



Weiterentwicklung des VR-BioTech-House: Wein- und Hefeherstellung

Johannes Tümler ¹, Melis Alptekin¹, Kseniia Krylova^{2, 3}, Rong Huang ⁴ und Jana Rödig²


Abstract: Im Jahr 2021 wurde an der Hochschule Anhalt das Konzept des *VR-BioTech-House* entwickelt und prototypisch umgesetzt. Diese Virtual Reality Anwendung ermöglichte es Studierenden, biotechnologische Prozesse wie die Joghurtherstellung anschaulich in einer geschützten Simulationsumgebung zu erleben. Ein Ziel war es, die Studierenden besser auf die nachfolgenden realen Praktika vorzubereiten. Hier berichten wir über aktuelle Weiterentwicklungen des *VR-BioTech-House*, welches nun auch die Herstellung von Backhefe und Wein beinhaltet.

Keywords: Virtual Reality, Biotechnologie, BioTech-House, Hochschullehre, virtuelle Lernanwendungen, Lernumgebungen

1 Einleitung

Virtuelle Techniken wie Virtual, Mixed oder Augmented Reality (VR, MR, AR zusammengefasst zu xR) haben Einzug in digitalisierte Bildungsangebote gehalten und begleiten damit allgemein die digitale Transformation. Der Einsatz in der Aus- und Weiterbildung wird aus verschiedenen Perspektiven beforscht, Buchner et al. [Bu22] und Mulders et al. [Mu23] bieten beispielhaft einen Blick auf aktuelle Themen. Eine xR-unterstützte Lehre kann zum Beispiel dann sinnvoll sein, wenn die Durchführung realer Lehre mit hohen Kosten (Verfügbarkeit realer Lernmaterialien, Maschinen, Personal, Nachhaltigkeit), hohen Risiken für Lehrende und Lernende (gefährliche Maschinen oder Prozesse) oder hohem prozessuellem Aufwand (Prozess-Dauer, Vor-/Nachbereitung, Anzahl betreuter Personen pro Lehr-Einheit) verbunden ist. Durch die hohe Immersion und Präsenz in der VR haben Nutzende das Gefühl, sich tatsächlich in einer Labor- oder Produktionsumgebung zu befinden [SI09]. Sie können dort Handlungen durchführen sowie mit virtuellen Laborinstrumenten und Anlagen interagieren, was optimale Bedingungen für den Erwerb prozeduralen Wissens bietet [MP21]. Dies ist essentiell für die korrekte Einhaltung verschiedener Prozesse.

Die Biotechnologie ist eine interdisziplinäre Wissenschaft an den Schnittstellen von Medizin, Landwirtschaft, Lebensmitteltechnologie und Prozesstechnik. Die Hochschule Anhalt bildet

1 Hochschule Anhalt, FB Elektrotechnik, Maschinenbau und Wirtschaftsingenieurwesen, Bernburger Str. 55, 06366 Köthen, Deutschland, johannes.tuemler@hs-anhalt.de,  <https://orcid.org/0000-0002-4788-2667>

2 Hochschule Anhalt, FB Angewandte Biowissenschaften und Prozesstechnik, Bernburger Str. 55, 06366 Köthen, Deutschland, jana.roedig@hs-anhalt.de

3 Hochschule Anhalt, FB Informatik und Sprachen, Bernburger Str. 55, 06366 Köthen, Deutschland,


4 Hochschule Anhalt, FB Architectur, Facility Management und Geoinformation, Bernburger Str. 55, 06366 Köthen, Deutschland,  <https://orcid.org/0000-0003-2790-0079>



Abb. 1: Virtuelle Joghurtherstellung im *VR-BioTech-House* der Hochschule Anhalt

auf Bachelor- und Masterniveau⁵ Studierende im Studiengang Biotechnologie aus. Der Studiengang ist durch viele Praktika sowohl im Labor- und Pilotmaßstab gekennzeichnet. Die Praktika bedeuten einerseits eine sehr anwendungsnahe Ausbildung für die Studierenden und andererseits sind sie mit einem hohen Zeit-, Kosten- und Lehraufwand verbunden. Dadurch konnten bisher z.B. in Lehrmodulen wie der „Angewandten Biotechnologie“ nur einzelne selektierte Themen im Rahmen der Praktika behandelt werden. Mit der Idee und Entwicklung des *VR-BioTech-House* (Abb. 1) wurde 2021 begonnen, reale Laborpraktika um virtuelle Laborsimulationen zu ergänzen [Hu22]. Zur spielerischen Gestaltung sowie Werbung und Sensibilisierung wie viele unserer alltäglichen Produkte biotechnologischem Ursprung sind, wurde ein „Alltagshaus“ geschaffen: Das *VR-BioTech-House*, in dem biotechnologische Produkte anzutreffen sind. Andererseits soll vom Alltagshaus in eine Laborsituation gewechselt werden können, in der die Herstellung ebendieser Produkte virtuell im Labor-, Pilot- oder sogar Industriemaßstab durchgeführt werden kann. Das Ziel ist einerseits, Studierende gezielt mit in VR erworbenem Vorwissen in die realphysischen Praktika zu entsenden und somit die praktische Erfahrung der realen Labore zu erweitern. Andererseits kann realitätsnahes Prozesswissen für solche Prozesse vermittelt werden, die in realphysischen Praktika nicht abbildbar sind. Mercado und Picardal [MP23] schlussfolgern, dass die durch virtuelle Labore erzielten Lernergebnisse in kognitiven, affektiven sowie geschicklichkeitsbasierten Domänen sehr gut und mindestens vergleichbar effektiv wie die der traditionellen Medien sind. Die Software wurde bisher primär von Studierenden und Mitarbeitenden der Informatik sowie der Ingenieurwissenschaften entwickelt.

Seit der ersten Version des *VR-BioTech-House* wurde die Anwendung in den Jahren 2021 bis 2024 in der Lehre eingesetzt, auf Messen wie der XRExp⁶, didacta⁷ oder der Achema⁸ sowie für interne Hochschulveranstaltungen wie dem Hochschulinformationstag genutzt. Ca. 350 Personen haben so z.B. virtuell Joghurt hergestellt. Dieser Beitrag präsentiert den Fortschritt des Projektes und gibt einen Ausblick auf nächste Schritte.

⁵ Bachelor: <https://www.hs-anhalt.de/bt>; Master: <https://www.hs-anhalt.de/mbt>

⁶ <https://xrepo.tech/>

⁷ <https://www.didacta.de/>

⁸ <https://www.achema.de/>

2 Virtual Reality Simulation: Industrielle Herstellung von Backhefe

Backhefe (*Saccharomyces cerevisiae*; auch: Bäckerhefe) ist eine wesentliche Grundlage zur Herstellung von Brot, Bier, Wein und Sekt sowie diverser weiterer biotechnologischer Prozesse. Eine VR-Simulation stellt eine einzigartige Möglichkeit dar, den komplexen biotechnologischen Prozess kontrolliert, verständlich, sicher und für ein breites Publikum (Schülerinnen und Schüler, Studierende, Öffentlichkeit) zugänglich zu machen.

Damit sich das Backhefe-Szenario nahtlos in das *VR-BioTech-House* integriert, wurde zunächst mittels Unity auf Basis einheitlicher Bedienelemente (z.B. Türen, Buttons, Teleportationshinweise usw.) aus dem von der Arbeitsgruppe erstellten Asset-Pool eine VR-Umgebung erstellt. Die Umgebung baut einerseits auf der Küche des existierenden Alltagshauses auf, in die Nutzenden Brot und einige Erklärungen dazu vorfinden. Andererseits kann von dort in eine Produktionsumgebung gewechselt werden. Für die Laborgeräte wurden die 3D-Modelle teilweise selbst erzeugt und teilweise aus öffentlichen Quellen zusammengestellt. Jeder Schritt des Hefeproduktionsprozesses wurde genau nachgebildet, einschließlich Sterilisation, Vorbereitung des Mediums, Inokulation, Bebrütung und mikroskopischer Untersuchung (Abb. 2). Die VR-Anwendung nutzt ein konstruktivistisches Lernmodell und fördert aktives, kontextbezogenes Lernen.



Abb. 2: Screenshots aus der VR-Simulation zur Backhefe-Herstellung: Startumgebung (o.l.), Laborumgebung (o.r.), Mikroskop-Simulation (u.l.), Pipettiervorgang (u.r.)

Neben der Software-Entwicklung wurde eine Vorstudie mit 18 freiwillig teilnehmenden Studierenden aus relevanten Studiengängen durchgeführt. Es sollte ein erster Eindruck gewonnen werden, ob die Software für verschiedene Studierendengruppen ein geeignetes

Lernmittel sein kann. In einer Einführung wurden die Teilnehmenden über die Studienziele und die VR-Bedienung informiert. Die Teilnehmenden füllten Fragebögen aus, die sowohl Multiple-Choice-Fragen zu technischem Wissen als auch Likert-Skalen zur Bewertung subjektiver Erfahrungen enthielten, um ihren fachlichen Hintergrund und die Beibehaltung von Faktenwissen zu bewerten.

Die Mehrheit der Studierenden kam aus dem Fachbereich Biotechnologie (50 %), gefolgt von Biomedizintechnik (33 %) und anderen Ingenieurstudiengängen. Ca. 72 % der Studierenden verfügten bereits über Laborerfahrung und 61 % über VR-Erfahrung. Studierende mit vorheriger Laborerfahrung schnitten besser ab (korrekte Antworten: 97,58 % \pm 5,13 %) als Studierende ohne diese Erfahrung (86,67 % \pm 4,44 %). Die Studierenden der Biotechnologie erzielten eine höhere Durchschnittsnote (korrekte Antworten: 97,53 % \pm 4,62 %) als die Studierenden der Biomedizintechnik (90,74 % \pm 8,63 %).

Studierende betonten, dass die Simulation ihr Verständnis für den Hefeproduktionsprozesses verbessert hat. Frühere reale Laborerfahrungen scheinen die Leistung zu verbessern, was den Wert der Simulation als ergänzendes Lehrmittel unterstreicht. Weitere Untersuchungen mit einer höheren Anzahl Probanden sind nötig, um das Ergebnis statistisch zu bewerten. Die sonstigen Rückmeldungen unterstreichen auch die Notwendigkeit, VR mit traditionellen Lehrmethoden in Einklang zu bringen, um unterschiedlichen Lernpräferenzen gerecht zu werden. Zukünftig wird auch dieses Szenario in der praktischen Lehre der Biotechnologie an der Hochschule Anhalt Anwendung finden.

3 Virtual Reality Simulation: Industrielle Herstellung von Weiß- und Rotwein

Das Thema „Weinherstellung“ gehört zur Lebensmittelbiotechnologie und hat das Ziel, den Studierenden umfassendes Wissen über die Prozesse der Weinproduktion und die damit verbundenen mikrobiologischen Vorgänge zu vermitteln. Die industriemaßstäbliche Weinproduktion erfordert praktischen Zugang zu entsprechenden Anlagen, was durch Terminabstimmungen und die begrenzte Verfügbarkeit geeigneter Weingüter erschwert wird. Das macht es fast unmöglich, dass Studierende umfassende praktische Erfahrungen zur industriellen Weinherstellung sammeln. Eine VR-Simulation bietet daher eine geeignete Ergänzung zu konventionellen Lehrmethoden.

Nach Besichtigung realer Produktionsanlagen, Rücksprachen mit Fachpersonal und Analyse der bisherigen Lehrmethoden wurden auf Basis des *VR-BioTech-House* die Produktionsumgebung entworfen, 3D-Modelle der notwendigen Maschinen erzeugt und interaktive Prozessschritte implementiert (Abb. 3). Die Prozessschritte entsprechen möglichst genau dem real durchgeführten Verfahren, wobei je nach Produktionsstätte und Hersteller auch leichte Variationen möglich sind. Aus didaktischer Sicht stellt die VR-Lernanwendung eine linear organisierte Sequenz dar, bei der das Lernen entlang eines vorgegebenen Lernpfades erfolgt.

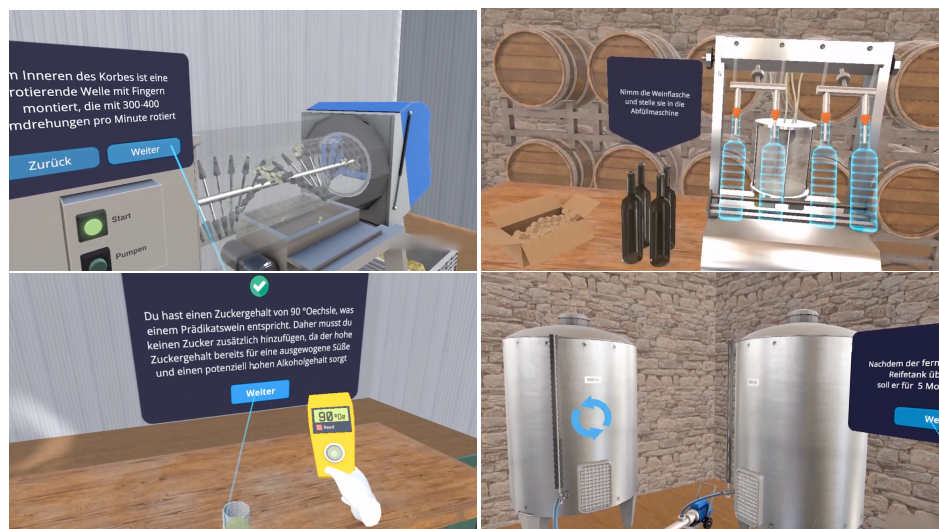


Abb. 3: Screenshots aus der VR-Simulation zur Wein-Herstellung: Entrappvorgang (o.l.), Flaschenbefüllung (o.r.), Zuckergehaltmessung (u.l.), Fermentierung (u.r.)

In der Simulation werden Vorteile der VR-Technologie deutlich: Durch eine transparente Darstellung verschiedener Maschinenkomponenten kann beispielsweise der Entrapp-Prozess, d.h. das Entfernen der Traubenstiele und Rappen, so dargestellt werden, dass während der Prozedur in die laufende Maschine hinein geschaut werden kann und so die Funktionsweise schnell, begreifbar und einprägsam visualisiert wird. Eine fehlerhafte Bedienung führt zu einer fehlerhaften Produktion, sodass zum Beispiel weniger Most entsteht und man anstelle von vier Flaschen Wein nur eine Flasche Wein erhält.

Um die fertiggestellte Anwendung zukünftig evaluieren zu können, wurde ein Forschungsdesign entworfen. Drei Hochschul-interne Expertinnen und Experten aus den Bereichen xR, Biotechnologie und Didaktik wurden dazu in offenen Interviews befragt. Das Ergebnis war eine Optimierung des Forschungsdesigns, um in einer späteren Studie die Tauglichkeit der VR-Simulation für die Lehre zu beurteilen und den Einsatz in der Lehre vorzubereiten.

4 Zusammenfassung und nächste Schritte

Das *VR-BioTech-House* besteht derzeit aus den drei Szenarien: Joghurtproduktion, Weinherstellung und Hefe-(Inokulums)-Herstellung. Während die Joghurtproduktion eher Heimcharakter hat, zielen die beiden anderen Szenarien stärker auf einen Labor- und Industriemaßstab ab. Hausintern ist die Anwendung aus drei Gründen erfolgreich:

- Eigene xR-Entwicklerinnen und -entwickler der Hochschule arbeiten im direkten Austausch mit Fachpersonen der Biotechnologie und zugeordneten Fachdidaktikern.
- Es ist genügend xR-Technik zur Entwicklung (xR-Entwicklungslabor) und Einbindung in die Lehre (Klassensatz mobiler VR-Brillen, 26 Stück) vorhanden.
- Und schließlich: Motivierte Lehrpersonen sind gewillt, neue Methoden der Lehre auszuprobieren.

Neben dem Einsatz der zuvor beschriebenen biotechnologischen VR-Szenarien in der praktischen Lehre wird das *VR-BioTech-House* um zusätzliche Szenarien erweitert. Der Fokus wird weiterhin auf Modul-relevanten Themen der „Angewandten Biotechnologie“ der Hochschule Anhalt liegen. Nächste Szenarien sind beispielsweise die Essigsäureherstellung, die Bierherstellung, die Penicillinherstellung und die Citronensäureherstellung. Mittelfristig ist geplant das BioTech-House durch eine größer angelegte Studie detaillierter zu evaluieren sowie die gesamte Anwendung zu veröffentlichen.

5 Förderhinweis

Die beschriebenen Aktivitäten wurden teilweise im Rahmen des Projektes *praxwerk*⁹ durch die Stiftung Innovation in der Hochschullehre gefördert.

Literaturverzeichnis

- [Bu22] Buchner, J.; Mulders, M.; Dengel, A.; Zender, R.: Editorial: Immersives Lehren und Lernen mit Augmented und Virtual Reality – Teil 1: Didaktische Designs, Konzepte und theoretische Positionen. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung* 47 (AR/VR - Part 1), S. i–x, 2022, doi: 10.21240/mpaed/47/2022.11.28.X.
- [Hu22] Huang, R.; Rödiger, J.; Berger, A.; Tümler, J.: Ein Virtuelles Biotech-Haus für das Lehren in der Biotechnologie. In: *Proceedings of DELFI Workshops 2022*. Gesellschaft für Informatik e.V., Bonn, S. 77–85, 2022, doi: 10.18420/delfi2022-ws-17.
- [MP21] Makransky, G.; Petersen, G.B.: The cognitive affective model of immersive learning (CAMIL): A theoretical research-based model of learning in immersive virtual reality. *Educational Psychology Review* 33 (3), S. 937–958, 2021.
- [MP23] Mercado, J.; Picardal, J.P.: Virtual Laboratory Simulations in Biotechnology: A Systematic Review. *Science Education International* 34 (1), S. 52–57, 2023.
- [Mu23] Mulders, M.; Buchner, J.; Dengel, A.; Zender, R.: Editorial: Immersives Lehren und Lernen mit Augmented und Virtual Reality – Teil 2: Empirische Untersuchungen. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung* 51 (AR/VR - Part 2), S. i–ix, 2023, doi: 10.21240/mpaed/51/2023.01.28.X.
- [SI09] Slater, M.: Place illusion and plausibility can lead to realistic behaviour in immersive virtual environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 364 (1535), S. 3549–3557, 2009.

⁹ <https://stiftung-hochschullehre.de/projekt/praxwerk>, <https://www.hs-anhalt.de/praxwerk>