weiteren Zweiergruppe ihre Ergebnisse und diskutieren diese. Somit findet in den Vierergruppen zunächst ein Austausch über die gewonnenen Erkenntnisse statt. Durch die Diskussion in den Zweier- sowie Vierergruppen soll eine „systematische Aktivierung und Einbindung der Schülerinnen und Schüler“ (Witteck & Wambach, 2010) geschaffen werden. Außerdem soll den Schülerinnen und Schülern deutlich gemacht werden, dass die Bearbeitung sowohl in den Zweiergruppen als auch in den Vierergruppen nicht durch die Korrektur der Lehrkraft gesteuert werden soll. Hier sollen die Schülerinnen und Schüler sich mit ihren Partnerinnen und Partnern ungezwungen über ihre Ideen austauschen und verschiedene Erkenntnisse diskutieren.

Die Methode „2-4-Alle“ wurde für die vorliegenden Unterrichtsstunden gewählt, da diese die Eigenaktivität der Schülerinnen und Schüler in den Vordergrund stellt. Die Schülerinnen und Schüler „erforschen“ eigenständig, welche Eigenschaften die Molekülstrukturen aufweisen, und finden Gemeinsamkeiten und Unterschiede durch den Vergleich heraus. Durch das hohe Maß an Eigenaktivität kann in der vorliegenden Unterrichtsstunde, nach der Selbstbestimmungs- und Interestheorie, die Autonomieerfahrung gefördert und somit die Motivation gesteigert werden (Krapp et al., 2014). Des Weiteren werden die Schülerinnen und Schüler sozial eingebunden. Auch das Kompetenzerleben durch das unterschwellige Darbieten von Hilfen bzw. Tipps bei der Bearbeitung der Lernaufgaben wird gefördert (ebd.). Somit können die Basic Needs gefördert und dadurch die (Lern-)Motivation der Schülerinnen und Schüler gesteigert werden (ebd.). Insgesamt ist also die aktive Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand durch die Reflexion und Diskussion ihrer erarbeiteten Erkenntnisse im Austausch in den verschiedenen Gruppen recht hoch. Zudem können die Schülerinnen und Schüler sich in ihren Kleingruppen freier entfalten (Eilks, 2003).

Auch wird es in dieser Arbeitsphase u. U. eine Reihe von Lehrerhilfen bedürfen, die auf Nachfrage der Schülerinnen und Schüler gegeben werden. Es steht auch eine Musterlösung (**M 7**) zur Verfügung, die aber nur zur Kontrolle oder bei unvorhergesehenen Schwierigkeiten genutzt werden sollte. Diese Musterlösung kann in jedem Fall als Hausaufgabe genutzt werden. So werden die Lerngegenstände vertieft und Schülerinnen und Schüler, die in der Arbeitsphase ein lückenhaftes Ergebnis erarbeitet hatten, können die eigenen Aufzeichnungen verbessern und vervollständigen.

Nach diesem Austausch schließt eine Besprechung und Reflexion der Tätigkeiten die Stunde ab. Diese wird von der Lehrkraft moderiert. Die Ergebnisse werden allerdings von den Schülerinnen und Schülern präsentiert und in der gesamten Lerngruppe diskutiert. Auf der Basis der 2-4-Alle-Methode stellen eine oder evtl. zwei der Vierergruppen ihre gemeinsamen Lösungen vor. Die anderen Schülerinnen und Schüler fragen nach, korrigieren und machen ggf. Ergänzungen. **M 8** kann als weiterführende Aufgabe oder als Hausaufgabe ausgegeben werden.

Angebote zur Differenzierung

In der ersten Phase werden die Schülerinnen und Schüler in Kleingruppen zu je zwei Mitgliedern aufgeteilt. Das Problem wird präsentiert (**M 1**). Die Methodik wird erläutert (**M 2**). Grundbegriffe zur Farbigkeit werden geklärt (**M 3**).

Die Schülerinnen und Schüler erhalten die Arbeitsaufträge und bearbeiten die Problemstellung (**M 4**). Informationstexte und das Glossar (**M 3, M 5, M 6**) werden zur Verfügung gestellt. Die Lernenden erhalten gegebenenfalls auch weitere individuelle Hilfen.

In der zweiten Phase setzen sich je zwei Schülerpaare zusammen, vergleichen und besprechen die zuvor erstellten Ergebnisse und einigen sich auf eine gemeinsame Lösung. Ggf. können sie die Musterlösung einsehen (**M 7**).

Die Schülerinnen und Schüler stellen ihre Ergebnisse vor. **M 8** zur Vertiefung kann als didaktische Reserve, Hausaufgabe oder Lernerfolgskontrolle eingesetzt werden. Bei entsprechendem zeitlichem Verlauf kann **M 8** auch schon als weiterführende Aufgabe an die Vierergruppen ausgegeben werden. **M 9** bietet die Musterlösung der Aufgabe aus **M 8**.

Bezug zu den KMK-Bildungsstandards

Fachwissen: Schülerinnen und Schüler erarbeiten anhand ausgewählter organischer Farbstoffe den Einfluss der Struktur auf die Farbigkeit.

Erkenntnisgewinnung: Chemische Sachverhalte und Erkenntnisse werden nach fachlichen Kriterien geordnet und strukturiert. Die Lernenden vergleichen verschiedene Moleküle, die farbig oder farblos erscheinen. Auf Grundlage dieses Vergleiches werden die Gemeinsamkeiten erarbeitet, dass konjugierte Doppelbindungen Farbigkeit hervorrufen können.

Kommunikation: Die Schülerinnen und Schüler beschreiben, veranschaulichen oder erklären chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und/oder mithilfe von Modellen und Darstellungen. Sie stellen Zusammenhänge zwischen chemischen Sachverhalten und Alltagserscheinungen her und übersetzen dabei bewusst Fachsprache in Alltagssprache und umgekehrt. Sie dokumentieren und präsentieren den Verlauf und die Ergebnisse ihrer Arbeit situationsgerecht und adressatenbezogen. Die Lernenden argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig. Sie vertreten ihre Standpunkte zu chemischen Sachverhalten und reflektieren Einwände selbstkritisch. Als Team planen, strukturieren, reflektieren und präsentieren sie ihre Arbeit.

Bewertung: Die Schülerinnen und Schüler nutzen fachtypische und vernetzte Kenntnisse und Fertigkeiten, um lebenspraktisch bedeutsame Zusammenhänge zu erschließen. Sie binden chemische Sachverhalte in Problemzusammenhänge ein, entwickeln Lösungsstrategien und wenden diese an.

Mediathek

- ▶ Atkins, P. W. (1990). Physikalische Chemie. VCH Verlagsgesellschaft mbH. Weinheim.
- ▶ Eilks, I. (2003). Kooperatives Lernen im Chemieunterricht (Teil 1). MNU, (56/1), 51–111
- ▶ Krapp, A., Geyer, C., Lewalter, D. (2014). Motivation und Emotion. In: Seidel, T., Krapp, A. (Hrsg.). Pädagogische Psychologie. Beltz Verlag. Basel. 193–222.
- ▶ Röder, T. (1999). Farbe und Farbigkeit. Naturwissenschaften im Unterricht Chemie, 52, 9–13
- ▶ Wambach, H. (2007). Materialien-Handbuch Kursunterricht Chemie Band 10/II, Lernen im Kontext II. Köln: Aulis.
In dem Handbuch sind unterschiedlichste Unterrichtsbeispiele aufgeführt. In der Reihe gibt es weitere Bücher mit vielen Beispielen für den unterrichtlichen Einsatz.
- ▶ Witteck, T., & Eilks, I. (2004). Versuchsprotokolle kooperativ erstellen. Naturwissenschaften im Unterricht Chemie 15 (82/83), 54–56.
In dem Artikel wird das Versuchsprotokoll mit der 1-2-4-Alle-Methode eingeführt. Es wird diskutiert, wie die Schülerinnen und Schüler ein Versuchsprotokoll im Anfangsunterricht eigenständig erarbeiten können.
- ▶ Witteck, T., & Eilks, I. (2005). Die Reaktion von Natrium und Chlor – Mit der 1-2-4-Alle-Methode zur Deutung der Salzbildung. Naturwissenschaften im Unterricht Chemie 16 (88/89), 44–46.
In dem Beitrag wird die Erarbeitung der Salzbildungsreaktion mit der 1-2-4-Alle-Methode vorgestellt.
- ▶ Witteck, T., & Wambach, H. (2010). Der Louche Effekt – Zum Struktur-Eigenschafts-Konzept mit der 2-4-Alle-Methode. RAABits Chemie Sekundarstufe II, 33. Ergänzungslieferung. Stuttgart: Raabe, II/C 4, 1–14.

Auf einen Blick

Ab = Arbeitsblatt, Bi = Bildimpuls, Gl = Glossar, Hi = Hinweis, In = Infotext,
Lek = Lernerfolgskontrolle

1./2. Stunde

Thema:	Farbigkeit organischer Moleküle betrachten
M 1 (Bi)	Wieso erscheinen bestimmte Moleküle farbig und andere nicht?
M 2 (Hi)	Hinweise zur Unterrichtsmethode
M 3 (Gl)	Glossar zur Wellenlänge und Farbe
M 4 (Ab)	Merkmale farbiger Moleküle
M 5 (In)	Informationstext: Konjugierte Doppelbindung
M 6 (In)	Informationstext: Absorption von Licht
M 7 (ML)	Musterlösung: Merkmale farbiger Moleküle
M 8 (Lek)	Lernerfolgskontrolle: Farbe der Moleküle
M 9 (ML)	Musterlösung: Farbe der Moleküle
Benötigt:	<input type="checkbox"/> OH-Projektor bzw. Beamer/Whiteboard

SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Molekülstruktur organischer Verbindungen

Das komplette Material finden Sie hier:

School-Scout.de



II.C.49

Vollfakt organischer Verbindungen

**Molekülstruktur organischer Verbindungen –
Farbigkeit mit der 2-4-Alle-Methode betrachten**

Made with Prezi, Dr. Torsten Wittich, Prof. Dr. Ingo Silla



Wieso sind einige organische Moleküle eigentlich farbig, andere aber nicht? Mit dieser Frage befassten sich Ihre Schülerinnen und Schüler in dieser Unterrichtseinheit zur Farbigkeit organischer Moleküle. Dabei sollen sie sich bei der Zusammenfassung der Farbe mit der Molekülstruktur mittels der 2-4-Alle-Methode in verschiedenen Gruppenarbeiten selbstständig beschäftigen. Als Lernhilfsmittel sollen die Lernenden im Anschluss an die Unterrichtseinheit verschiedene Moleküle ihrer Farbe zuordnen.

KOMPETENZPROFIL

Klassische: SK 1
Dauer: 2 Unterrichtsstunden
Komplexität: 1. Chemische Substanzen und Elemente werden nach fachlichen Kriterien genannt und strukturiert. 2. Die Lernenden beschreiben, verantwortlich für eine eigene Darstellung, Substanzen unter Verwendung der Farbigkeit unter Berücksichtigung von Molekülen und Doppelbindungen.
Theoretische Bereiche: Organische Chemie, Molekülstruktur, Farbigkeit, typische Doppelbindungen, e-Ströme, Wellenlänge