

Dennis Roggenkämper  
Nele Milsch  
Thomas Waitz

Universität Göttingen

## **Aufgabenbasierte Videotutorials: Digitale Lehr-/Lernwerkzeuge in der schulischen und universitären Chemieausbildung**

### **Abstract**

Aufgabenbasierte Videotutorials sind ein neues Lehr-/Lernmedium insbesondere zur Vermittlung und Vertiefung von fachlichen Kompetenzen. Die Kernidee unserer Videotutorials für das Fach Chemie ist eine Verknüpfung konkreter Aufgaben- und Problemstellungen, deren Lösungen in kurzen Videos anschaulich erläutert werden. Die Lösungswege werden kleinschrittig mittels gestufter Lernhilfen erklärt und begründet, sodass diese von Studierenden mit den unterschiedlichsten Prädispositionen (Vorwissen, Lerngeschwindigkeit, Motivation) für die Gestaltung von Lernprozessen genutzt werden können. Dabei kann dieses Lehrformat verschiedene Funktionen einnehmen:

(1) Wiederholung grundlegender Fachkompetenzen (2) Kontrolle von Ergebnissen (3) Kennenlernen und reflektieren alternativer Lösungswege (4) Unterstützung beim Erwerb und der Vertiefung eigendiagnostischer Kompetenzen und damit (5) Unterstützung des selbstgesteuerten Lernens. Darüber hinaus werden mit den Videotutorials auch Möglichkeiten zur Individualisierung von Lehr-/Lernprozessen geboten, womit auch das Ziel verfolgt wird, den heterogenen Lernvoraussetzungen entgegenzuwirken.

### **Chancen beim Lernen mit Videos**

Im englischsprachigen Raum haben sich Lernvideos in den naturwissenschaftlich-technischen Studiengängen etabliert und einen positiven Effekt auf den Erwerb und die Festigung von Fachwissen. *He* untersuchte die Lernwirksamkeit von Videos in einer Vergleichsstudie im Rahmen eines Kurses zur Analytischen Chemie. Die Ergebnisse zeigen, dass der Lernerfolg (Qualität der Hausaufgaben) mit unterstützenden Lernvideos deutlich besser ausfällt als ohne Videos. Zudem haben Studierende auch durch das Lernen mit den Videos in den Prüfungen bessere Resultate erzielt als zuvor ohne die Anleitungen (*He, Swenson & Lents, 2012*).

Ansprechend gestaltete und im Internet schnell verfügbare Videos besitzen nach *Wells* das Potenzial die Studierenden zum Lernen zu motivieren und damit die Zufriedenheit steigern. Evaluationen ist zu entnehmen „[...] video tutorials have the potential to improve student satisfaction and grades by enabling and encouraging students to learn how they want, when they want, and at a pace that suits their need.“ (*Wells, Barry & Spence, 2012*).

Vor dem Hintergrund der Ergebnisse der modernen Lehr-/Lernforschung ergeben sich für die Einbindung sowie das Nutzen von Videos weitere Vorteile. Multimediale, interaktive Präsentationen unterstützen die kognitive Verarbeitung vernetzter und komplexer Informationen, da die entscheidenden Inhalte über mehrere Sinneskanäle aufgenommen werden können. Die Hinterlegung von Darstellungen mit Ton kann zu einer kognitiven Summation führen, wodurch komplexere Sachzusammenhänge besser verarbeitet und langfristig gespeichert werden können (*Niegemann, 2004*).

Zudem kann die Einbindung von dynamischen Visualisierungen und Modellen zusätzlich Konzeptverständnisse unterstützen, wodurch chemische Sachzusammenhänge in zeitlicher Kontiguität anschaulicher auf der makroskopischen, submikroskopischen und formellen Repräsentationsebene hergestellt werden können (*Johnstone, 1993; Stieff & Wilensky, 2003*).

### Lehr-/Lerntheoretische Grundlagen

Die nachfolgenden Prinzipien dienen als Richtlinie für die Entwicklung und Gestaltung der aufgabenbasierten Videotutorials. Um die Lernenden maximal zu aktivieren und möglichst langfristig die Lernbereitschaft aufrechtzuerhalten, wurden die medialen Elemente didaktisch begründet miteinander kombiniert, damit spezifische Inhalte elaborativ verarbeitet werden und nachhaltig gesichert werden.

- Multimediale Gestaltungsprinzipien nach *Mayer* und Wahrnehmungsgesetze nach *Schmidtkunz* (Mayer, 2009; Schmidtkunz, 1983).
- Handlungsempfehlungen zur Produktion von videozentrierten Online-Lerneinheiten nach *Petko* und *Reusser* (Petko & Reusser, 2005).
- Verknüpfung der Repräsentationsebenen nach *Johnstone* und im Sinne der Connected Chemistry (Johnstone, 1993; Stieff & Wilensky, 2003).
- Lernen aus klassischen Musterbeispielen (Rourke & Sweller, 2009).
- Lernen mit gestuften Lernhilfen (Stäudel, 2009).
- Lernen aus Problemstellungen (Savery, 2006).

### Struktur aufgabenbasierter Videotutorials

Unter Berücksichtigung der genannten lehr-/lerntheoretischen Grundlagen wurde folgende Struktur für aufgabenbasierte Videotutorials festgelegt:

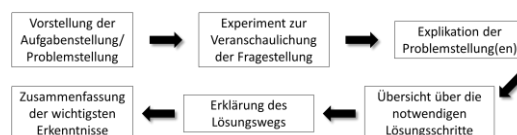


Abb. 1: Struktur zur Gestaltung von aufgabenbasierten Videotutorials.

### Umsetzung am Beispiel der Druckabhängigkeit des chemischen Gleichgewichts

Das chemische Gleichgewicht ist nach *Finlay* eines der kompliziertesten Themen im Chemieunterricht (Finlay, Stewart & Yaroch, 1982); der Literatur können zu dieser Thematik diverse Präkonzepte und Fehlvorstellungen entnommen werden (Barke, 2006).

Mit dem Videotutorial soll den Studierenden das chemische Gleichgewicht und die Beeinflussung durch den Druck anschaulich erläutert werden sowie bestehende Präkonzepte umorganisieren und Fehlvorstellungen beheben.

In einem Kolbenprober dimerisiert bei einer Temperatur von 25 °C Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) zu Distickstofftetroxid (N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>). Im Gleichgewicht stellt sich ein Partialdruck von 32000 Pa für Stickstoffdioxid und 0,68 bar für Distickstofftetroxid ein.  
Berechne die Gleichgewichtskonstante  $K_p$  und beschreibe die Gleichgewichtsverschiebung bei Verringerung des Kolbenvolumens.

Abb. 2: Aufgabe zur Druckabhängigkeit des chemischen Gleichgewichts.

Nach der Vorstellung der Aufgabenstellung (siehe Abb. 2) folgt ein kurzes Videoexperiment, das zur Aktivierung sowie zur Veranschaulichung der makroskopischen Ebene dient. Es soll den Zugang zur Fragestellung erleichtern, denn die Aufnahme von Informationen ins Gedächtnis sowie ihre Integration in den Lernprozess sind signifikant mit der visuellen Wahrnehmung verbunden. Im Anschluss an die Präsentation des Experiments wird das konkrete Problem expliziert, worauf eine Übersicht über die einzelnen Teilschritte erfolgt, die zur Lösung der Aufgabe essentiell sind. Die nachfolgende Berechnung der Gleichgewichtskonstante sowie die Erklärung der Druckabhängigkeit erfolgen deduktiv: Ausgehend von der Aufgabenstellung werden zuerst die notwendigen Grundprinzipien, Konzepte und Formeln präsentiert. Danach erfolgt der Transfer auf das konkrete Beispiel.

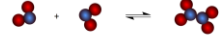
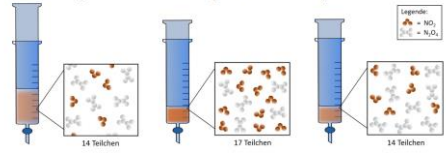
<p><b>Aufstellen der Reaktionsgleichung</b></p> <p>Dimerisierung von 2 NO<sub>2</sub>-Molekülen zu 1 N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>-Molekül:</p>  <p>Reaktionsgleichung für das NO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>-Gleichgewicht:</p> $2 \text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$	<p><b>Formulierung des Massenwirkungsgesetzes</b></p> <p>Allgemeine Reaktionsgleichung einer Gleichgewichtsreaktion:</p> $a\text{A} + b\text{B} \rightleftharpoons c\text{D} + e\text{E}$ <p>Massenwirkungsgesetz für eine allgemeine Gleichgewichtsreaktion:</p> $K_p = \frac{p^c(\text{D}) \cdot p^e(\text{E})}{p^a(\text{A}) \cdot p^b(\text{B})}$ <p>Reaktionsgleichung für das NO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>-Gleichgewicht:</p> $2 \text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ <p>Massenwirkungsgesetz für das NO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>-Gleichgewicht:</p> $K_p = \frac{p(\text{N}_2\text{O}_4)}{p^2(\text{NO}_2)}$
<p><b>Berechnung der Gleichgewichtskonstante K<sub>p</sub></b></p> <p>Einheiten umrechnen: 1 bar = 10<sup>5</sup> Pa</p> <p>p(N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) = 0,68 bar p(N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) = 0,68 bar · 10<sup>5</sup> Pa p(N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) = 68000 Pa</p> <p>p(NO<sub>2</sub>) = 32000 Pa</p> <p>Berechnung der Gleichgewichtskonstante für das NO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>-Gleichgewicht:</p> $K_p = \frac{p(\text{N}_2\text{O}_4)}{p^2(\text{NO}_2)} = \frac{68000 \text{ Pa}}{(32000 \text{ Pa})^2} = 664000 \text{ Pa}^{-1} = 6,64 \cdot 10^3 \text{ Pa}^{-1} = 6,64 \text{ bar}^{-1}$ <p>Das Gleichgewicht liegt auf der Seite des Produkts N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>.</p> <p>K &gt;&gt; 1 : Das Gleichgewicht liegt auf der Seite der Produkte. K &lt;&lt; 1 : Das Gleichgewicht liegt auf der Seite der Edukte.</p>	<p><b>Erläuterung der Druckänderung mit dem Prinzip von Le Châtelier</b></p>  <p>Gleichgewichtszustand: 2 NO<sub>2</sub>(g) ⇌ N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>(g) (14 Teilchen)</p> <p>Gleichgewichtsverschiebung durch Volumensverringern: NO<sub>2</sub>(g) &gt; N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>(g) (17 Teilchen)</p> <p>wieder eingestellter Gleichgewichtszustand: 2 NO<sub>2</sub>(g) ⇌ N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>(g) (14 Teilchen)</p> <p>Folge: 2 NO<sub>2</sub>(g) ⇌ N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>(g)</p>

Abb. 3-6: Ausschnitte aus einem aufgabenbasierten Videotutorial zur Beeinflussung des chemischen Gleichgewichts durch den Druck.

### Einbindung und Evaluation der Videotutorials in einen Chemie-Vorkurs

Im Rahmen des Chemie-Propädeutikums 2017 der Fakultät für Chemie der Universität Göttingen wurden die Videotutorials zur Wiederholung und Festigung von fachlichen Grundlagen eingesetzt und in einer Pilotstudie mit 93 Teilnehmern evaluiert. Folgende Abbildung fasst die Evaluationsergebnisse zusammen:

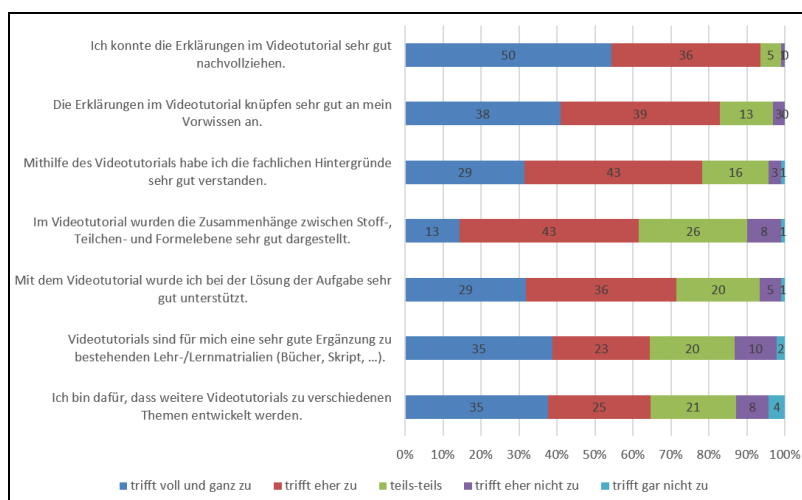


Abb. 7: Übersicht die Ergebnisse der Pilotstudie.

Die Ergebnisse der Pilotstudie zeigen, dass unsere Videotutorials insgesamt als sinnvolle Ergänzung zu den bestehenden Lernmaterialien eingeschätzt werden. Die Studierenden konnten die Erklärungen überwiegend sehr gut nachvollziehen. Zudem knüpfen die bisher erstellten Videotutorials an das Vorwissen an. Die Mehrheit der Studierenden wünscht Videotutorials zu weiteren Themenschwerpunkten.

**Literatur**

- Barke, H.D. (2006). Diagnose und Korrektur von Schilervorstellungen. Berlin, Heidelberg: Springer. 149-151
- Finley, F.N., Stewart, J., Yaroch, W.L. (1982). Teachers` perceptions of important and difficult science content. *Science Education*, Ausgabe 4, 531-538
- He, Y., Swenson, S., Lents, N. (2012). Online Video Tutorials Increase Learning of Difficult Concepts in an Undergraduate Analytical Chemistry Course. *Journal of Chemical Education* 89 (9), 1128-1132
- Johnstone, A.H., (1993). The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. *Journal of Chemical Education* 70 (9), 701
- Mayer, R.E., (2009). *Multimedia Learning*. Cambridge, New York, 85-242
- Niegemann, H. (2004). *Kompodium E-Learning*. Berlin, Heidelberg
- Petko, D., Reusser, K. (2005). Praxisorientiertes E-Learning mit Video gestalten. *Handbuch E-Learning*
- Rourke, A., Sweller, J. (2009). The worked-example effect using ill-defined problems: Learning and Instruction 19 (2), 185-199
- Savery, J.R. (2006). Overview of Problem-based Learning: Definitions and Distinctions. *International Journal Problem-Based Learning* 1 (1)
- Schmidtkunz, H. (1983). Die Gestaltung chemischer Demonstrationsexperimente nach wahrnehmungspsychologischen Erkenntnissen. *Naturwissenschaften im Unterricht-Physik/Chemie*. 360
- Stüdel, L. (2009). Differenzieren im Chemieunterricht. *Naturwissenschaften im Unterricht* 20, 9-11
- Stieff, M., Wilensky, U. (2003). Connected Chemistry-Incorporating Interactive Simulations into the Chemistry Classroom. *Journal of Science Education and Technology* 12 (3), 2003, 285-302
- Wells, J., Barry, R.M., Spence, A. (2012). Using Video Tutorials as a Carrot-and-Stick Approach to Learning. *IEEE Transactions on Education* 55 (4), 453-458