



# Das virtuelle Labor Labster - Integration in das Chemiestudium

Natalie Ahne<sup>1\*</sup>, David-S. Di Fuccia<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universität Kassel, Didaktik der Chemie, Heinrich-Plett-Str. 40, 34132 Kassel

\* Email Korrespondenzautor:in: [natalie.ahne@uni-kassel.de](mailto:natalie.ahne@uni-kassel.de)

**Abstract:** Das Experimentieren nimmt in den Naturwissenschaften eine zentrale Rolle bei der Erkenntnisgewinnung ein. Im Chemiestudium können fachliche und didaktische Erkenntnisse durch die Durchführung von Experimenten aber nicht nur im Kontext realer Labore gewonnen werden. Auch Labster als Plattform für virtuelle Labore und Wissenschaftssimulationen bietet Anreize zum Lernen im Chemiestudium. Realität und Virtualität werden dabei verknüpft, um das reale Experimentieren nicht zu ersetzen, sondern digital zu unterstützen. Während dies für vertiefende fachdidaktische Veranstaltungen bereits erprobt werden konnte, befindet sich ein Konzept zur Durchführung im chemischen Fachteil des Studiengangs Nanostrukturwissenschaften noch in der Entwicklungsphase.

**Keywords:** Digitalisierung, Virtuelle Labore, Chemiestudium, Hochschullehre

## 1. Reale und virtuelle Labore

Bereits im späten 16. Jahrhundert bekam das lateinische *laboratorium* die Bedeutung, die noch heute Auswirkungen auf den Begriff Labor hat. Gemeint war eine Arbeitsstätte von Berufsgruppen wie den Alchemisten oder Apothekern. An der Wende zum 20. Jahrhundert erfuhr der Begriff eine Verallgemeinerung und meinte von dort an einen Raum mit entsprechender Ausstattung für wissenschaftliches und technisches experimentelles Arbeiten [1]. Doch Labore dienen nicht nur der Forschung, sie zählen auch seit der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts als ein wesentlicher Bestandteil der technischen und naturwissenschaftlichen Ausbildung an Hochschulen und somit als Lehr- und Lernort. Dieser Ort ist gewöhnlich räumlich abgegrenzt, wodurch im Inneren die benötigten Grundvoraussetzungen kontrolliert werden und die Umgebung vor entstehenden Gefahren geschützt werden kann [2,3]. Das Labor in seiner Funktion als Lernumgebung bietet somit einen geschützten Raum, in dem Lernende unter kontrollierten Bedingungen experimentieren können. Denn das Experimentieren nimmt im naturwissenschaftlichen Lern- und Forschungsprozess eine zentrale Rolle bei der Erkenntnisgewinnung ein [4]. Neben Wissen können die Lernenden in einem Labor auch fachbezogene und fachübergreifenden Kompetenzen erwerben, wobei sich die anzubahrenden Kompetenzen stetig weiterentwickeln. Aktuell beeinflusst insbesondere die Digitalisierung den Wandel der Tätigkeiten und des Kompetenzerwerbs [2]. Nicht nur die Vorgehensweisen in einem Labor unterliegen dabei Veränderungen, sondern auch das Labor selbst, indem durch digitale Labore die Beschränkungen des realen Ortes aufgebrochen und ein von den Gegebenheiten eines speziellen Ortes unabhängiges Experimentieren ermöglicht wird [3].

Digitale Labore können unterschiedliche Arten virtueller Realitäten oder online Laborformen meinen. Im Rahmen dieses Beitrags ist mit einem virtuellen Labor eine simulations-basierte Experimentierumgebung gemeint, die an einem Computer ein reales Labor multimedial nachbildet. Bei der Durchführung soll das Gefühl entstehen, selbst in einem Labor zu sein und interaktiv experimentieren zu können. Die virtuellen Labore bzw. Simulationen können dabei der Kategorie der *Game-Based Learning Labs* zugeordnet werden. Diese zeichnen sich durch einen interaktiven Kontext sowie motivierende Effekte aus Spielen zu Unterhaltungszwecken, wie Punktesysteme oder Belohnungen, aus [2]. Der Einsatz virtueller Labore ist insbesondere an ausländischen

Schulen und Universitäten aber auch bei inländischen Unternehmen zu beobachten. Im deutschen Bildungssystem findet eine Etablierung derzeit nur langsam statt [5].

## 2. Didaktische Aspekte und Chancen virtueller Labore

Während des Experimentierens in einem virtuellen Labor ändern sich im Vergleich zum realen Labor zunächst die Bedingungen für die psychomotorischen und sensorischen menschlichen Erfahrungen. Im realen Labor besteht ein räumlicher und haptischer Bezug, im virtuellen Labor wird dies digital überlagert. Während für das reale Experimentieren die haptische Erfahrung im Vordergrund steht, fehlt diese Erfahrung im virtuellen Labor. Der Fokus kann stattdessen neben Teilen des experimentellen Handelns auf die Entwicklung konzeptueller und digitaler Kompetenzen gelegt werden, indem im virtuellen Labor nicht nur experimentiert wird, sondern dazugehörige Phänomene und Veränderungen in der submikroskopischen Ebene visualisiert werden. Lernende haben demnach durch ein virtuelles Labor die Möglichkeit, sich im Vorfeld eines realen Laborpraktikums mit experimentellen Gegebenheiten und Versuchen auseinander zu setzen und ein direktes Feedback zu erhalten, ohne dabei potenziell gefährliche oder kostenintensive Fehler zu begehen. Zudem können auf diese Weise Lernende gefördert werden, denen es vorübergehend (z.B. aus gesundheitlichen Gründen) nicht erlaubt ist ein reales Labor zu betreten. Auch die Durchführung von Experimenten, die aufgrund von Sicherheitsbestimmungen oder fehlenden Geräten im realen Labor nicht möglich wäre, kann simuliert werden. Neben Aspekten der Sicherheit wirkt sich das auch auf Aspekte der Nachhaltigkeit aus [5].

Virtuelle Labore sind demzufolge in der Lage, die Tätigkeiten in realen Laboren zu unterstützen und zu entlasten. Dabei hat sich gezeigt, dass Blended-Learning-Formate besonders vielversprechend sind. Die Lernenden können angepasst an Lernstand, Lerngeschwindigkeit und Lernzeiten Inhalte der realen Laborveranstaltung durch digitale Formate vor- und nachbereiten [5]. Das entlastet die Arbeit im realen Labor für Lernende, da die begrenzt zur Verfügung stehende Zeit optimiert genutzt werden kann. Lehrende erhalten dadurch bereits vor der Präsenzveranstaltung einen Einblick in den Kenntnisstand der Lernenden und können diese zielgerichteter fördern. Unterstützen können die virtuellen Labore, indem sie Inhalte der Präsenzveranstaltungen nicht nur vorbereiten, sondern auch erweitern. In der universitären Praxis zeigt sich häufig, dass



Laborpraktika auf Potentiale der Lernenden kaum eingehen, da diese verstärkt an der Vermittlung von Fachwissen und Fertigkeiten orientiert sind. Virtuelle Labore können demnach einen Beitrag dazu leisten, Praktika kompetenzorientierter zu gestalten, indem durch das selbstorganisierte Lernen die Eigenverantwortung gefördert wird [2]. Dies kann sich neben dem Erlernen von Fachwissen und experimentellen Fertigkeiten auch positiv auf das Erlernen naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen auswirken, was sowohl von Lehrenden als auch von Lernenden als besonders relevant eingeschätzt wird [6]. Insbesondere zu Studienanfang kann dadurch ein erheblicher Effekt auf den Kenntnisstand und die Selbstwirksamkeit der Lernenden festgestellt werden. Die Studierenden geben zudem an, für das weitere Lernen in den naturwissenschaftlichen Fächern sowohl interessierter als auch motivierter zu sein [7].

### 3. Labster als Beispiel für ein virtuelles Labor

Labster ist ein dänisches Unternehmen, welches 2012 gegründet wurde und sich auf die Entwicklung virtueller naturwissenschaftlicher Laborsimulationen spezialisiert hat [8]. Die virtuellen Labore sowie dazugehörige Informationsmaterialien werden kontinuierlich weiterentwickelt und erweitert. Während es sich im Jahr 2019 noch um acht chemische Simulationen in englischer Sprache handelte, sind gegenwärtig (Stand März 2023) 93 Chemielabore, davon 32 in deutscher Sprache, verfügbar. Insgesamt sind aktuell über 300 Simulationen für die naturwissenschaftlichen Bereiche verfügbar. Dabei reichen die Themengebiete von der Biologie, Chemie und Physik bis hin zu Medizin und Technik. Zudem sind der *The Labster Podcast* zur Informationsvermittlung und der *Labster Teacher Community Campus* für den Austausch von Lehrenden und ihrer didaktischen Konzepte entstanden. Die einzelnen Simulationen und deren Zusatzmaterialien können von den Lehrenden über die Plattform *my.labster* verwaltet werden. Da der größte Marktanteil der Labster Simulationen in den USA verortet werden kann, sind die Lernziele der Simulationen anhand der amerikanischen Bildungsstandards formuliert. Für den deutschsprachigen Raum können die Simulationen überwiegend der Sekundarstufe II und der Hochschulbildung zugeordnet werden. Auf der Plattform können die Simulationen zudem für eine bestimmte Lerngruppe freigeschaltet und Zeiträume, die Versuchsanzahl und Lernziele angepasst werden. Die Simulationen können zudem über ein Tool auch direkt in LMS (z.B. Moodle) integriert werden [9].



Abb. 1: Einblick in die Labster Simulation: Sicherheit in der Chemie

Inhaltlich sind die Simulationen meist mit relevanten oder auch alltagsnahen Kontexten aufgebaut. Die Simulation *Sicherheit in der Chemie* (Abb.1) orientiert sich beispielsweise während der Vermittlung sicherheitsrelevanter Merkmale von Laboren und Chemikalien an der Herstellung von Biodiesel aus Algenöl. Zudem

gibt es unter anderem Simulationen zu den Themen Gleichgewicht, atomare Strukturen, Bindungen und Titration. Lernende haben während den Simulationen diverse Pflichtaufgaben in einer vorgegebenen Reihenfolge zu absolvieren, die sich aus Experimenten, Aufgaben- und Fragestellungen zusammensetzen, während sie von einem virtuellen Assistenten durch die Simulation geleitet werden. Dabei stehen ihnen flexibel Hilfsmittel, wie Hologrammatische zur Visualisierung, ein LabPad mit Informationsmaterial und der Assistent zur Verfügung.

### 4. Erfahrungsbericht

Insgesamt ergeben sich zwei besonders vielversprechende Einsatzgebiete für virtuelle Labore an der Hochschule. Zum einen können virtuelle Labore im Rahmen von Praktika eingesetzt werden, andererseits aber auch, um Lehrkräfte und angehende Lehrkräfte auf den Einsatz virtueller Labore im Unterricht vorzubereiten.

Im Rahmen einer Vertiefungsveranstaltung für Lehramtsstudierende wurden dafür virtuelle Labore getestet und anschließend ihre Eingliederung in den Chemieunterricht erörtert. Für Chemielehrkräfte wurde zudem eine Fortbildung angeboten, in der virtuelle Realitäten und Labore thematisiert wurden. Für beide Formate wurde gutes Feedback erhalten und insbesondere bei den Studierenden zeigte sich großes Interesse an der Thematik.

Für den Einsatz in einem Anfängerpraktikum wird derzeit ein Konzept für das Wintersemester 2023/24 entwickelt. Dabei sollen Studienanfänger des ersten Semesters im Praktikum Allgemeine Chemie mit virtuellen Laboren unterstützt werden. Mit Hilfe einer Erhebung konnten Bedarfe festgestellt werden, die zukünftig mit den virtuellen Laboren besonders gefördert werden sollen. Diese äußern sich etwa in einer bemängelten, fehlenden Verknüpfung von praktischem und theoretischem Wissen sowie einer Überforderung durch zu viele angesprochene Themenbereiche.

### Acknowledgements

Das Projekt „Virtuelle Labore im Chemiestudium“ wird durch den Fonds der Chemischen Industrie gefördert.

### 7. Referenzen

- [1] H. Schmidgen (2011): <http://www.ieg-ego.eu/schmidgenh-2011-de> (23.05.2023).
- [2] C. Terkowsky, D. May, S. Frye: *Forschendes Lernen im Labor: Labordidaktische Ansätze zwischen Hands-on und Cross-Reality*, in: *Labore in der Hochschullehre: Didaktik, Digitalisierung, Organisation*, 2020, wbv Media GmbH & Co. KG, Bielefeld, 13-34.
- [3] J. Berendes, M. Gutmann: *Wozu Labor? Zur vernachlässigten Erkenntnistheorie hinter der Labordidaktik*, in: *Labore in der Hochschullehre: Didaktik, Digitalisierung, Organisation*, 2020, wbv Media GmbH & Co. KG, Bielefeld, 35-50.
- [4] H. J. Bader, A. Lühken: *Legitimation des Experiments für den Chemieunterricht*, in: *Konkrete Fachdidaktik Chemie*, 2018, Aulis Verlag, Seelze, 460-462.
- [5] D. Fleuren: *Open MINT Labs: Mit virtuellen Laboren zu höherem Lernerfolg*, in: *Lern- und Bildungsprozesse gestalten. Junges Forum Medien und Hochschulentwicklung (JFMH13)*, 2016, Waxmann, Münster, New York, 141-150.
- [6] H. Vorholzer, J. Ortmann, N. Graulich (2022): *Naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen in (physikalischen) Praktika*. *PhyDid B-Didaktik der Physik-Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung*.
- [7] G. Makransky et al. (2016): *Simulation based virtual learning environment in medical genetics counseling: an example of bridging the gap between theory and practice in medical education*, *BMC Medical Education*, 16 (98), DOI: 10.1186/s12909-016-0620-6.
- [8] S. Stauffer et al.: *Labster Virtual Lab Experiments: Basic Biology*, 2018, Springer Spektrum, Berlin.
- [9] Labster (2022): <https://www.labster.com/de/uber-uns> (26.05.2023).