

Christian Dictus-Christoph¹
Rüdiger Tiemann¹

¹Humboldt-Universität zu Berlin

Förderung von Critical Thinking mit der Lernumgebung MINT-Town

Einleitung

Die fortschreitende Digitalisierung birgt neben zahlreichen Einsatzmöglichkeiten in unterschiedlichen Lebensbereichen auch neuartige Herausforderungen, wie zum Beispiel den Umgang mit der umfassenden Verfügbarkeit von Informationen sowie die steigende Komplexität und Dynamik aktueller und zukünftiger Themengebiete (z.B. Pandemie, Klimaschutz, Energiekrise). Um Schüler:innen angemessen auf diese Herausforderungen vorzubereiten, ist die Förderung der „key competencies for lifelong learning“ (EU, 2019) bzw. der „21st Century Skills“ (OECD, 2018) von zentraler Bedeutung. Eine dieser Kompetenzen - Critical Thinking - wird in der von uns entwickelten spielbasierten digitalen Lernumgebung MINT-Town adressiert, welche zudem durch den gezielten Einsatz von Gamification-Elementen zu einer ausgiebigen Auseinandersetzung mit den fachbezogenen Inhalten motiviert.

Theoretische Rahmung

Critical Thinking ist ein vielfach beschriebenes Konstrukt, das beispielsweise von Ennis (1987) als „angemessenes Denken“ definiert wird, „welches darauf ausgerichtet ist, was man denken oder tun sollte“. Im Rahmen der APA Delphi Studie (1988-1990) wurde dieses Konstrukt von Experten aus verschiedenen Fachbereichen in „affektive Dispositionen“ und „kognitive Fähigkeiten“ unterteilt (Facione, 1990). Parallel dazu entwickelte Ennis (2011) seine eigene Liste von „critical thinking abilities“ weiter, die eine gute Basis darstellt, um Teilfähigkeiten des Critical Thinking identifizieren und gezielt fördern zu können. Diese kognitiven Fähigkeiten gewinnen in Hinblick auf die fortschreitende Digitalisierung und der damit verbundenen globalen Vernetzung, steigenden Komplexität aktueller Themen und der leichten Verfügbarkeit großer Informationsmengen zunehmend an Bedeutung.

Eine zentrale Herausforderung bei der Konzipierung einer zeitgemäßen Lernumgebung ist es, dass sich die Schüler:innen hinreichend lange mit dieser auseinandersetzen. Insbesondere bei komplexen Inhalten und Konstrukten wie dem Critical Thinking sind motivierende Bestandteile von besonderer Bedeutung. Unter dieser Prämisse haben wir eine spielbasierte digitale Lernumgebung entwickelt, welche einerseits die Möglichkeit bietet, authentische Kontexte darzustellen und andererseits die Einbettung motivierender Gamification-Elemente ermöglicht. Gamification bezeichnet dabei die Implementierung von Designelementen aus der Videospielebranche in andere Kontexte (Deterding et al., 2011) zur Erhöhung der Motivation, beispielsweise um - im Kontext des Lernens - das Lösen von Problemen zu unterstützen (Kim et al., 2018).

Lernumgebung

Die digitale Lernumgebung MINT-Town besteht aktuell aus drei Szenarien (Abb. 1), welche mit der Software „RPG Maker MV“ (Gotcha Gotcha Games Inc., 2015) nach dem FDDLE

Framework (Tiemann & Annaggar, 2020) entwickelt und in mehreren Überarbeitungszyklen angepasst wurden (Dictus & Tiemann, 2021).

Das erste Szenario dient als Tutorial und bietet Spieler:innen die Möglichkeit, sich mit der Spielsteuerung vertraut zu machen sowie erste Teilfähigkeiten des Critical Thinking (z.B. „Analyse von Argumenten“, „Fokus auf eine Fragestellung“, „Beobachten“) am authentischen Kontext eines eutrophierten Teiches zu erproben.



Abb. 1: Die Spieler:innen von MINT-Town werden in den drei Szenarien mit authentischen Problemkontexten konfrontiert: Tutorial (eutrophiertes Teich), Apfelhain (Duftstoffe und Wespen) und Bergregion (Glycerin aus Fetten) (v.l.n.r.).

Die Szenarien Apfelhain und Bergregion dienen der Vertiefung und Anwendung erworbener Kenntnisse aus dem Tutorial auf chemiespezifische Kontexte (Duftstoffe & Wespen; Glycerin aus Fetten). Sie orientieren sich mit dem Thema „Synthese und Analyse von Estern“ am Berliner Rahmenlehrplan für Chemie der Klassenstufe 10 (LISUM, 2015) und bieten zudem Lerngelegenheiten in anderen Teilbereichen des Critical Thinking (z.B. das „Reflektieren des Lösungsweges“ oder das „Bewerten der Glaubwürdigkeit von Quellen“).

Instrumente & Design der Vorstudie

In einer Vorstudie mit Lehramtstudierenden der Chemie (N=7) wurden mittels eines Pre-Post-Testdesign verschiedene Teilaspekte von Critical Thinking untersucht. Dafür wurden die 52 Items des Cornell Critical Thinking Z-Level Tests (Ennis et al., 2005) ins Deutsche übersetzt und gleichmäßig aufgeteilt (je 27 Items, die Items der Kategorie 3 „Beobachtung und Glaubwürdigkeit von Quellen“ wurden doppelt eingesetzt).

Im Pretest wurden zusätzlich z.B. die Studienfächer, das Interesse an und Einstellungen zu Naturwissenschaften und Chemie erhoben. Im Posttest wurden der Mental Load und Mental Effort (Krell, 2015) beim Lösen der Aufgaben in den Szenarien von MINT-Town sowie die Usability der Lernumgebung als Android-App erfasst ("System Usability Scale", Brooke, 1996).

Die Daten wurden technologiebasiert mit Limesurvey erhoben. Dazu wurden den Proband:innen Tablets zur Verfügung gestellt. Die Intervention fand ebenfalls auf diesen Geräten in Einzelarbeit statt.

Ausgewählte Ergebnisse der Vorstudie

Für die Bearbeitung der Aufgaben in der Lernumgebung MINT-Town geben die Studierenden im Mittel niedrige Werte für den verwendeten Mental Load und mittlere bis hohe Werte für den eingesetzten Mental Effort an (Abb. 2, links).

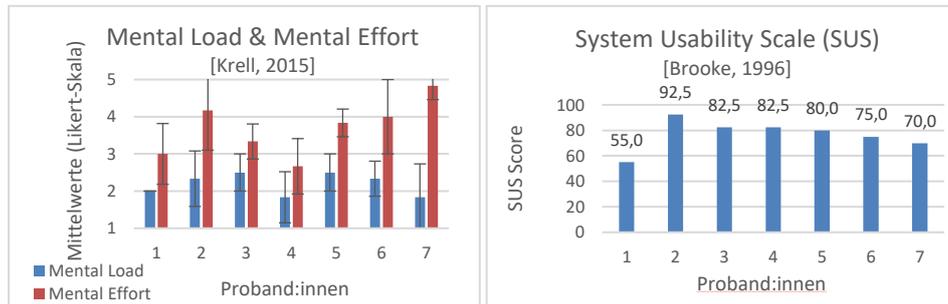


Abb. 2: Mental Load und Mental Effort (Krell, 2015) beim Bearbeiten der Aufgaben in MINT-Town (links); angegebene Usability der MINT-Town Android-App (vgl. "System Usability Scale", Brooke, 1996)(rechts).

Die Usability der MINT-Town Android-App wird überwiegend mit Werten zwischen 70 und 92,5 auf der „System Usability Scale“ (Brooke, 1996) bewertet (Abb. 2, rechts), was „gut“ bis „exzellent“ auf der „adjective rating scale“ (Bangor et al., 2008) entspricht.

Der Anteil an gelösten Aufgaben im gesamten CT-Test nimmt bei den Proband:innen von Pre- zu Posttest tendenziell zu (Abb. 3). Diese positive Tendenz lässt sich bei 5 von 7 Teilkategorien des CT-Tests finden (1 Deduktion, 2 Bedeutung und Irrtum, 4 Testen von Hypothesen, 5 Planen von Experimenten, 6 Identifikation von Definitionen und Annahmen). Kategorie 3 zeigt keine und Kategorie 7 (Identifikation von Definitionen und Annahmen) eine negative Tendenz beim Anteil gelöster Aufgaben von Pre- zu Posttest.

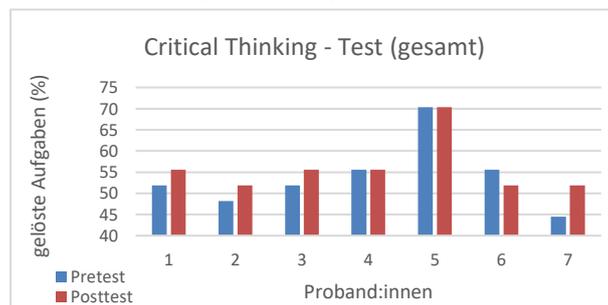


Abb. 3.: Anteile gelöster Items im Critical Thinking Test (Pre/Post).

Fazit & Ausblick

Wie sich an der Variable Mental Load zeigt, waren die für die Klassenstufe 10 konzipierten Aufgaben in den Szenarien von MINT-Town erwartungsgemäß zu leicht für Gruppe der Lehramtsstudierenden Chemie. Dennoch konnten für die meisten Kategorien des Critical Thinking Tests leicht positive Tendenzen in der Lösungshäufigkeit von Pre- zu Posttest gefunden werden. Diese Tendenzen sind in den Kategorien 3 und 7 nicht zu erkennen, was vermutlich auf einen Erinnerungseffekt und einen Effekt von Testmüdigkeit zurückzuführen ist. Die Lernumgebung wird voraussichtlich Anfang 2023 mit Schüler:innen evaluiert.

Danksagung

Das Projekt wird von der Deutschen Telekom Stiftung im Rahmen der Initiative „Die Zukunft des MINT Lernens“ finanziell gefördert.

Literatur

- Bangor, A., Kortum, P. T., & Miller, J. T. (2008). An Empirical Evaluation of the System Usability Scale. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 24(6), 574-594. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/10447310802205776>
- Brooke, J. (1996). SUS: A 'quick and dirty' usability scale. In P. W. Jordan, B. Thomas, I. L. McClelland, & B. Weerdmeester (Eds.), *Usability evaluation in industry* (pp. 189-194). Taylor & Francis.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011, 28.-30.09). From Game Design Elements to Gamefulness: Defining "Gamification". MindTrek '11 Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments, Tampere, Finland.
- Dictus, C., & Tiemann, R. (2021, 01.-02.07.). Fostering Critical Thinking by a Gamification Approach. 11th International Conference - The Future of Education (Virtual Edition), Firenze, Italy.
- Ennis, R. H. (1987). A taxonomy of critical thinking dispositions and abilities. In J. B. Baron & R. J. Sternberg (Eds.), *Teaching thinking skills: Theory and practice* (pp. 9-26). W H Freeman/Times Books/ Henry Holt & Co.
- Ennis, R. H. (2011). Critical Thinking: Reflection and Perspective - Part I. *Inquiry - Critical Thinking Across the Disciplines*, 26(1), 4-18.
- Ennis, R. H., Millman, J., & Tomko, T. N. (2005). *Cornell Critical Thinking Tests - Level X & Level Z Manual* (5., revised ed.). The Critical Thinking Co.
- EU [European Union]. (2019). Key competencies for lifelong learning. In E. Commission (Ed.), *Education and Training* (pp. 1-20). Luxembourg.
- Facione, P. A. (1990). *Critical Thinking: A Statement of Expert Consensus for Purposes of Educational Assessment and Instruction*. Insight Assessment. <https://eric.ed.gov/?id=ED315423>
- Gotcha Gotcha Games Inc. (2015). *RPG Maker MV* (1.62) [Software]. In KADOKAWA Corporation & Degica Co., Ltd. <https://www.rpgmakerweb.com/company>
- Kim, S., Song, K., Lockee, B., & Burton, J. (2018). *Gamification in Learning and Education*. Springer. <https://doi.org/19.1007/978-3-319-47283-6>
- Krell, M. (2015). Evaluating an instrument to measure mental load and mental effort using Item Response Theory. *Science Education Review Letters*, 1-6.
- LISUM [Landesinstitut für Schule und Medien Berlin-Brandenburg]. (2015). *Rahmenlehrplan Online: Teil C, Chemie, Jahrgangsstufen 7-10*. SenBJF [Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Familie], MinBJS [Ministerium für Bildung Jugend und Sport des Landes Brandenburg]. Abgerufen am 21.01.2021 https://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/fileadmin/bbb/unterricht/rahmenlehrplaene/Rahmenlehrplanprojekt/amtliche_Fassung/Teil_C_Chemie_2015_11_10_WEB.pdf
- OECD. (2018). *The Future of Education and Skills - Education 2030*. OECD Publishing.
- Tiemann, R., & Annaggar, A. (2020). A framework for the theory-driven design of digital learning environments (FDDLEs) using the example of problem-solving in chemistry education. *Interactive Learning Environments*, 1-14. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1826981>