

# Formen und Farben als Unterstützung beim Erstellen von Reaktionsmechanismen

ENTWICKLUNG

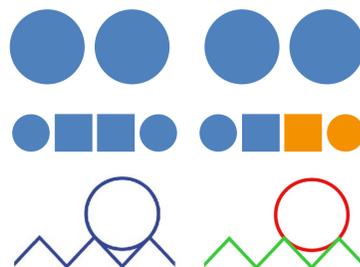
## Theoretische Grundlagen:

- Johnstone: Chemische Sachverhalte werden makroskopischer (Phänomene), submikroskopischer (Theorien, Modelle) und symbolischer (Formeln) Ebene betrachtet<sup>4</sup>.
- Bruner: EIS-Prinzip – Sachverhalte werden enaktiv, ikonisch und symbolisch dargestellt<sup>3</sup>.
- Leisen: Sachverhalte werden in verschiedenen Darstellungsebenen repräsentiert (gegenständlich, bildlich, sprachlich, symbolisch, mathematisch)<sup>6</sup>.
- Der Wechsel zwischen Darstellungsformen ist ein wesentlicher Teil des Lernens und der fachlichen Expertise<sup>1</sup>.
- In der Organischen Chemie für Lehramts- und Nebenfachstudierende: Bei der Einführung von Reaktionsmechanismen werden oft nur symbolische Repräsentationen verwendet. →Lernende werden durch die hohe Abstraktion oft überfordert<sup>1</sup>. →Darstellungen und Darstellungswechsel können als Lernhilfe eingesetzt werden<sup>6</sup>. Insb. eignen Anschauungsmodelle, da sie Konzepte abbilden.
- Ikonische Anschauungsmodelle können als Lernhilfe die Lehramts- und Nebenfachstudierenden beim Erstellen von Reaktionsmechanismen unterstützen.

## Gestaltung der Bildgeschichten:

### Formen:

- Orientiert am Prinzip der Nähe:  
Zwei eng beieinander stehende Formen werden als eine Einheit erfasst<sup>2</sup>.
- Orientiert am Prinzip der Ähnlichkeit:  
Form- und/oder farbähnliche Elemente werden als eine Einheit erfasst, wobei die Farbigkeit dominiert<sup>2</sup>.
- Orientiert Prinzip der Einfachheit:  
Formen werden in ihrer stabilsten Form erfasst, die auf Symmetrie und Geschlossenheit der Elemente basiert<sup>2</sup>.

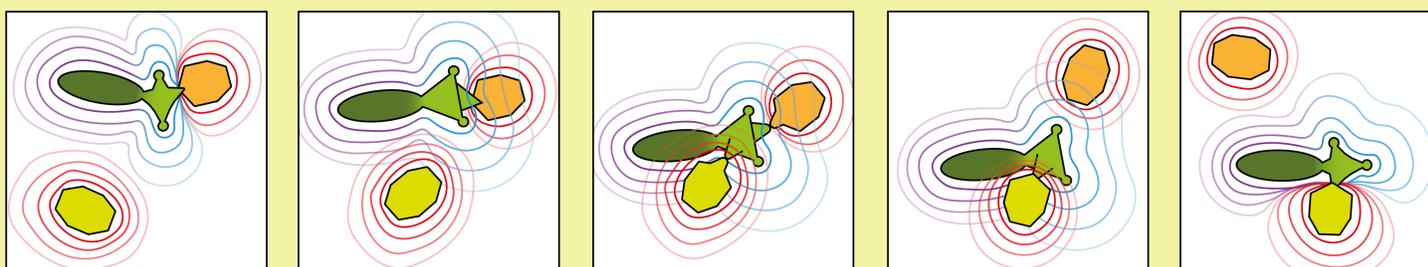


### Farbgebung:

- Orientiert am Farbkreis von Itten:  
Das Mischen zweier Primärfarben ergibt eine Sekundärfarbe und Komplementärfarben stehen sich im Kreis gegenüber.
- Orientiert an der Farbpsychologie<sup>2</sup>:  
Rot wird mit Dynamik und Aktivität assoziiert, Grün mit Ruhe und Zurückhaltung. Blau ruft Gefühle von Freiheit und Ungebundenheit hervor, während Gelb entweder mit Geselligkeit oder Neid verbunden wird.



### Beispiel: Nukleophile Substitution Typ 2



PILOTSTUDIE

## Beschreibung der Stichprobe:

- Lehrveranstaltung „Organische Chemie 1 für Lehramtsstudierende“
- WiSe 2023/24
- N = 11

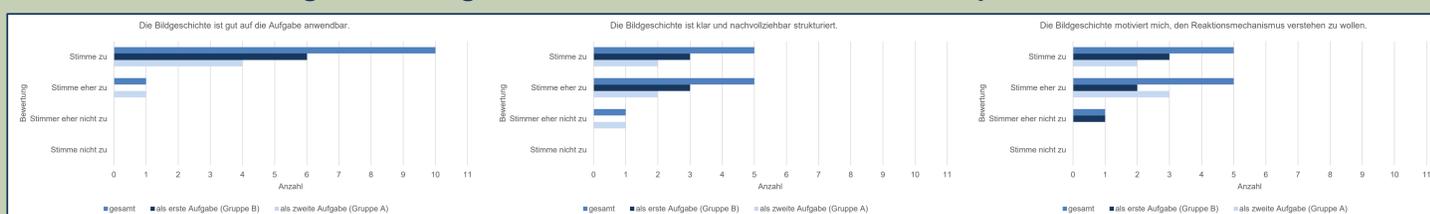
## Aufgaben mit Bildgeschichten:

- Elektrophile Addition an die Doppelbindung
- Nukleophile Substitution ( $S_N2$ )

## Evaluation:

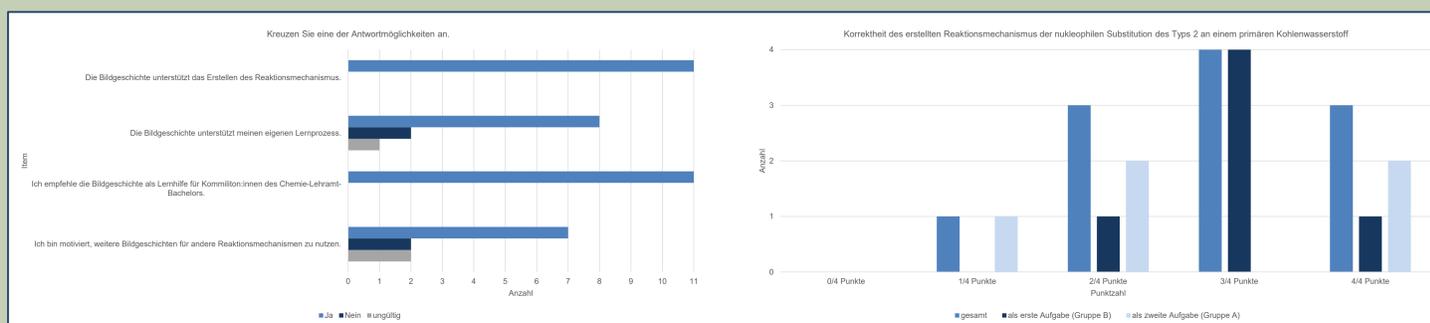
- Auswertung der erstellten Reaktionsmechanismen
- Fragebogen
- Fokusgruppeninterview

## Ausgewählte Ergebnisse der Pilotstudie für die nukleophile Substitution :



## Ergebnisse Fokusgruppeninterview:

- Die Bildgeschichten veranschaulichen die Reaktionsabläufe
- Die Bildgeschichten sind individuell einsetzbar
- Die Zugänglichkeit für Lernende ist hoch
- Die Bildgeschichten sind als Unterstützung beim Erstellen von Reaktionsmechanismen geeignet



HAUPTSTUDIE

## Beschreibung der Stichprobe:

- Lehrveranstaltung „Organische Chemie 1 für Studierende der Biowissenschaften und Ernährungswissenschaften“
- SoSe 2024
- N = 82/83 (Fragebogen/Mechanismen)

## Aufgaben mit Bildgeschichten:

- Elektrophile Addition an die Doppelbindung
- Nukleophile Substitution ( $S_N2$ )

## Evaluation:

- Auswertung der erstellten Reaktionsmechanismen
- (Version A und B; unterschiedliche Reihenfolge der Aufgaben)
- Fragebogen

## Zitate aus den offenen Antworten:

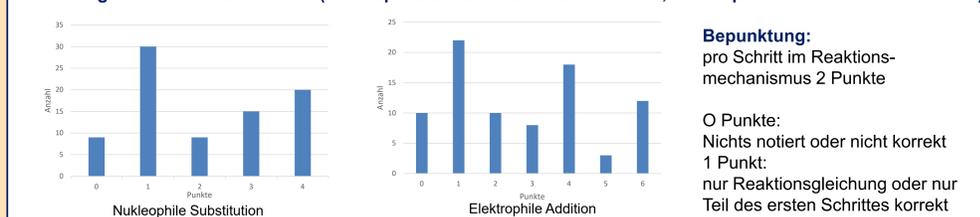
- Ich hatte mich vorher noch nicht wirklich mit den Mechanismen beschäftigt und jetzt verstehe ich, wie die Moleküle interagieren.
- Bildhafte Vorstellung hilft dem Verständnis
- Es ist gut zu erkennen, welches Teilchen wo angreift und welche Bindungen sie nach Angriff zueinander eingehen.

## Ausgewählte Ergebnisse der Erprobung:

Item: Die Bildgeschichte ist...	Mittelwert (Standardabweichung)* für nukleophile Substitution (erster / zweiter Mechanismus)	Mittelwert (Standardabweichung)* für elektrophile Addition (erster / zweiter Mechanismus)
optisch benutzerfreundlich gestaltet	3.53 (0.671) / 3.55 (0.597)	3.45 (0.597) / 3.17 (0.908)
farblich ansprechend und sinnhaft gestaltet	3.64 (0.656) / 3.70 (0.464)	3.82 (0.389) / 3.43 (0.770)
gut auf die Aufgabe anwendbar	3.29 (0.692) / 3.27 (0.751)	3.18 (0.692) / 3.12 (0.832)
klar und nachvollziehbar strukturiert	3.10 (0.692) / 3.28 (0.640)	3.10 (0.680) / 2.93 (0.959)
erklärt die Veränderungen in der Räumlichkeit der Reaktionspartner	3.38 (0.731) / 0.352 (0.679)	3.00 (0.751) / 3.00 (0.883)
weckt mein Interesse am Verständnis des Reaktionsmechanismus	3.00 (0.911) / 3.13 (0.732)	3.08 (0.774) / 2.86 (0.843)

\*vier-stufige Likertskala (stimme eher nicht zu, stimme nicht zu, stimme eher zu, stimme zu)

## Bewertung Reaktionsmechanismen (Nukleophile Substitution: max. 4 Punkte; Elektrophile Addition: max. 6 Punkte)



## Zusammenfassung

**Gestaltung:** hohe Zustimmung; wird beibehalten

**Anwendbarkeit:** Zustimmung im Bereich „stimme eher zu“; Individuell unterschiedlich je nach Vorwissen und Kompetenzen. Nutzung der Bildgeschichten soll in den Lehrveranstaltungen regelmäßig eingebunden werden.

**Interesse:** Geringste Zustimmung; individuell unterschiedlich, vielleicht auch, weil Chemie „nur“ ein Nebenfach ist.

**Qualität der erstellten Reaktionsmechanismen:**

**Nukleophile Substitution:** 24.1 % der Studierenden erhielten volle Punktzahl; 53.0 % erhielten mindestens die Hälfte der möglichen Punkte.

**Elektrophile Addition:** 14.5 % der Studierenden erhielten volle Punktzahl; 49.4 % erhielten mindestens die Hälfte der möglichen Punkte.

## Fazit und Ausblick

- Die Studierenden bewerten die Bildgeschichten positiv und als nützliche Unterstützung beim Erstellen von Reaktionsmechanismen.
- Die Bildgeschichten alleine sind nicht ausreichend, um den Reaktionsmechanismus vollständig korrekt aufzustellen.
- Es sollen weitere Bildgeschichten zu anderen Reaktionsmechanismen erstellt und eingesetzt werden.
- Im WiSe 2024/25 sollen die Bildgeschichten auch als Mechanismuscomics gestaltet werden, damit die Studierenden Gelegenheit bekommen, die Bildgeschichten mit eigenen Worten zu beschreiben und zu erklären. Hierzu wird eine Begleitstudie konzipiert und eingesetzt.
- Die Bildgeschichten werden mit anderen Scaffolds (Mechanismuspuzzle, Mechanismuscomics, Animationen) zur Auswahl angeboten.

