

Erwarteter Ertrag

- Fachdidaktischer Ertrag
(organische Chemie)
- Bedeutung der Skelettformel und Wirksamkeit eines expliziten Trainings
 - Bedeutung von Notizen zu Lösungsschritten für die Aufgabenbearbeitung
- Lehr-Lernpsychologischer Ertrag
- Vermeintlicher *media effect* (Buchner & Kerres, 2023; Clark & Feldon, 2014; Mayer, 2012)
 - Systematisch variiertes *intrinsic load*, empfundener Aufgabenschwierigkeit, investierter Denkanstrengung und Aufgabenlösung (*Cognitive Load Theory*, z. B. Sweller, 2010)
- Nicht-wissenschaftlicher Ertrag
- wissenschaftlich fundierte Entwicklung einer Lern- und Prüfungsumgebung, die für die organische Chemie bisher fehlt

Literatur

Ayres, P. (2006). Using subjective measures to detect variations of intrinsic cognitive load within problems. *Learning and Instruction*, 16(5), 389–400. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2006.09.001>

Bratfisch, D., Borg, G. & Dornic, S. (1972) *Perceived item-difficulty in three tests of intellectual performance capacity*. <https://doi.org/10.1037/h0028820>

Buchner, J. & Kerres, M. (2023). Media comparison studies dominate comparative research on augmented reality in education. *Computers & Education*, 195, 104711. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104711>

Clark, R. E. & Feldon, D. F. (2014). Ten common but questionable principles of multimedia learning. In R. E. Mayer (Hrsg.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (S. 151–173). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139547369.009>

Gopher, D. & Braune, R. (1984). On the psychophysics of workload: Why bother with subjective measures? *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 26(5), 519–532. <https://doi.org/10.1177/001872088402600504>

Kalyuga, S., Chandler, P., Tuovinen, J. & Sweller, J. (2001). When problem solving is superior to studying worked examples. *Journal of Educational Psychology*, 93(3), 579–588. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.93.3.579>

Laugwitz, B., Held, T. & Schrepp, M. (2008). Construction and evaluation of a user experience questionnaire. In A. Holzinger (Hrsg.), *Lecture Notes in Computer Science. HCI and usability for education and work* (Bd. 5296, S. 63–76). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-89350-9_6

Leahy, W. & Sweller, J. (2004). Cognitive load and the imagination effect. *Applied Cognitive Psychology*, 18(7), 857–875. <https://doi.org/10.1002/acp.1373>

Leahy, W. & Sweller, J. (2005). Interactions among the imagination, expertise reversal, and element interactivity effects. *Journal of experimental psychology: Applied*, 11(4), 266–276. <https://doi.org/10.1037/1076-898X.11.4.266>

Leahy, W. & Sweller, J. (2008). The imagination effect increases with an increased intrinsic cognitive load. *Applied Cognitive Psychology*, 22(2), 273–283. <https://doi.org/10.1002/acp.1373>

Leahy, W. & Sweller, J. (2016). Cognitive load theory and the effects of transient information on the modality effect. *Instructional Science*, 44(1), 107–123. <https://doi.org/10.1007/s11251-015-9362-9>

Leppink, J., Paas, F., van der Vleuten, C. P. M., van Gog, T. & van Merriënboer, J. J. G. (2013). Development of an instrument for measuring different types of cognitive load. *Behavior research methods*, 45(4), 1058–1072. <https://doi.org/10.3758/s13428-013-0334-1>

Marcus, N., Cooper, M. & Sweller, J. (1996). Understanding instructions. *Journal of Educational Psychology*, 88(1), 49–63. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.88.1.49>

Mayer, R. E. (2012). *Multimedia learning*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511811678>

Paas, F. (1992). Training strategies for attaining transfer of problem-solving skill in statistics: A cognitive load approach. *Journal of Educational Psychology*, 84(4), 429–434. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.84.4.429>

Sweller, J. (2010). Element interactivity and intrinsic, extraneous, and germane cognitive load. *Educational Psychology Review*, 22(2), 123–138. <https://doi.org/10.1007/s10648-010-9128-5>

Zheng, R. Z. & Greenberg, K. (2017). The boundary of different approaches in cognitive load measurement: Strengths and limitations. In R. Z. Zheng (Hrsg.), *Cognitive load measurement and application* (S. 45–56). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315296258-4>



Katrin Schüßler

Schützenbahn 70

45127 Essen

katrin.schuessler@uni-due.de

Fachspezifische Einflussfaktoren auf digitale Aufgabenbearbeitungen in der organischen Chemie

Bildung in der digitalen Welt

Katrin Schüßler & Maik Walpuski

Chemiedidaktik

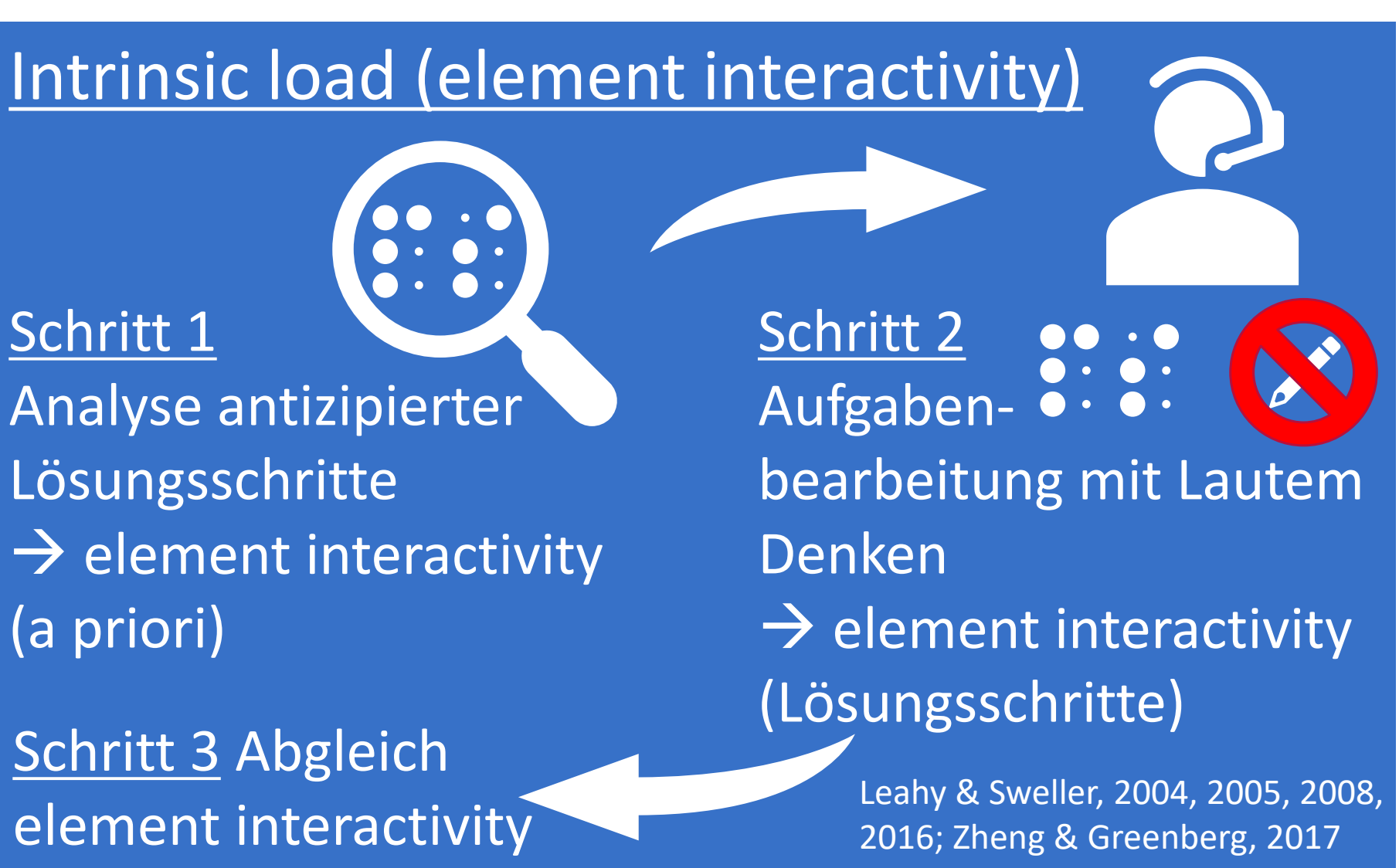
Ausgangslage

- Neues digitales Tool für Aufgaben, die Zeichnungen organischer Moleküle erfordern
- Evaluation des Tools zeigt im Papierformat geringere Aufgabenschwierigkeit und kognitive Belastung
- Veränderte Rahmenbedingungen

	Skelettformel	Notizen und Markierungen
Papier	✓	✓
Digital	✓!	✗

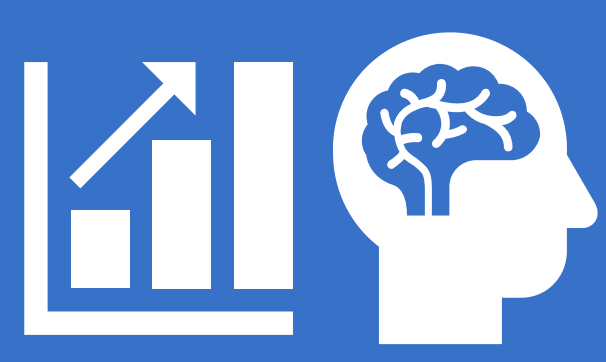
Studie 1

FF2: Welche **element interactivity** (intrinsic load durch noch nicht automatisierte Lösungsschritte) belastet das Arbeitsgedächtnis Studierender bei der Bearbeitung von Molekülzeichenaufgaben und Chiralitätsaufgaben?



FF3: Wie wirkt ein **zunehmender intrinsic load** - ohne die Möglichkeit Notizen anzufertigen - auf berichtete kognitive Belastung, Lösungswahrscheinlichkeit und Bereitschaft zur Aufgabenbearbeitung?

Kognitive (motivationale) Grenze der Aufgabenbearbeitbarkeit ohne Notizen



Variablen

Element interactivity

Erwartung (Rating Skala)

kognitive Belastung (Rating Skala)

Aufgabenlösung (ja/nein)

Studie 1

FF1: Inwiefern lösen Studierende, die ein **Training zum Umgang mit der Skelettformel** erhalten, (digitale) Molekülzeichenaufgaben besser und berichten eine geringere kognitive Belastung als **Studierende, die kein solches Training erhalten?**

Interventionsgruppe (n = 40)	Kontrollgruppe (n = 40)
Training zur Skelettformel	Training zur Hybridisierung

Aufgabenbearbeitung
Moleküle zeichnen, digitales Format, Skelettformel

Variablen

Aufgabenbearbeitung, Kognitive Belastung (Ayres, 2006; Bratfisch et al.; Gopher & Braune, 1984; Kalyuga et al., 2001; Leppink et al., 2013; Marcus et al., 1996; Paas, 1992), **User Experience** (UEQ, Laugwitz et al., 2008)

Studie 3

FF4: Inwiefern lösen **Studierende, die Notizen anfertigen**, Molekülzeichenaufgaben und Chiralitätsaufgaben besser (geringere Aufgabenschwierigkeit und kognitive Belastung) als **Studierende, die keine Notizen anfertigen?**

Interventionsgruppen (jeweils n = 25)	Kontrollgruppe (n = 25)
--	----------------------------

Aufgabenbearbeitung
Moleküle Zeichnen (Skelettformel) & Chiralität untersuchen

Mit Notizen	Ohne Notizen
IG2: Papier	KG: Digital
IG1: Digital	

Variablen

Aufgabenbearbeitung, Kognitive Belastung (Ayres, 2006; Bratfisch et al.; Gopher & Braune, 1984; Kalyuga et al., 2001; Leppink et al., 2013; Marcus et al., 1996; Paas, 1992), **User Experience** (UEQ, Laugwitz et al., 2008)