

Marie-Christin Fritz^{1,2}
Christina Egger¹
Herbert Neureiter¹
Timo Fleischer²

¹Pädagogische Hochschule Salzburg
²Universität Salzburg

Zentrifugieren und Homogenisieren im Sachunterricht

Der pandemiebedingte Entwicklungsaufschwung im Bereich digitaler Bildungstechnologien ermöglichte die Übertragung naturwissenschaftlicher Experimentiersituationen in virtuelle Lernwelten (Groos, Kranz, Lieber, Maaß & Graulich, 2022; Neff et al., 2021). Diese sogenannten virtuellen Simulations-Experimente können dem klassisch-analogen Experimentieren in bestimmten Aspekten, wie z. B. dem Wissenszuwachs, ebenbürtig oder sogar überlegen sein (Brinson, 2015; Groos et al., 2022), diese jedoch nicht vollständig ersetzen (Mukhametov, Wörner, Hoyer, Becker & Kuhn, 2023). Das Bildungspotenzial für den physikalisch-chemischen Unterricht liegt in einem sich ergänzenden Format bestehend aus analogen und digitalen Experimenten (Wörner, Kuhn & Scheiter, 2022). Chancen und Grenzen eines derart kombinierten Einsatzes von klassisch-analogen Schüler*innen-Experimenten und virtuellen Simulations-Experimenten werden im Projekt „EdTechALL“ anhand der chemisch-physikalischen Fachinhalte Zentrifugieren und Homogenisieren von Milch in einer multimedialen Lernumgebung für den Sachunterricht erforscht. Der vorliegende Beitrag stellt die entwickelte Lernumgebung sowie das geplante Forschungsvorhaben vor.

Lernumgebung EdTechALL

In der multimedialen Lernumgebung für die Primarstufe 2 erkunden die Lernenden mithilfe von Virtual Reality (VR) eine Salzburger Molkerei und lernen zwei zentrale Milchverarbeitungsprozesse kennen: Zentrifugieren und Homogenisieren. Fachlich sind diese in der naturwissenschaftlichen Perspektive des Sachunterrichts (Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts, 2013) verankert. Zentrale Bestandteile der Lernumgebung sind eine VR-360°-Tour durch eine Molkerei sowie reale Schüler*innen-Experimente und virtuelle Simulations-Experimente, die in den nachfolgenden Abschnitten näher ausgeführt werden.

Virtuelle Simulations-Experimente

In den virtuellen Simulations-Experimenten zum Zentrifugieren und Homogenisieren von Milch erkunden die Lernenden Aufbau und Funktion der betreffenden Maschinen. Auf einem Tablet werden mittels Touch-Interaktion in der Zentrifuge die Bestandteile der Milch durch Schleudern voneinander getrennt und im Homogenisator mittels einer Düse eine stabile Emulsion hergestellt (Abb. 1). Die Simulation ermöglicht hierbei den Blick in das Innere der Maschine, wobei sich die Darstellungsform auf wesentliche Bestandteile und die für den Lernprozess primär relevanten Funktionen (Schleudern, Homogenisieren) fokussiert, um kognitive Belastung – beispielsweise durch Seductive Details (Plass & Hovey, 2021) – gering zu halten. In dem hier beschriebenen Simulations-Experiment haben die Schüler*innen überdies die Möglichkeit, die Milch im gesamten Verarbeitungsprozess auf Teilchenebene zu betrachten, was im analogen Realexperiment bzw. beim Besuch einer Molkerei nicht möglich ist. Mit einem Vergrößerungstool blicken die Schüler*innen in den Verarbeitungsprozess hinein und beobachten, wie sich die Fett-Teilchen in der Milch während des Experiments

verhalten. So unterstützt das Simulations-Experiment einen Zugang zur Teilchen-Modellvorstellung (Mukhametov et al., 2023; Wörner et al., 2022). Angesichts des Förderbedarfs im Bereich Modellverständnis in der Primarstufe (Gogolin et al., 2017; Haider, 2019; Trier, 2013) bietet das Medium der virtuellen Simulations-Experimente hier Förderpotenziale für den chemisch-physikalischen Anfangsunterricht.

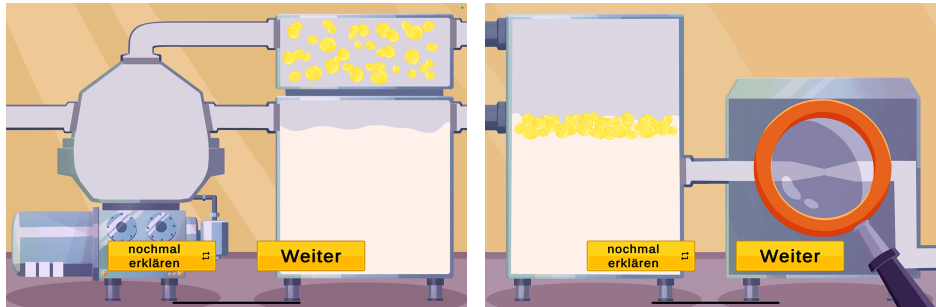


Abb. 1: In den virtuellen Simulations-Experimenten können die Schüler*innen die Prozesse Zentrifugieren und Homogenisieren eigenständig steuern. (eigene Darstellung)

Reale Schüler*innen-Experimente

Klassisch-analog experimentiert wird in Form zweier lernendenzentrierten Modellexperimente. Die Schüler*innen arbeiten anstelle von Milch mit einer optisch sehr ähnlich wirkenden, milchig weißen Öl-in-Wasser-Emulsion im Mischungsverhältnis 1:1, wobei das Öl das Milchfett und das Wasser die wässrige Magermilch darstellen. Die Emulsion wird in einer Tisch- oder Handzentrifuge geschleudert, bis Öl-Phase und Wasser-Phase getrennt und optisch deutlich voneinander unterscheidbar vorliegen (Abb. 2, links). Das anschließende Homogenisieren von Milch wird nachempfunden, indem die Schüler*innen Öl und Wasser durch die Düse einer Sprühflasche drücken und dadurch die ursprüngliche Öl-in-Wasser-Emulsion wiederherstellen (Abb. 2, rechts).

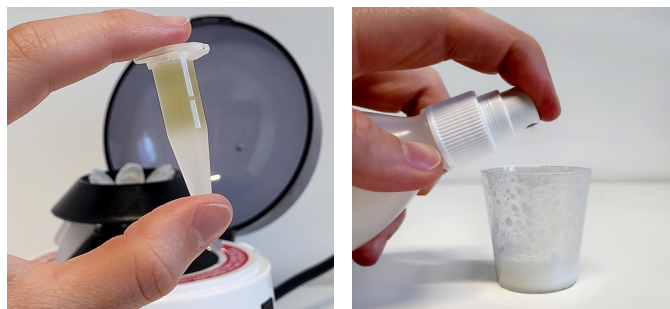


Abb. 2: Realexperimente zum Zentrifugieren und Homogenisieren (eigene Darstellung)

Virtuelles Lernsetting

Um zusätzlich zu den digitalen und analogen Modellexperimenten auch den realen Verarbeitungsprozess der Milch zu zeigen, wurde für die vorliegende Lernumgebung eine virtuelle 360°-Tour durch eine Salzburger Molkerei erstellt. Dieser sonst nicht zugängliche außerschulische Lernort kann von den Schüler*innen auf diese Art virtuell erkundet werden, um neben Fachwissenszuwachs auch Neugierde und Motivation zu fördern (Bakenhus,

Holzappel, Arndt & Brückmann, 2022). Basierend auf dem „Meaningful iVR Learning (M-iVR-L) Framework“ von Mulders, Buchner und Kerres (2020) sowie ergänzenden Erkenntnissen von Rieger, Wallrath, Engl und Risch (2023) wurde bei der Erstellung der 360°-Tour besonders darauf geachtet, die kognitive Belastungen durch die Wahl des passenden Immersionsgrades und Vermeidung ablenkender Details möglichst gering zu halten. Hervorzuheben ist hierbei der bewegungsbasierte Mechanismus, mit dem sich die Lernenden in der virtuellen Umgebung umsehen können (Rieger et al., 2023). Der Blick durch das Tablet gibt die körpereigenen Bewegungen in der virtuellen Umgebung wieder und erhöht das Präsenzerleben der Lernenden.

Forschungsvorhaben

Die geplante Interventionsstudie aus dem Projekt EdTechALL untersucht sich ergebende Zusammenhänge zwischen dem kombinierten und separierten Einsatz von realen Schüler*innen-Experimenten und virtuellen Simulations-Experimenten im Hinblick auf die Entwicklung von (1) Modellverständnis, (2) Wissen, (3) Lernfreude und (4) kognitiver Belastung 9- bis 10-jähriger Schüler*innen. Die Stichprobe wird in drei Experimentalgruppen unterteilt. Eine Experimentalgruppe lernt innerhalb der Intervention mit der zuvor beschriebenen Lernumgebung, die virtuelle Simulations-Experimente und reale Schüler*innen-Experimente kombiniert, während die anderen beiden Gruppen mit einer inhaltlich und didaktisch identisch aufgebauten Variation der Lernumgebung arbeiten, die nur virtuelle Simulations-Experimente oder nur reale Schüler*innen-Experimente umfasst. Modellverständnis und Wissenszuwachs der Schüler*innen werden mittels einer quantitativen Fragebogenstudie im Prä-Post-Follow-Up-Design beforscht. Die Items zur Erfassung von Modellverständnis wurden aufbauend auf bestehende Erkenntnisse zur quantitativen Erhebung von Modellverständnis im Primarstufenbereich von Böschl, Gogolin, Lange-Schubert und Hartinger (2019) und Haider (2019) entwickelt. Der Wissenszuwachs wird durch Fachwissens-Fragen im Single-Choice-Format zum Zentrifugieren und Homogenisieren bestimmt. Die Erfassung von Lernfreude und kognitiver Belastung erfolgt durch ein digitales Tool zur Selbsteinschätzung, bei dem die Schüler*innen zu mehreren Zeitpunkten während der Intervention ihre aktuelle Lernfreude und aktuelle kognitive Belastung (für die Schüler*innen bezeichnet als „Spaß“ und „Anstrengung“) mithilfe einer 7-stufigen Skala angeben.

Ausblick

Die hier beschriebene Lernumgebung wurde einer Usability-Studie unterzogen und mittels Design-Based-Research iterativ weiterentwickelt. Die eigens entwickelten Erhebungsinstrumente wurden mehreren Pilot-Studien unterzogen und zeigen zufriedenstellende Reliabilitäten. Die Datenerhebung im Rahmen der Hauptstudie beginnt Ende 2023.

Literaturverzeichnis

- Bakenhus, S., Holzapfel, M. A., Arndt, N. & Brückmann, M. (2022). Die Erstellung einer Lernumgebung mit immersiver Virtual Reality für das Fach Sachunterricht nach dem M-iVR-L Modell. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, 47, 76–93. <https://doi.org/10.21240/mpaed/47/2022.04.04.X>
- Böschl, F., Gogolin, S., Lange-Schubert, K. & Hartinger, A. (2019). Mixed-Methods-Design als Grundlage für die Entwicklung von Aufgaben zur Erfassung von Modellkompetenz von Grundschulkindern. In H. Giest, E. Gläser & A. Hartinger (Hrsg.), *Methodologien der Forschungen zur Didaktik des Sachunterrichts (Forschungen zur Didaktik des Sachunterrichts, Band 11, 1. Auflage, S. 115–137)*. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Brinson, J. R. (2015). Learning outcome achievement in non-traditional (virtual and remote) versus traditional (hands-on) laboratories: A review of the empirical research. *Computers & Education*, 87, 218–237. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.07.003>
- Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts. (2013). *Perspektivrahmen Sachunterricht (Vollständig überarbeitete und erweiterte Ausgabe)*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Gogolin, S., Krell, M., Lange-Schubert, K., Hartinger, A., Upmeyer zu Belzen, A. & Krüger, D. (2017). Erfassung von Modellkompetenz bei Grundschul/innen. In H. Giest, A. Hartinger & S. Tänzer (Hrsg.), *Vielperspektivität im Sachunterricht (Schriftenreihe der Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichtes e.V., Band 27, S. 108–115)*. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Groos, L., Kranz, D., Lieber, L. S., Maaß, K. & Graulich, N. (2022). Titration digital or analog – Is students' experimental-practical understanding be supported equally? *CHEMKON*, 29(S1), 255–260. <https://doi.org/10.1002/ckon.202200006>
- Haider, M. (2019). *Modellkompetenz im naturwissenschaftlichen Sachunterricht. Eine empirische Studie zum Lernen mit Modellen und über Modelle in der Primarstufe*. Berlin: Logos Verlag Berlin.
- Mukhametov, S., Wörner, S., Hoyer, C., Becker, S. & Kuhn, J. (2023). Unterstützung von Experimenten zu Linsensystemen mit Simulationen, Augmented und Virtual Reality: Ein Praxisbericht. In J. Roth, M. Baum, K. Eilerts, G. Hornung & T. Trefzger (Hrsg.), *Die Zukunft des MINT-Lernens – Band 2 (S. 63–76)*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-66133-8_5
- Mulders, M., Buchner, J. & Kerres, M. (2020). A Framework for the Use of Immersive Virtual Reality in Learning Environments. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 15(24), 208. <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i24.16615>
- Neff, S., Gierl, K., Engl, A., Decker, B., Roth, T., Becker, J. et al. (2021). Virtuelle Labore für den MINT-Unterricht – Transferprozess einer hochschulischen Innovation in den Schulkontext. In U. Schmidt & K. Schönheim (Hrsg.), *Transfer von Innovation und Wissen (S. 75–101)*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-33667-7_5
- Plass, J. L. & Hovey, C. (2021). The Emotional Design Principle in Multimedia Learning. In R. E. Mayer & L. Fiorella (Hrsg.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning (S. 324–336)*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108894333.034>
- Rieger, M. B., Wallrath, S., Engl, A. & Risch, B. (2023). Formulierung von Gestaltungsprinzipien für schulisch geeignete VR-Lernumgebungen. In J. Roth, M. Baum, K. Eilerts, G. Hornung & T. Trefzger (Hrsg.), *Die Zukunft des MINT-Lernens – Band 2 (S. 137–151)*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-66133-8_10
- Trier, U. (2013). „Modelle sind künstlich“. *Grundschule*, 45, 12–14.
- Wörner, S., Kuhn, J. & Scheiter, K. (2022). The Best of Two Worlds: A Systematic Review on Combining Real and Virtual Experiments in Science Education. *Review of Educational Research*, 92(6), 911–952. <https://doi.org/10.3102/00346543221079417>