

Der Estermechanismus – ein individualisierter Einstieg in die Struktur-Eigenschaftsbeziehungen

Jochen Hermanns, Würselen

Niveau: Sek. I/II (Übergangsphase)

Dauer: etwa 3–4 Unterrichtsstunden

Kompetenzen: Die Schülerinnen und Schüler¹ können ...

- chemische Konzepte auswählen und diese anwenden.
- Modelle zur Erklärung chemischer Vorgänge nutzen.
- chemische Sachverhalte sachlich fundiert begründen.
- übergeordnete Prinzipien zur Lösung chemischer Probleme beschreiben.
- Hypothesen aufgrund von Theorien, Konzepten und Modellen generieren.
- theoretische Überlegungen in korrekter Fachsprache dokumentieren.

Der Beitrag enthält Materialien für:

- ✓ Differenzierungsmöglichkeiten ✓ Hausaufgaben ✓ Lernfortschrittskontrollen

II/C

Hintergrundinformationen

„Herr Hermanns, wie kommt jemand auf die Idee, sich mit all den Molekülen zu beschäftigen? Das ist doch bestimmt voll schwer, heraus was zu machen?“, fragte eine Schülerin der neunten Klasse, nachdem wir gemeinsam eine Übersicht über die funktionellen Gruppen und deren Nomenklatur verschafft hatten. Aus dieser Frage heraus ergibt sich die nachfolgende Unterrichtsreihe, die mit der besagten Schülerin und ihrer Klasse erarbeitet und dann für die Belange der Oberstufe optimiert wurde. Sicherlich ist der Mechanismus der Veresterung, also die säurekatalysierte Kondensation eines Alkanols mit einer Carbonsäure zu einem Ester und Wasser, zunächst eine Herausforderung für die Schüler. Es handelt sich dabei aber nicht nur um einen „Klassiker“, der in bestimmt fast allen Lehrwerken vertreten ist, sondern auch um eine Grundlage für das Verständnis organischer Reaktionen basierend auf strukturellen Eigenschaften. Der Mechanismus ist mit den – den Lernenden vertrauten – Chemikalien (beispielsweise Ethansäure „Essig“ und Ethanol „Alkohol“) sicher experimentell umsetzbar. Die Materialien wurden in einer Jahrgangsstufe EF (Einführungsphase, NRW) getestet. Die Schwierigkeit liegt hier im Zusammenkommen von unterschiedlichen Leistungsniveaus, die miteinander angeglich werden wollen. Unter Verwendung des Materials ging der Jahrgangsstufe und einer Q1 (Qualifikationsphase) die Simplizität der organischen Chemie auf. Die Übertragung des Donator-Akzeptor-Prinzips auf Elektronenpaare in organischen Molekülen war bei der Klärung von Reaktionsmechanismen der Schlüssel zum Erfolg. Die Stoffklasse spielt unter Anwendung dieses Prinzips keine Rolle mehr – ob Polyen, Säure, Alkoholat-Anion oder Aminogruppe. Die meisten Reaktionsmechanismen (ausgenommen Aromaten) lassen sich mit diesem Prinzip von Reaktionen erklären.

¹ Im weiteren Verlauf wird aus Gründen der einfacheren Lesbarkeit nur „Schüler“ verwendet. Schülerinnen sind genauso gemeint.

Stunde füllt die Lernerfolgskontrolle aus. Die Besprechung dieser kann beispielsweise auch mittels Smartboard oder mit den auf Folie kopierten und ausgeschnittenen Segmenten auf dem Tageslichtprojektor erfolgen. Als Übungshausaufgabe kann ein Reaktionsmechanismus zum Aromastoff folgen. Als Belohnung für die erste richtige Lösung dient ein Schüler-Demo-Experiment. Ein Beispiel ist die Synthese des mit dem Buttersäureethylester verwandten Methylbuttersäureethylesters, eine Verbindung, die bezüglich ihres Geruchs dem Ananasaroma ähnelt. Ob Sie die Synthese des stark riechenden Buttersäure durchführen, sollten Sie eventuell im Voraus mit der Klasse oder dem Kurs klären.

Erklären Sie für die in der Unterrichtsreihe nicht näher erläuterte Ethylacetat-Herstellung unbedingt die Notwendigkeit des Katalysators, ohne den der typische Geruch des Produkts ausbliebe. Einer didaktischen Reduktion unterliegt auch der Beginn des Gleichgewichts, der meist im Anschluss an die Unterrichtsreihe erarbeitet wird. Ebenso wird folgende Frage in den Materialien nicht genauer erläutert: „Was war zuerst da: die Protonierung der Carbonylfunktion durch den elektrophilen Angriff des Protons oder die Bildung zweier gegensätzlicher Ladungen durch Mesomerie aufgrund der heterolytischen Doppelbindungsspaltung der Carbonylfunktion?“ Die mögliche Vertiefung ist an dieser Stelle Ihnen überlassen.

II/C

Materialübersicht

- ⌚ V = Vorbereitungszeit Ab = Arbeitsblatt/Informationsblatt
⌚ D = Durchführungszeit Lek = Lernerfolgskontrolle

M 1	Ab	Wer bin ich? – Benennung funktioneller Gruppen
⌚ D: 10/20 min	schnelle/langsame Schüler	
M 2	Ab	Wer ist der Reaktivste? – Eine Spurensuche
⌚ D: 10/10 min	schnelle/langsame Schüler	
+ 15 min	fortfalls zusätzliche Schwierigkeitsstufe (s. o.)	
M 3	Ab	Womit sind keine organische Reaktion?
⌚ D: 15/20 min	schnelle/langsame Schüler	
M 4	Ab	Das Fortschreiten der Reaktion
⌚ D: 10/20 min	schnelle/langsame Schüler	
M 5	Ab	Alles hat ein Ende – auch diese Reaktion
⌚ D: 10/15 min	schnelle/langsame Schüler	
M 6		Lernerfolgskontrolle – vom Ziegenschweiß zum Limbeeraroma
⌚ D: 30/45 min	schnelle/langsame Schüler	
	<input type="checkbox"/> Schere	<input type="checkbox"/> Klebstoff

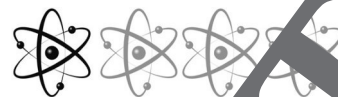
Minimale Anforderungen

Ihnen steht nur wenig Zeit zur Verfügung? Dann lässt sich die Unterrichtseinheit etwas kürzen. Die Planung sieht dann wie folgt aus:

1 Stunde (M 1–M 5)	Die kurze Einheit lässt sich nur bedingt kürzen. Um Zeit zu sparen, könnten Sie den Schwierigkeitsgrad ändern und je nach Homogenität der Lerngruppe eine angemessene Stufe verpflichtend machen. Die Lösungen werden im Unterrichtsgespräch gemeinsam erarbeitet.
---------------------------	--

Die Erläuterungen und Lösungen zu den Materialien finden Sie ab Seite 23.

M 1a Wer bin ich? – Benennung funktioneller Gruppen



Ordnen Sie mithilfe von Pfeilen den funktionellen Gruppen die passenden Namen zu.

II/C

Einfachbindung Alkan	$\text{R}-\text{C}-\text{R}$
Doppelbindung Alken	$\begin{array}{c} \text{R} \quad \text{R} \\ \quad \\ \text{R}-\text{C}=\text{C}-\text{R} \\ \quad \\ \text{R} \quad \text{R} \end{array}$
Dreifachbindung Alkin	$\begin{array}{c} \text{R}_1 \\ \diagdown \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagup \\ \text{OH} \end{array}$
Hydroxyfunktion Alkanol an einem primären Alkanol	$\begin{array}{c} \text{R} \quad \text{R} \\ \quad \\ \text{C}=\text{C} \\ \quad \\ \text{R} \quad \text{R} \end{array}$
Hydroxyfunktion Alkanol an einem sekundären Alkanol	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R}_1-\text{C}-\text{R}_2 \end{array}$
Hydroxyfunktion Alkanol an einem tertiären Alkanol	$\begin{array}{c} \text{R}_2 \\ \\ \text{R}_1-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H} \end{array}$
Carbonylfunktion einsäuerlich Alkanal/Aldehyd	$\begin{array}{c} \text{R}_2 \\ \\ \text{R}_1-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{R}_3 \end{array}$
Carbonylfunktion mittlerig Keton	$\text{R}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{R}$
Carboxyfunktion Alkansäure	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R}_1-\text{C}-\text{H} \end{array}$
Ethergruppe Ether	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{R}_1-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H} \end{array}$



M 2b Wer ist der Reaktivste? – Eine Spurensuche



Vervollständigen Sie den Text.

Elektronen sind _____ geladen. Treffen zwei oder mehr von ihnen aufeinander, so _____ ab. Je mehr von ihnen auf kleinem Raum zusammenkommen, desto größer ist diese _____.

Zwischen den Kohlenstoffatomen eines Alkans befinden sich _____ Elektronen, zwischen denen eines Alkens _____ Elektronen.

Gemäß obiger Grundlage sind Stoffe mit vielen Elektronen auf kleinem Raum reaktiver als solche mit wenigen. Das Alkan _____ als das Alken. Daher ist ein Alkin noch _____.

Ähnlich verhält es sich mit der _____ Vergleich zur Hydroxyfunktion. Erstere ist _____ als die andere.

Eine weitere Rolle spielt die Elektronegativität, also die Fähigkeit, Bindungselektronen an sich zu ziehen. Sie nimmt im Periodensystem von links unten nach rechts oben zu. Sauerstoff _____ als Kohlenstoff oder Wasserstoff. Bei einer Reaktion behält also voraussichtlich das _____ mindestens _____ der Elektronen.

II/C

Gehen Sie jetzt über zu M 2 – Schwierigkeitsstufe drei oder vier Atome.

Sie wollen mehr für Ihr Fach?

Bekommen Sie: Ganz einfach zum Download im RAABE Webshop.



Über 5.000 Unterrichtseinheiten
sofort zum Download verfügbar



Webinare und Videos
für Ihre fachliche und
persönliche Weiterbildung



Attraktive Vergünstigungen
für Referendar:innen
mit bis zu 15% Rabatt



Käuferschutz
mit Trusted Shops



Jetzt entdecken:
www.raabe.de