

Martina Graichen¹
 Tom Jungbluth¹
 Silke Mikelskis-Seifert¹

¹Pädagogische Hochschule Freiburg

Pädagogische Agenten für digital-unterstütztes Experimentieren mit Comics

Experimentieren mit modernen Anleitungen unterstützen. Zentraler Bestandteil des Physikunterrichts sind Experimente (Duit et al., 2010) – als Versuch, Demonstrations- oder Schülerexperiment. In der Regel werden Schülerexperimente durch die Lehrkraft oder eine Anleitung unterstützt (Hopf, 2007). Eine Möglichkeit, das Experimentieren zu strukturieren und zu unterstützen, kann über in digitale Medien eingebettete Anweisungen erfolgen. Derartige Medien ermöglichen es ferner, einen zusätzlichen Mehrwert zu schaffen; z.B. in Form von (Hintergrund-)Informationen, Erklärvideos, sowie, motivierenden und/oder veranschaulichenden Versuchen, die als Video abspielbar sind. So lässt sich eine Lernumgebung schaffen, in die Schülerexperimente sinnstiftend eingebettet sind. Um den Lernenden beim Durchlaufen einer solchen multimedialen Abfolge von Elementen (Informationen, Anleitung, Experiment, Interpretation) einen roten Faden zu geben, bietet sich die Erzählung einer Geschichte (Story) an, die sich im Ablauf der Lernumgebung stetig weiterentwickelt und demzufolge alle enthaltenen Elemente verbindet.

Der Ansatz des Storytellings. Lernen durch Storytelling ist ein traditioneller Weg, wie Werte, Ideen, Konzepte und Vorstellungen über Generationen hinweg vermittelt wurden (Hasper, 2009; Lacin-Smsek, 2019; Morelli, 2017). Die Einbettung der Inhalte in Geschichten erleichtert den Abruf und die spätere Erinnerung, wodurch die Inhalte schneller und effektiver erlernbar sind (z.B. Klassen & Klassen, 2014). Für die Lernenden ist es hierbei wichtig, dass Fiktion und Realität klar unterscheidbar sind (Greenhalgh-Spencer, 2019) und dass wenig Raum für Interpretationen bleibt. Im naturwissenschaftlichen Unterricht bieten sich für die Vermittlung von Inhalten durch Geschichten auch historische Bezüge an (Lacin-Smsek, 2019), um auf zeitliche Entwicklungen des Inhaltsgebietes sowie auf die Dauer der Erkenntnisgewinnung einzugehen. Comics bieten die Möglichkeit, Geschichten zu erzählen und den Lernprozess für Schüler:innen motivierend zu gestalten, (Krdzic & Wenning, 2015). Wie im digitalen Storytelling gibt es in Comics meist Hauptfiguren, die durch die Handlung leiten und die man bei den Erlebnissen begleitet. Solche Hauptfiguren können z.B. pädagogische Agenten (Bannert et al, 2011) sein.

Pädagogische Agenten. Meta-Analysen (z.B. Schroeder, Adesope & Gilbert, 2013; Castro-Alonso, Wong, Adesope & Paas, 2021) stellten generell lernförderliche Effekte ($g = .19$ bis $g = .38$) von pädagogischen Agenten fest, wobei die Betrachtung der Moderatoreffekte eine eher gemischte Befundlage aufzeigt (z.B. STEM, Castro-Alonso et al., 2021). Die Wirkung pädagogischer Agenten kann auf das *Emotional Design* zurückzuführen sein. *Emotional Design* stellt den affektiv-motivationalen Gegenpart des Lernens gegenüber kognitiven Affekten (D’Mello & Gaesser, 2012; Fiedler & Beier, 2014), wie der kognitiven Theorie des multimedialen Lernens (CTML, Mayer, 2009) oder der *Cognitive Load Theorie* (CLT;

Sweller, Ayeres & Kalyuga, 2011), dar. Generell ist eine positive Stimmung lernförderlicher und führt zu besseren Lernergebnissen (z.B. Reichert o.J., Pekrun et al, 2002).

Forschungsfrage

In dieser Studie gehen wir der Frage nach, wie Figuren aussehen sollen, die durch ein Comic führen und sowohl Mädchen als auch Jungen ansprechen. Die Figuren müssen in der Lage sein, das Experimentieren zu strukturieren und gleichzeitig Sachverhalte zu erklären. Zu dem Anliegen gibt es wenig empirische Ergebnisse und soll deshalb explorativ untersucht werden.

Teilnehmende, Design und Methode

Aufgrund der Verortung der Thematik „Magnetismus“ in den Bildungsplan wurden 128 sechst und siebt Klässler:innen (Alter: $M = 12,02$, $SD = 0,71$; 41,4% weiblich) aus acht Klassen an vier Schulen (85,2 % Realschule, 13,3% Gemeinschaftsschule) befragt.

Wunschfigur. Alle Teilnehmenden beantworteten zunächst Fragen über ihre Wunschfigur, indem sie ihre präferierte Wunschfigur (Mensch, Superheld:in, Tier, Roboter, Fabelwesen, Alien) ankreuzen konnten. Ferner wurde das Alter in fünf Kategorien (Kind, Jugendliche, Erwachsene, jung/älter/sehr alt) sowie das Geschlecht (männlich, weiblich, divers, irrelevant) der Wunschfigur abgefragt. Am Ende erfolgte eine Einschätzung der Wirkung dreier Emotionen (Valenz = Freude, Arousal = Erregung, Dominanz) auf jeweils einer Skala von 1-5 (1=unglücklich, ruhig, kontrolliert; 5=glücklich, aufgeregt, kontrollierend, über die SAM-Skala, Bradley & Lang, 1994).

Rangfolge von Beispielen. Im Anschluss brachten alle Teilnehmenden neun vorgegebene Figuren in eine Rangfolge. Für die am besten und schlechtesten bewertete Figur sollte die emotionale Wirkung (s.o.: SAM-Skala: Valenz, Arousal, Dominanz) eingeschätzt werden.

Ergebnisse

Wunschfigur. Die statistische Auswertung zwischen dem Geschlecht der Teilnehmenden (männlich vs. weiblich) und der Kategorie der Wunschfigur (Tab.1) zeigte keinen signifikanten Zusammenhang $\chi^2(6)=11,94$, $p=,063$ $V=0,31$. Jedoch zeigten sich signifikante Zusammenhänge in Bezug zur Wunschfigur auf Geschlecht (Tab.2) $\chi^2(8)=1110,77$, $p<,001$, $V=0,66$ Alter (Tab.2) $\chi^2(8)=18,37$, $p=,019$, $V=0,27$, und den emotionalen Wirkungen (Tab.3).

Tabelle 1. Auswahl der Kategorien der Wunschfigur nach Geschlecht der Teilnehmenden in %

	Mensch	Superheld	Tier	Roboter	Fabelwesen	Alien	Sonstiges
Weiblich	32,1	24,4	18,9	7,5	11,3	3,8	0,0
Männlich	16,2	23,0	16,2	14,9	10,8	6,8	12,2

Tabelle 2. Auswahl von Geschlecht und Alter der Wunschfigur in %

TN	Geschlecht Wunschfigur				Alter Wunschfigur				
	Männlich	Weiblich	Divers	Irrelev.	Kind	Jugend	Jung	Alt	Sehr alt
Weiblich	9,4	75,5	3,8	9,4	24,5	50,9	22,6	1,9	0,0
Männlich	82,4	1,4	4,1	2,7	6,8	33,8	45,9	4,1	5,4

Tabelle 3. Emotionale Wirkung der Wunschfigur

	Weiblich ♀:		Männlich ♂		t-Test (df = 123)		
	M	SD	M	SD	t	p	d
Valenz	4,00	1,04	3,64	1,14	1,84	0,034	1,09
Arousal	3,31	0,98	2,99	1,07	1,68	0,048	1,03
Dominanz	4,06	0,89	3,71	0,87	2,07	0,020	0,92

Vorgegebene Beispiele. Die deskriptive Auswertung der vorgegebenen Beispiele zeigte kontroverse Ergebnisse bei den eher non-binären Figuren Alien, Superheld und Roboter. Hier wählten die Jungen das Alien und den Roboter vor allem auf die beiden vorderen Ränge, während die Mädchen das Alien und den Roboter eher auf die hintersten Ränge wählten. Die Mädchen platzierten den Superhelden verstärkt auf die ersten und den letzten Rang.

Im Anschluss wurden die Ergebnisse weiterführend interpretiert und die menschlichen Beispiele gegenüber den nicht-menschlichen Beispielen (Superheld, Roboter und Alien) nach Rang 1 und 9 unterschieden. Für beide Ränge zeigte sich ein signifikantes Ergebnis, erster Rang $\chi^2(2) = 7,27, p = ,013, V = 0,24$ (♀: 50% Mensch, ♂: 20% Mensch), letzter Rang $\chi^2(2) = 15,24, p < ,001, V = 0,35$ (♀: 36,5% Mensch, ♂: 68,9% Mensch). Um die emotionale Wirkung zu bewerten, wurde für jede der Emotionen eine ANOVA mit Messwiederholung gerechnet (Zwischensubjektfaktor: Geschlecht Teilnehmende, Wiederholungsfaktor: Rang). Die Ergebnisse (Tab.4) zeigen für das Geschlecht keinerlei Unterschiede, jedoch signifikante Ergebnisse für den Rang in Bezug auf Valenz und Dominanz, nicht aber für Arousal.

Tabelle 4. Ausprägung der emotionalen Wirkung in Abhängigkeit des Ranges und Geschlecht

	Valenz				Arousal				Dominanz			
	Rang 1		Rang 9		Rang 1		Rang 9		Rang 1		Rang 9	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Weiblich	3,98	1,02	2,81	1,21	2,67	1,21	2,63	1,44	3,20	1,08	2,68	1,32
Männlich	3,93	1,00	2,99	1,76	2,33	1,19	2,62	1,47	3,93	1,00	2,85	1,11
Geschlecht	$F=0,09, p=0,765, \eta_p^2=0,00$				$F=0,87, p=0,353, \eta_p^2=0,01$				$F=0,00, p=0,984, \eta_p^2=0,00$			
Rang	$F=55,93, p<0,001, \eta_p^2=0,33$				$F=0,52, p=0,472, \eta_p^2=0,01$				$F=5,59, p=0,020, \eta_p^2=0,05$			

Anmerkung. df = 1, 113 für die Haupteffekte Geschlecht (♀ vs. ♂) und Rang (R1 vs. R9) der ANOVAs.

Zusammenfassung der Ergebnisse. Die Ergebnisse zeigen, dass sich Jungen und Mädchen sowohl unterschiedliche Figuren in Bezug auf Geschlecht, Alter und emotionale Wirkung der Figuren in einem Comic zum Experimentieren wünschen als auch unterschiedliche Figuren auf die vordersten und hintersten Ränge platzieren. Diese Ergebnisse sind relevant für die Gestaltung einer digitalen Lernumgebung mit pädagogischen Agenten, da die Figuren auf den vordersten bzw. hintersten Ränge eine unterschiedliche Valenz- und Dominanzwirkung haben, sich die Figuren jedoch bei Mädchen und Jungen unterschieden. Somit können pädagogischen Agenten das Lernen von Mädchen und Jungen unterschiedlich beeinflussen.

Umsetzung in der Lernumgebung

Um die Ergebnisse der Jungen und Mädchen zu beachten, fiel die Entscheidung für die pädagogischen Agenten der comicbasierten Lernumgebung zum Magnetismus auf einen Roboter (MetaRob) und einen menschlichen, geschlechtsneutralen Superhelden (Kogni). Kogni und MetRob reisen mit ihrem Raumschiff (vgl. digitale Lernumgebung „INEXdigital“ in Graichen et al., im Druck). Sie sammeln auf der Erde Gegenstände, sind auf drei Zeitreisen

ins Antike Griechenland, nach China vor ca. 2000 Jahren und zu Christoph Kolumbus. Dort berichten die historischen Personen von ihren Entdeckungen und zeigen Realversuche in abspielbaren Videos, um die Entdeckungen den Schüler:innen zu verdeutlichen. Danach fliegen MetaRob und Kogni in ihr Labor und leiten zwei Hands-on Experimente zur Wirkung von Magneten an. Am Ende der Lernumgebung erhalten die Schüler:innen eine schriftliche Zusammenfassung zu Permanentmagneten.

Literatur

- Bradley, M. M., & Lang, P. J. (1994). Measuring emotion: the Self-Assessment Manikin and the Semantic Differential. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 25(1), 49–59.
- Berlyne, D.E. Novelty, complexity, and hedonic value. *Perception & Psychophysics* 8, 279–286 (1970).
- Brom, C., Stárková, T., & D’Mello, S. K. (2018). How effective is emotional design? A meta-analysis on facial anthropomorphisms and pleasant colors during multimedia learning. *Educational Research Review*, 25, 100–119. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2018.09.004>
- Castro-Alonso, J. C., Wong, R. M., Adesope, O. O., & Paas, F. (2021). Effectiveness of multimedia pedagogical agents predicted by diverse theories: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 33(3), 989–1015.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences (2nd ed.)*. Hillsdale, NJ Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Duit, R., Tesch, M. & Mikelskis-Seifert, S. (2010). *Piko-Brief Nr. 7: Das Experiment im Physikunterricht*. Zugriff unter <http://www.ipn.uni-kiel.de/de/das-ipn/abteilungen/didaktik-der-physik/piko/pikobriefe032010.pdf>
- Fiedler, K., & Beier, S. (2015). Affect and cognitive processes in educational contexts. In *International Handbook of Emotions in Education* (Bd. 698, S. 36–55). Routledge.
- Graesser, A. C., & D’Mello, S. (2012). Emotions during the learning of difficult material. In B. H. Ross (Hrsg.), *The Psychology of Learning and Motivation* (Bd. 57, S. 183–225). Elsevier.
- Graichen, M., Jungbluth, T., Wächter, L., Zinser Th. & Mikelkelkis-Seifert, S. (im Druck). Comics: Auf ins Antike Griechenland – Entdeckung der Magnetsteine. In Hrsg. J. Meßinger-Koppelt, J. Maxton-Küchenmeister. Naturwissenschaften digital. Toolbox für den Unterricht. Band 3. Hamburg: Joachim-Herz-Stiftung.
- Greenhalgh-Spencer, H. (2019). Teaching with stories: Ecology, haraway, and pedagogical practice. *Studies in Philosophy and Education*, 38(1), 43–56. <https://doi.org/10.1007/s11217-018-9628-1>
- Hasper, A. (2019, Januar 31). *The art of storytelling with Anna Hasper*. Resources for English Language Learners and Teachers | Pearson English.
- Hopf, M. (2007). Problemorientierte Schülerexperimente: Zugl.:München,Univ.,Diss.,2007. Studien zum Physik- und Chemielernen. Berlin: Logos-Verl. Zugriff unter http://deposit.d-nb.de/cgi-bin/dokserv?id=3018834&prov=M&dok_var=1&dok_ext=htm
- Krdzic, M. & Wenning, S. (2015). Lernen mit Comics. Aufgaben für den Biologieunterricht. Norderstedt (Unterrichtsmaterialien aus Forschung und Praxis ; 8)
- Kromka, S. M., & Goodboy, A. K. (2021). The effects of relevant instructor self-disclosure on student affect and cognitive learning: A live lecture experiment. *Communication Education*, 70(3), 266–287. <https://doi.org/10.1080/03634523.2021.1900583>
- Laçin-Şimşek, C., (2019). What can stories on history of science give to students? Thoughts of science teachers candidates. *International Journal of Instruction*, 12(1), 99–112. <https://doi.org/10.29333/iji.2019.1217a>
- Mehta, R., & Zhu, R. J. (2009). Blue or red? Exploring the effect of color on cognitive task performances. *Science*, 323(5918), 1226–1229. <https://doi.org/10.1126/science.1169144>
- Pekrun, R., Goetz, T., Titz, W., & Perry, R. P. (2002). Academic emotions in students’ self-regulated learning and achievement: A program of qualitative and quantitative research. *Educational Psychologist*, 37(2), 91–105. https://doi.org/10.1207/s15326985ep3702_4
- Plass, J. L., Heidig, S., Hayward, E. O., Homer, B. D., & Um, E. (2014). Emotional design in multimedia learning: Effects of shape and color on affect and learning. *Learning and Instruction*, 29, 128–140. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2013.02.006>
- Reichert, S. (o. J.). *Institut für Softwaretechnik und Theoretische Informatik: SAM*. TU-berlin.de. Abgerufen 13. September 2022, von https://www.qu.tu-berlin.de/menue/forschung/laufende_projekte/joyofuse/joy_of_use/joy_of_use/measurement_methods/sam/
- Schroeder, N. L., Adesope, O. O., & Gilbert, R. B. (2013). How effective are pedagogical agents for learning? A meta-analytic review. *Journal of Educational Computing Research*, 49(1), 1–39.
- Wilson, G. D. (1966). Arousal properties of red versus green. *Perceptual and motor skills*, 23(3), 947–949.