

Qualitative Inhaltsanalyse: Evaluation einer dynamisch multimedialen Lernumgebung zur Aldolreaktion

Christoph Bley & Marcel Simon

PROBLEMAUFRISS

Visualisierungen kommt im Fach Chemie seit jeher ein hoher Stellenwert zu. Besonders die organische Chemie wird aufgrund ihrer informationsdichten Symbolsprache von vielen Studierenden als Herausforderung im Studium empfunden. Oft gelingt es ihnen nicht, alle relevanten Informationen aus Strukturformeln zu entnehmen, was zur Folge hat, dass sie Moleküleigenschaften fehldeuten oder falsche mechanistische Vorhersagen treffen [1]. Die Kognitionswissenschaft erklärt diesen Befund mit einer Überlastung des menschlichen Arbeitsgedächtnisses und stellt in Aussicht, dass diesem entgegengewirkt werden könne, wenn die zu rezipierenden Informationen mittels dynamischer Multimedien vorteilhafter auf die Verarbeitungskanäle des Arbeitsgedächtnisses verteilt werden [2].

Im Rahmen eines Promotionsvorhabens soll daher untersucht werden, ob es Unterschiede in der Konstruktion bzw. Nutzung mentaler Modelle in Abhängigkeit von der Lernumgebung gibt. Der vorliegende Beitrag beschreibt die Auswertung einer Interviewstudie mittels Qualitativer Inhaltsanalyse und widmet sich der Frage, wie sich diese Unterschiede manifestieren und wie sie gemessen werden können.

RAHMENBEDINGUNGEN

Die dynamisch multimediale Lernumgebung der Studie wurde auf Basis der Cognitive Theory of Multimedia Learning nach MAYER und dem 4C/ID-Modell von MARRIENBOER und KESTER konstruiert [2,3,4]. Zur Realisierung des angedachten Kontrollgruppendesigns erfolgte parallel dazu der Übertrag in ein inhaltsgleiches statisch monomediales Format. Als Lerngegenstand diente dabei die basenkatalysierte Aldolreaktion. Grund dafür ist der vergleichsweise hohe Anspruch an das räumliche Vorstellungsvermögen, den sie trotz der geringen Anzahl an Reaktionsschritten beim nucleophilen Angriff auf den Carbonylkohlenstoff des Elektrophils stellt.

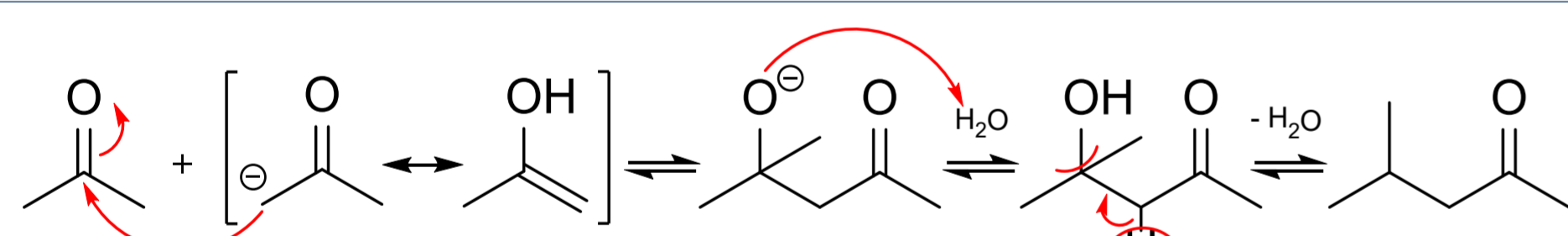


Abb. 1: Mechanismus der basenkatalysierten Aldolreaktion für zwei Acetonmoleküle

Die Teilnehmer*innen der Studie ($N = 14$) waren Lehramtsstudierende des zweiten Semesters. Sie hatten zum Zeitpunkt der Studie Vorwissen über ausgewählte Reaktionen, die dem Addition-Eliminierungs-Mechanismus an Carbonylverbindungen folgen, nicht aber zur Aldolreaktion im Speziellen. Durch randomisierte Zuteilung erfolgte eine Einteilung in Kontroll- und Experimentalgruppe, in denen die Studierenden über eine Stunde hinweg das entsprechende Treatment an Computer oder Tablet bekamen. Nach Beendigung wurden sie gebeten, einen Post-Test zu absolvieren, der aus vier Aufgaben zur Aldolreaktion bestand. Im abschließenden Interview wurden die Studierenden in Zweiergruppen dazu befragt, wie sie die Aufgaben des Post-Tests gelöst haben und welche Schwierigkeiten dabei auftraten.

Experimentalgruppe
dynamisches Multimedia

Kontrollgruppe
statisches Monomedium

POST
TEST

Interview

Abb. 2: Ablauf der Interviewstudie

Christoph Bley
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Friedrich-Schiller-Universität Jena
Didaktik der Chemie
August-Bebel-Str. 2, D-07743 Jena
christoph.bley@uni-jena.de

Marcel Simon
Wissenschaftliche/r Mitarbeiter/in
Friedrich-Schiller-Universität Jena
Didaktik der Chemie
August-Bebel-Str. 2, D-07743 Jena
m.simon@uni-jena.de

METHODE

Die durchgeführte Qualitative Inhaltsanalyse orientierte sich vorwiegend an dem von KUCKARTZ skizzierten Ablauf [5]. Nach der Transkription der Interviews bestand der erste Schritt also im wiederholten Lesen der Interviews und dem Verfassen von Memos. Die sich anschließende Entwicklung der Hauptkategorien erfolgte in enger Zusammenarbeit mit einer weiteren Person der Arbeitsgruppe, um das Kategoriensystem auf eine möglichst breite Basis zu stützen und um eine weitere fachdidaktische Perspektive zu ergänzen. In diesem Schritt der Inhaltsanalyse wurde vorwiegend deduktiv codiert. Als übergeordnete Theoriegebäude zur Ableitung weiterer Codes dienten insbesondere die Arbeiten von BHATTACHARYYA und BODNER [6]. Dabei zeigte sich, dass die Begründungen der Studierenden, warum sie bestimmte Reaktionsschritte beim Lösen der Aufgaben unternommen haben, im Wesentlichen unter drei Kategorien subsumiert werden können. Im einfachsten Fall suchten die Studierenden den Grund in einem zuvor eingepägten Algorithmus („Ich habe einfach versucht, mich daran zu erinnern, was ich im Material gelesen habe [...]“). Eine weitere oft beobachtete Argumentationsform ist das Zurückführen auf eine allgemeingültige Regel, die in den meisten Fällen in einer beschreibbaren Zwischenstufe besteht („Ich glaube ja letztlich, dass in der beta-Position letztlich dann die ähm Alkoholgruppe, also die OH-Gruppe stehen sollte und

deshalb habe ich das dann einfach so weitergeführt.“). Diese Art des Argumentierens erinnert stark an die Heuristik die BHATTACHARYYA und BODNER als „it gets me to the product“ bezeichnen [6]. Schließlich argumentieren Studierende auch entlang des Struktur-Eigenschaft Basiskonzepts, indem sie die unternommenen mechanistischen Schritte auf konkrete Strukturmerkmale auf Teilchenebene zurückführen („[...] relativ hohe Elektronendichte am alpha-C ist, glaube ich. Und dass, ja, mehr davon dem alpha-C jetzt auch eine elektronenziehende Gruppe ist, dass dann dadurch das Proton [...] abgespalten werden kann.“).

Im weiteren Verlauf der Inhaltsanalyse wurde das Kategoriensystem um weiteres Codes verfeinert und bestehende Codes durch Subcodes konkretisiert. Es zeigte sich beispielsweise, dass das Argumentieren entlang des Struktur-Eigenschaft Basiskonzepts weiter unterteilt werden kann. Die prädominante Art des Argumentierens erfolgt hierbei ausgehend vom Edukt, indem die Studierenden strukturelle Besonderheiten für das Ablaufen eines Reaktionsschrittes verantwortlich machen. Allerdings wurden auch Interviewpassagen codiert, in denen Studierende produktseitig argumentieren („Das passiert, da dann die Kohlenstoffe alle sp^2 -hybridisiert sind.“)

ERGEBNISSE

	absolute Häufigkeiten			relative Häufigkeiten (bezogen auf Summe der codierten Segmente)		
	Experimentalgruppe	Kontrollgruppe	Total	Experimentalgruppe	Kontrollgruppe	Total
Arg_Regelbasiert	14	12	26	31,8%	36,4%	33,8%
Arg_Struktur-Eigenschaft	21	15	36	47,7%	45,4%	46,8%
(ausgehend vom Edukt)	18	14	32	40,9%	42,4%	41,6%
(ausgehend vom Produkt)	3	1	4	6,8%	3,0%	5,2%
Arg_Algorithmus	6	5	11	13,6%	15,2%	14,3%
Arg_Mischform	2	0	2	4,5%	0	2,6%
Arg_Zufall	1	1	2	2,3%	3,0%	2,6%
SUMME	44	33	77	100,00	100,00	100,00

Tab 1: Kreuztabelle der Codierungen für Argumentationen der Interviewteilnehmer*innen aus MAXQDA

Der überwiegende Teil der gelieferten Erklärungen wurde auf Basis des Struktur-Eigenschaft Basiskonzepts getätigt. Die meisten dieser Argumentationen erfolgten ausgehend vom Edukt des jeweiligen Reaktionsschrittes. Häufig begründeten die Studierenden die ablaufenden Schritte auch regelbasiert. Dabei galten vor allem das β -Hydroxycarbonyl als Produkt der Aldoladdition und die α - β -ungesättigte Carbonylverbindung als Produkt der Kondensation als überprüfbar Zwischenstufen. Weniger häufig argumentierten die Studierenden über einen zuvor eingepägten Algorithmus. Diese Art der Argumentation trat insbesondere bei einer Aufgabe auf, in der sie die Edukte

eines Aldolkondensationsprodukts bestimmten sollten (Retro-Aldolreaktion). Die Unterschiede in der Häufigkeit der Argumentationsarten zwischen Kontrollgruppe und Experimentalgruppe sind vergleichsweise gering. Mit 44 von insgesamt 77 codierten Segmenten hat die Experimentalgruppe allerdings tendenziell häufiger einen getätigten Reaktionsschritt begründet. Bezogen auf die ursprüngliche Fragestellung heißt das, dass die Studierenden der Experimentalgruppe nicht grundlegend anders als die der Kontrollgruppe argumentieren, jedoch häufiger in der dazu Lage sind, das Ablaufen eines getätigten Reaktionsschrittes zu begründen.

AUSBLICK

Die vorliegende Studie war insoweit erfolgreich, als dass mit der Strukturierung des Materials sowie der Gewinnung neuer Hypothesen die Ziele der Qualitativen Inhaltsanalyse erreicht werden konnten. Es zeigte sich, dass mit der Dreiteilung der Argumentationen in algorithmisch, regelbasiert und Struktur-Eigenschaft der ganz überwiegende Teil des Materials codiert werden kann. Die aufgezeigten Trends bedürfen allerdings einer umfangreicheren Studie mit höherer Teilnehmer*innenzahl sowie einem Interviewleitfaden, der in der Lage ist, elaboriertere Redeanteile der Studierenden zu generieren.

Literatur

[1] M. RODEMER et al., „Connecting explanations to representations: benefits of highlighting techniques in tutorial videos on students' learning in organic chemistry“, *Int. J. Sci. Educ.* **2021**, 43(17), 2707-2728. [2] R. E. MAYER, „Cognitive Theory of Multimedia Learning“, in: *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. R. E. Mayer (Ed.), **2014**, New York, 43-71. [3] J. J. G. VAN MARRIENBOER, L. KESTER „The Four-Component Instructional Design Model: Multimedia Principles in Environments for Complex Learning“, in: *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. R. E. Mayer (Ed.), **2014**, New York, 104-148. [4] C. BLEY, V. WOEST, „Animating the Intermediate: Design and Evaluation of a Dynamic Multimedia Instructional Format for the Aldol Reaction“, *New Perspectives in Science Education*, **2022**, Filodiritto Editore, 103-109. [5] U. KUCKARTZ, „Qualitative Inhaltsanalyse: Methoden, Praxis, Computerunterstützung.“, Beltz Juventa, Weinheim, **2018**, 100. [6] G. BHATTACHARYYA, M. BODNER, „It Gets Me to the Product: How Students Propose Organic Mechanisms“, *J. Chem. Educ.*, **2005**, 82(9), 1402-1407.



FRIEDRICH-SCHILLER-
UNIVERSITÄT
JENA