

Theoriegeleitete Gestaltungskriterien zur Erstellung von Animationen für den Chemieunterricht

Problemstellung

Die Inhalte des Chemieunterrichts lassen sich nach dem Johnstone-Dreieck auf drei Repräsentationsebenen verorten (Johnstone, 1993): die makroskopische, die submikroskopische und die symbolische Ebene. Häufig wird im Unterricht ein Erkenntnisweg gewählt, der die Inhalte auf der makroskopischen Ebene durch Experimente präsentiert und auf der symbolischen Ebene die Ergebnisse verschriftlicht. Dieser Weg kann jedoch zu Verständnisschwierigkeiten bei den Schüler*innen führen (Wu & Shah, 2004). Ein Weg, der diese Probleme vorbeugen kann, führt über submikroskopische Repräsentationen und die Vernetzung mit anderen Ebenen (Wu & Shah, 2004). Eine besonders geeignete Möglichkeit zur Darstellung der Teilchenebene sind Animationen, da diese das dynamische Wesen von chemischen Prozessen adäquat abbilden können. Jedoch bieten Animationen derart viele Gestaltungsmöglichkeiten, sodass eine theoretische Grundlage benötigt wird, um dieses digitale Medium optimal für das Lernen und Lehren im Chemieunterricht zu erstellen. In diesem Beitrag soll daher ein theoriegeleiteter Kriterienkatalog für die Erstellung lernwirksamer Animationen vorgestellt werden, der aus der Verknüpfung von mehreren Fachdisziplinen entstanden ist. Im aktuellen Stadium ist dieser Katalog als Diskussionsvorschlag zu sehen.

Übersicht über die theoretischen Grundlagen für den Kriterienkatalog

Vier Fachdisziplinen sind von besonderer Bedeutung bei der Erstellung von Animationen für den Chemieunterricht: Chemiedidaktik, Lehr-/Lernforschung, Wahrnehmungspsychologie und neurowissenschaftliche Forschung.

Durch Chemiedidaktik und die Lehr-/Lernforschung lassen sich Kriterien ableiten, wodurch besonders Fehlvorstellungen bzw. Präkonzepte der Lernenden beachtet und mögliche Unterrichtssituationen für den Einsatz von Animationen identifiziert werden können (z.B. Barke et al., 2018). Außerdem spielt die Sequenzierung von Lerninhalten durch geeignet gewählte kurze Pausen bei der Vermittlung von Inhalten eine wichtige Rolle für den Lernprozess (vgl. Boucheix et al., 2013) sowie die Berücksichtigung von cognitive load (vgl. Paas & Sweller, 2014).

Dabei fasst das Animation Processing Model (Lowe & Schnotz, 2014) die Denkprozesse bei der Wahrnehmung von Animationen zusammen. Eine Kurzfassung zeigt Abbildung 1.

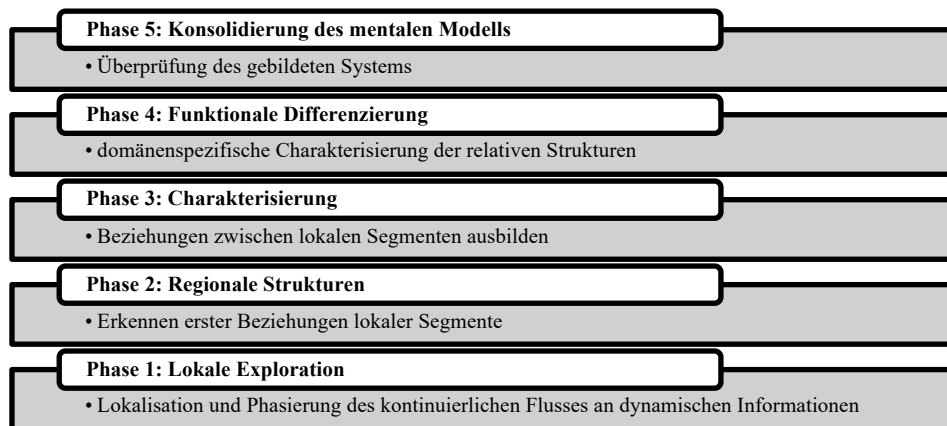


Abbildung 1: Kurzfassung des Animation Processing Models nach Lowe und Schnotz (2014)

Aus dem Bereich der Wahrnehmungspsychologie können Erkenntnisse über Gestaltgesetze und empirisch belegte Prinzipien in den Kriterienkatalog einfließen. Außerdem können Probleme und Grenzen der Wahrnehmung eine wichtige Rolle spielen. (z.B. Müsseler & Rieger, 2017)

Auch die Arbeiten im Bereich der neurowissenschaftlichen Forschung können einen bedeutenden Beitrag zu dem Kriterienkatalog liefern. Denn der Aufbau des Gehirns und unserer Sinnesorgane spielt eine zentrale Rolle in der Verarbeitung von Animationen. Auch die kortikalen Verarbeitungspfade beeinflussen die Wahrnehmung verschiedener durch Animationen repräsentierter Informationen. (vgl. Bear et al., 2018)

Insgesamt wurden in einer Literaturrecherche 64 Quellen mit diesen Schwerpunkten gesichtet und daraus 19 verschiedene Kriterien identifiziert. Diese bilden eine erste Rohfassung¹ des Katalogs. Diese sind nach den Schwerpunkten Inhalt, Gestaltung und Didaktik sortiert und in einer tabellarischen Anordnung mit Literaturquellen und Begründung versehen. Im Folgenden werden einige Kriterien exemplarisch vorgestellt.

Exemplarische Vorstellung einiger Kriterien

Nach Sinneinheiten (micro chunks) sind kurze Pausen vorhanden.

Die Lernenden können besonders in der ersten Phase der Informationsverarbeitung unterstützt werden, indem durch geeignete Pausen bereits eine Phasierung der dynamischen Informationen vorliegt (Lowe & Schnotz, 2014). Dies kann dazu beitragen den cognitive load zu reduzieren (Boucheix et al., 2013).

Es wurde eine effektive Verknüpfung der Animation mit makroskopischer und symbolischer Ebene angestrebt.

Die Stellung einer Animation im Unterricht ist zentral für die Lernprozesse der Schüler*innen. Eine positive Einbettung wird so beschrieben, dass ein Experiment die makroskopische Ebene betrachtet, im Anschluss die submikroskopische Ebene beispielsweise durch eine Animation adressiert wird und abschließend die Auswertung auf der symbolischen Ebene stattfindet (Wu & Shah, 2004). Somit sind die Ebenen zwar miteinander verknüpft, jedoch klar voneinander

¹ abrufbar unter: <https://banerji-lab.com/wp-content/uploads/2024/09/2024-09-GDCP-Gestaltungskriterien-Rohfassung.pdf>

abgegrenzt. Eine Gefahr für die Entwicklung von Fehlvorstellungen birgt das Vermischen der Ebenen. Negativbeispiele sind Animationen, die gleichzeitig mehrere Ebenen darstellen, die nicht klar voneinander getrennt sind, da diese Fehlvorstellungen zur Teilchengröße und zu Teilchen als Eigenschaftsträger hervorrufen können (Barke et al., 2018).

Es wurden geradlinige oder vorhersehbare Bewegungen verwendet.

In manchen chemischen Prozessen bewegen sich Teilchen nicht vorhersehbar oder geradlinig, wodurch die Wahrnehmung beeinträchtigt werden kann. Ein Sinnesreiz aktiviert nicht nur die betroffene Ganglienzelle auf der Netzhaut, es werden außerdem umgebene (Berry et al., 1999) und korrespondierende kortikale Zellen (Erlhagen et al., 1999) in einem geradlinigen Aktivierungsmuster präaktiviert. Diese sorgt für eine schnellere Reizaufnahme, falls der Reiz tatsächlich auf diese Sinneszellen trifft (Müsseler & Rieger, 2017). Ist dies nicht der Fall, dann kann es zu Lokalisationsfehlern (Flash-lag Effekt) (Müsseler & Rieger, 2017) kommen und das animierte Objekt wird für einige Zehntelsekunden nicht wahrgenommen.

Die Wahrnehmung wurde auf relevante Aspekte der Animation gelenkt.

Gerade bei Animationen, die sehr viele Details beinhalten, ist es wichtig die Aufmerksamkeit auf die für den Erkenntnisgewinn bedeutenden Bereiche der Animation zu lenken. Dies kann einfach durch rote Kästchen um den wichtigen Bereich, durch Pfeile oder ein Aufblinken von Objekten realisiert werden. Dabei werden die Lernenden in Phase 1 des Animation Processing Models (siehe Abbildung 1) unterstützt (Lowe & Schnotz, 2014). Ähnlich wie bei dem vorherigen Kriterium kann das relevante Objekt für einige Sekunden nicht wahrgenommen werden, falls es außerhalb des scharfen Sichtfeldes liegt (Müsseler & Rieger, 2017).

Detail- und Bewegungswahrnehmung sind voneinander abgegrenzt.

Sich bewegende Objekte können nicht detailreich wahrgenommen werden. Für dieses Phänomen lassen sich Evidenzen in den kortikalen Verarbeitungspfaden und dem Aufbau der Netzhaut finden. Auf dieser befinden sich sogenannte P-Typ Ganglienzellen mit kleinen rezeptiven Feldern zur Wahrnehmung von Details und M-Typ Ganglienzellen mit großen rezeptiven Feldern zur Bewegungswahrnehmung (Bear et al., 2018). Die Informationen dieser verschiedenen Zelltypen werden auch in zwei voneinander getrennten Verarbeitungspfaden weitergeleitet und in verschiedenen Gehirnarealen (posterior parietaler Cortex und infero-temporaler Cortex) interpretiert (Müsseler & Rieger, 2017).

Ausblick

Der Beitrag zeigt, dass ein Kriterienkatalog entwickelt werden konnte, der eine Grundlage für Lehrkräfte bieten kann, um bei der Erstellung von lernwirksamen Animationen für den Chemieunterricht zu unterstützen. Jedoch muss dieser Katalog durch Expert*innen-Interviews noch überprüft werden, um die Vollständigkeit zu überprüfen. Durch Befragungen könnte die Anwendbarkeit erhoben werden.

Es besteht Potential aus den Kriterien mit einer passenden Skala ein Messinstrument zur Qualität von Animationen zu bilden. Dazu kann beispielsweise cognitive load als Indikator dienen, ob Animationen, die diese Kriterien erfüllen, leichter verarbeitet werden können als andere. Dies würde dazu beitragen die Validität des Kriterienkatalogs zu erhöhen. Als Maß für die Objektivität sollte eine Interrater-Korrelation berechnet werden.

Literatur

- Barke, H.-D., Harsch, G., Kröger, S., & Marohn, A. (2018). *Chemiedidaktik kompakt*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-56492-9>
- Bear, M. F., Connors, B. W., & Paradiso, M. A. (2018). *Neurowissenschaften: Ein grundlegendes Lehrbuch für Biologie, Medizin und Psychologie* (A. K. Engel, Hrsg.; A. Held & M. Niehaus, Übers.; 4. Auflage). Springer Spektrum. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-57263-4>
- Berry, M. J., Brivanlou, I. H., Jordan, T. A., & Meister, M. (1999). Anticipation of moving stimuli by the retina. *Nature*, 398(6725), 334–338. <https://doi.org/10.1038/18678>
- Boucheix, J.-M., Lowe, R. K., Putri, D. K., & Groff, J. (2013). Cueing animations: Dynamic signaling aids information extraction and comprehension. *Learning and Instruction*, 25, 71–84. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2012.11.005>
- Erlhagen, W., Bastian, A., Jancke, D., Riehle, A., & Schöner, G. (1999). The distribution of neuronal population activation (DPA) as a tool to study interaction and integration in cortical representations. *Journal of Neuroscience Methods*, 94(1), 53–66. [https://doi.org/10.1016/S0165-0270\(99\)00125-9](https://doi.org/10.1016/S0165-0270(99)00125-9)
- Johnstone, A. H. (1993). The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. *Journal of Chemical Education*, 70(9), 701. <https://doi.org/10.1021/ed070p701>
- Lowe, R. K., & Schnotz, W. (2014). Animation Principles in Multimedia Learning. In R. E. Mayer (Hrsg.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (2. Aufl., S. 513–546). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139547369.026>
- Müsseler, J., & Rieger, M. (Hrsg.). (2017). *Allgemeine Psychologie*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-53898-8>
- Paas, F., & Sweller, J. (2014). 2 Implications of Cognitive Load Theory for Multimedia Learning. *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*(2), 42. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139547369>
- Wu, H.-K., & Shah, P. (2004). Exploring visuospatial thinking in chemistry learning. *Science Education*, 88(3), 465–492. <https://doi.org/10.1002/sce.10126>