

# Spielerisches Lernen

## Optimierung praktischer Lehrveranstaltungen in der Medizintechnik im Hinblick auf Motivation und Kompetenzentwicklung mithilfe der EMPAMOS-Methode

Christian Hanshans, Melanie Rammner

*Zusammenfassung: Dieser Beitrag beschreibt die Anwendung der EMPAMOS-Methode auf die Lehrveranstaltung »Medizinische Bildgebung«. Das Ziel des Projekts bestand darin, motivationshemmende Faktoren zu identifizieren und zu eliminieren, um die Motivation der Studierenden zu steigern. In der Vergangenheit hatte sich gezeigt, dass die Beteiligung an freiwilligen praktischen Lehrangeboten im Studiengang Mechatronik mit Vertiefungsrichtung Medizintechnik aufgrund einer Vielzahl von geforderten Studienleistungen während des Semesters gering ausfiel. Das hier beschriebene Lehrprojekt konzentriert sich daher auf die begleitende praktische Lehrveranstaltung des Moduls und zielt darauf ab, kompetenzorientiertes Lernen und Prüfen zu ermöglichen. Der in diesem Beitrag vorgestellte Lösungsansatz fördert die praktische Anwendung theoretischer Kenntnisse, indem die Studierenden dazu ermutigt werden, Problemlösungsfähigkeiten zu entwickeln und kollaborativ an Projekten zu arbeiten. Die Ergebnisse zeigen, dass sich mithilfe von Gamification-Ansätzen nicht nur die Motivation der Studierenden erheblich steigern und ihre gesamte Lernleistung verbessern lässt, sondern auch individuelle und kollaborative Lernprozesse effektiv gefördert werden können.*

*Abstract: This article describes the application of the EMPAMOS method to teaching the course »Medical Imaging« with the aim of identifying and eliminating factors inhibiting motivation in order to increase student motivation. Previous semesters have shown that participation in voluntary practical lab courses in the bachelor's program Medical Engineering decreases over the course of the semester due to the multitude of assignments the students are required to complete. This is why the teaching concept presented here focuses on the practical course accompanying the module and aims to foster concept-ori-*

*ted learning and examination. The proposed solution involves the practical application of theoretical knowledge by encouraging students to develop problem-solving skills and collaborate on projects. The results suggest that gamification can not only significantly increase student motivation and improve the overall learning experience but also effectively promote individual and collaborative learning.*

Schlagworte: Medizinische Bildgebung, anatomische Modelle, Medizintechnik, 3D-Druck, kompetenzorientiertes Lernen und Prüfen, EMPAMOS

## 1. Einleitung

Die Besonderheit eines technischen Studiums an einer Hochschule für angewandte Wissenschaften ist die Praxisorientierung und somit die Möglichkeit, das hier erworbene Wissen direkt in die Anwendung zu bringen. Dennoch sind in vielen Fächern lehrveranstaltungsbegleitende Praktika nicht verpflichtend. Durch die Vielzahl unterschiedlicher Lehrveranstaltungen innerhalb eines Semesters stehen freiwillige Praktika teils sogar in direkter Konkurrenz zu Pflichtveranstaltungen. Im Studiengang Mechatronik mit Schwerpunkt Medizintechnik, in dem das in diesem Beitrag betrachtete Fach angesiedelt ist, lag die durchschnittliche Teilnahme an freiwilligen Praktika in der Vergangenheit typischerweise zwischen 30 und 40 % (Zinger et al., 2023). Um die Beteiligung zu erhöhen, wurde daher die EMPAMOS-Methode auf das bestehende didaktische Konzept angewendet, um einerseits das Interesse der Studierenden zu steigern und andererseits ihre Motivation und letztlich auch ihren Lernerfolg zu maximieren.

### 1.1 Das bestehende (medien-)didaktische Konzept

Das didaktische Konzept der Lehrveranstaltung »Medizinische Bildgebung« basiert auf der Verwendung von Blended Learning, problem- und projektbasiertem Lernen, Peer Teaching und virtueller Kollaboration. Die Lehrveranstaltung integriert klassische MINT-Fächer – Mathematik, Physik, Informatik, Konstruktion und CAD, Materialwissenschaften und Chemie – sowie medizinische Grundlagen, um die gegebene Problemstellung zu bearbeiten. Der nur grob vorgegebene Rahmen der Aufgabenstellung fördert dabei Eigeninitiative und Kreativität, da sich die Studierenden die Lösung und die dafür erforderlichen Schritte selbstständig erarbeiten müssen. Dies trägt wesent-

lich zur Selbstkompetenz der Lernenden bei. Die Gruppenaufgabe erfordert außerdem enge Zusammenarbeit und Kommunikation, wodurch Teamarbeit und somit auch die Sozialkompetenz der einzelnen Studierenden gefördert wird. Diese Soft Skills sind wiederum entscheidend für den späteren beruflichen Erfolg (Pastoors, 2018).

Ein weiteres Element zur Förderung der Selbstkompetenz besteht darin, dass seitens der Betreuenden bewusst nicht eingegriffen wird, wenn Fehler gemacht werden. Die Teilnehmenden dürfen scheitern und aus ihren Fehlern lernen, was einen wichtigen Teil des Lernprozesses darstellt. Der Ansatz, Studierende mit im Vorfeld abgesteckten Problemlösungsaufgaben zu konfrontieren, um ihnen die Chance zu geben, selbst gezielt zu scheitern (sog. *productive failure*), und die Aufgabe anschließend zu besprechen, fördert langfristiges Lernen. Insbesondere gilt dies im Vergleich zu Ansätzen, bei denen die Aufgabe im Vorfeld durchgesprochen wird und anschließend die Problemlösung stattfinden soll (Sinha & Kapur, 2021).

Die in der Lehrveranstaltung »Medizinische Bildgebung« gestellte Aufgabe erfordert es, sich in unterschiedliche Softwarewerkzeuge einzuarbeiten und das Problem mit ihnen zu lösen. Dieser Prozess wird zwar durch Vorlesung und Lehrvideos unterstützt, der eigentliche Lernprozess erfolgt aber während der Arbeit am konkreten Anwendungsfall. Gleiches gilt für den Umgang mit den zur Verfügung stehenden 3D-Druckern. Ein wichtiges Detail ist hierbei, dass im Unterricht ausschließlich quelloffene und kostenfreie Software sowie kostengünstige Hardware zum Einsatz kommen. Zudem stehen unterschiedliche 3D-Drucker zur Verfügung. Die Auswahl der jeweiligen Software- und Hardware-Werkzeuge ist den Lernenden selbst überlassen. Der Einsatz von OpenSource und OpenHardware ermöglicht es all jenen Studierenden, deren Interesse am Thema 3D-Druck durch die Lehrveranstaltung geweckt wurde, die hier erworbenen Fähigkeiten im privaten oder späteren beruflichen Umfeld ebenso kostengünstig wie schnell anzuwenden. Dadurch fördert die Aufgabenstellung auch Digitalkompetenz bzw. digitale Souveränität.

Unterstützung erhalten die Studierenden in allen Teilprozessen nach dem Peer-Teaching-Prinzip von zuvor speziell für diese Lehrveranstaltung geschulten studentischen Tutor:innen (Avonts et al., 2023). Neben der Vermittlung von theoretischem Wissen bringt Peer Teaching vor allem beim Erlernen praktischer Fähigkeiten Vorteile mit sich und begünstigt, dass den Studierenden die vermittelten Inhalte auch nach Beendigung des Kurses länger im Gedächtnis bleiben (Brierley et al., 2022; Zhang et al., 2022).

Die Aufgabenstellung beinhaltet die 3D-Rekonstruktion eines zuvor zugewiesenen Knochenabschnitts aus medizinischen Schnittbildern sowie das anschließende Ausdrucken des Modells im 3D-Drucker. Die hierfür zur Verfügung gestellten anonymisierten Datensätze stammen von realen Patient:innen. Sie enthalten daher auch Pathologien wie z.B. Knochenfrakturen, die es bei der Rekonstruktion zu berücksichtigen gilt. Diese müssen so »versorgt« werden, wie es auch im klinischen Umfeld geschehen würde, etwa mit individualisierten Implantaten oder Schraubenverbindungen. So wird ein realistisches Anwendungsbeispiel geschaffen.

## 2. Material und Methoden

Die Weiterentwicklung und Optimierung der bestehenden Lehrveranstaltung, insbesondere des praktischen Teils, wurde im Rahmen des Lehrprojekts Lehlabor<sup>3</sup> in einem rollenübergreifenden Team durchgeführt, das aus einer Studentin, die das Praktikum schon selbst durchlaufen hatte, einem wissenschaftlichen Mitarbeiter und dem Professor bestand (Zinger et al., 2023). Diese Konstellation erlaubt einen differenzierteren Blick und macht sich in besonderem Maß die studentische Perspektive zunutze. Im Vordergrund des Vorhabens stand dabei das Ziel, motivationshemmende Aspekte der Lehrveranstaltung aufzudecken.

Um die Lehrveranstaltung mit motivationsfördernden Elementen anzureichern, wurde die EMPAMOS-Methode eingesetzt. Das so überarbeitete Konzept wurde direkt im Lehreinsatz erprobt und qualitativ durch Fragebögen sowie quantitativ durch den Vergleich der Anzahl von Teilnehmenden unterschiedlicher Jahrgänge wissenschaftlich begleitet.

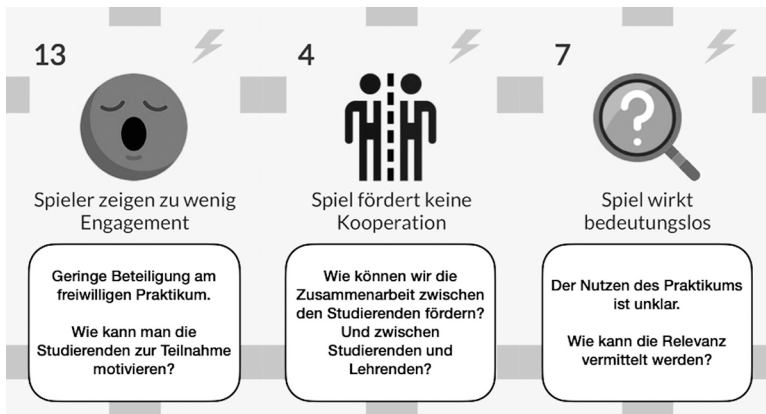
### 2.1 Ergebnisse

Die Ergebnisse des hier vorgestellten Lehrprojekts decken mehrere Dimensionen ab. Betrachtet werden nicht nur die strukturelle Verbesserung der Lehrveranstaltung, sondern auch Aspekte der technischen Umsetzung (im Sinne der Raumgestaltung) sowie die qualitative und quantitative Bewertung des Gesamtkonzepts aus Perspektive der Lehrenden, der Lernenden und der studentischen Tutor:innen.

### 2.2.1 Rekonzeption der Lehrveranstaltung mit EMPAMOS

Für die Lehrveranstaltung wurde das zentrale Problem »Beteiligung am Praktikum ist zu gering« formuliert. Hierfür kam die Methode der »Misfit-Übertreibung« aus dem EMPAMOS-Kartenset (Version 1.2, Juni 2022) zum Einsatz. Nach Auswahl mehrerer sogenannter Misfits – potenziell demotivierender Faktoren der Lehrveranstaltung – wurde mithilfe der Spielelemente und der Methodenkarte »Einzellösungen« an die Methode der »Misfit-Übertreibung« angeknüpft, um spezifische Lösungen zu entwickeln.

Abbildung 1: Die drei zentralen Misfits, die durch die EMPAMOS-Methode ausgemacht wurden



Voit, T.; Bildrechte ICONS siehe Anhang

Als zentrales Misfit stellte sich »Spieler zeigen zu wenig Engagement« heraus. Übertragen auf die Lehrveranstaltung bedeutet dies, dass das Interesse an der Veranstaltung gering und die Beteiligung am begleitenden freiwilligen Praktikum entsprechend niedrig ist. Was zunächst banal klingt, ergibt Sinn, wenn die Komplexität durch weitere Misfits und Methoden steigt, die sich gegebenenfalls beeinflussen. Abgeleitet hiervon ergeben sich weitere Misfits wie »Spiel wirkt bedeutungslos«, »Eigene Leistung nicht einschätzbar«, »Spieldauer zu lang«, »Spiel fördert keine Kooperation«, »Spieler werden kognitiv zu wenig gefordert« oder »Spieler geraten in ausweglose Situationen«. Übertragen auf den betrachteten

Lehrkontext ergibt sich dabei die Interpretation, die in Tabelle 1 dargestellt ist.

Tabelle 1: Übertragung motivationshemmender Elemente (Misfits) auf den Lehrkontext

| EMPAMOS-Misfit                               | Interpretation                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| »Spieler zeigen zu wenig Engagement«         | Die Studierenden haben zu wenig Interesse an der Lehrveranstaltung. Die Relevanz des hier vermittelten Wissens ist ihnen nicht bewusst.                                                                                                                                                                                       |
| »Spiel wirkt bedeutungslos«                  | Der Nutzen des in der Lehrveranstaltung vermittelten theoretischen und praktischen Wissens für Klausur und späteres Berufsleben ist den Studierenden nicht klar.                                                                                                                                                              |
| »Eigene Leistung nicht einschätzbar«         | Die Bewertungskriterien für die zu lösende Aufgabe sind nicht klar. Wie viele Punkte gibt es für die jeweiligen Schritte der 3D-Rekonstruktion und des 3D-Drucks? Wie beeinflusst das Wissen das Ergebnis der schriftlichen Klausur?                                                                                          |
| »Spieldauer zu lang«                         | Das Praktikum ist zeitaufwendig bzw. findet zu einem ungünstigen Zeitpunkt im Semester statt – typischerweise Mitte bis Ende des Semesters, sodass es mit der Prüfungsvorbereitungszeit kollidiert.                                                                                                                           |
| »Spiel fördert keine Kooperation«            | Die Aufgabe wird allein bearbeitet. Es fehlt die Interaktion bzw. der Austausch mit anderen Studierenden.                                                                                                                                                                                                                     |
| »Spieler werden kognitiv zu wenig gefordert« | Je nach Knochenabschnitt und eingesetztem Softwarewerkzeug und/oder Vorkenntnissen (z.B. im Bereich 3D-Druck) kann die Aufgabenstellung zu trivial sein. Auch die Verwendung von Automatik-Funktionen, die in manchen Fällen solide Ergebnisse erzielen, kann dazu führen, dass die Aufgabe als zu einfach wahrgenommen wird. |

| EMPAMOS-Misfit                              | Interpretation                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| »Spieler geraten in ausweglose Situationen« | Die Rekonstruktion komplexer und kleinteiliger anatomischer Strukturen kann dazu führen, dass Studierende sich überfordert fühlen oder der Zeitaufwand für die Problemlösung sehr hoch wird. Zudem können insbesondere im Umgang mit dem 3D-Drucker Probleme beim Druckvorgang entstehen, die zur Folge haben, dass Drucke scheitern und (schlimmstenfalls mehrfach) wiederholt werden müssen. All dies sind Gründe, die zu einem Abbruch des Praktikums führen können. |

Auf Basis der Misfit-Analyse und der daraus abgeleiteten Ursachen wurden mithilfe mehrerer Spielelemente Lösungen erarbeitet. Als zentrales Element wurde hierbei die »kooperative Spielform« gewählt. In der konkreten Umsetzung wurde dafür die Aufgabenstellung verändert. Neben der Einzelaufgabe – Rekonstruktion eines Knochens – sollte nun zusätzlich im Team ein vollständiges und originalgetreues menschliches Skelett, ein sogenanntes »Phantom«, gedruckt und zusammengebaut werden.

Diese Neuausrichtung adressiert mehrere der bereits identifizierten Misfits gleichzeitig. Das Erreichen des Semesterziels ist nur möglich, wenn sich alle Studierenden aktiv beteiligen und bis zum Ende des Semesters engagiert mitwirken (z. B. Misfit »Spiel fördert keine Kooperation«). Für anatomisch korrekte Verbindungen zwischen Knochen oder für Gelenke müssen je nach anatomischer Struktur mehrere Personen an den Schnittstellen zusammenarbeiten. Dies erhöht die Komplexität der Aufgabe, indem auf technischer und sozialer Ebene weitere Probleme gelöst werden müssen (z. B. Misfit »Spieler werden kognitiv zu wenig gefordert«). Wie auch im späteren Berufsleben erweisen sich dabei die Abstimmung mit Kolleg:innen sowie die physische und virtuelle Kollaboration im kleinen (angrenzende Knochen und Gelenke) wie im großen Team (Zusammenbau der Teile zu einem funktionalen Gesamtgefüge) als notwendig, um Erfolge zu erzielen (z. B. Misfit »Spiel fördert keine Kooperation«). Steigen Studierende aus dem Kurs aus, gefährdet dies das gesamte Projekt und die nun offenen Aufgaben müssen von den verbleibenden Gruppenmitgliedern übernommen werden.

Lösungen für weitere, untergeordnete Misfits wurden auf Basis der EMPA-MOS-Methode »Einzellösung« gewählt und ebenfalls in die Lehrveranstaltung integriert. Tabelle 2 gibt einen Überblick über diese Ansätze.

Tabelle 2: Lösungsansätze zur Auflösung weiterer Misfits und Implementierung in der Lehrveranstaltung

| EMPAMOS-Spielelement    | Implementierung in der Lehrveranstaltung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| »Kooperative Spielform« | Die Aufgabe wird als Gruppenaufgabe konzipiert, zu der jede:r Teilnehmende einen Beitrag leisten muss. Aus diesen Teilen ergibt sich ein vollständiges, 3D-gedrucktes menschliches Skelett (»Phantom«).                                                                                                                                                                                        |
| »Tausch«                | Die Studierenden erhalten den Datensatz eines medizinischen Schnittbilds und einen zu bearbeitenden Knochenabschnitt. Es können jedoch untereinander Absprachen getroffen und die Aufgaben getauscht werden. Relevant ist nur die erfolgreiche Umsetzung der gemeinsamen Semesteraufgabe.                                                                                                      |
| »Fragestellung«         | Um bei Unklarheiten niederschwellig Hilfe suchen zu können, werden studentische Hilfskräfte im Peer-Teaching-Verfahren als direkte und niederschwellige Ansprechpersonen eingesetzt. Zudem werden ein Onlineforum und ein Chat eingerichtet. Darüber können Studierende sich austauschen, sei es zu fachlichen, organisatorischen oder konzeptionellen Fragen.                                 |
| »Ressourcen«            | Die Spielregeln für die Nutzung der 3D-Drucker (Druckzeiten), Verbrauchsmaterialien und Werkzeuge für die mechanische Nachbearbeitung werden im Vorfeld klar kommuniziert. Sowohl die Drucker als auch die Arbeitsplätze für die Nachbearbeitung der 3D-Drucke müssen im Vorfeld online gebucht werden. Allen Teilnehmenden steht zudem die gleiche Menge an Verbrauchsmaterial zur Verfügung. |

### 2.2.2 Ergebnisse aus dem Lehreinsatz

Die Lehrveranstaltung wurde erstmals im Wintersemester 2022/23 in modifizierter Form durchgeführt. Bei der virtuellen Kollaboration im Onlineforum und der Interaktion mit dem Dozenten bzw. den am Pilotprojekt beteiligten studentischen Hilfskräften, die als Peer-Teacher agierten, fielen insbesondere die spezifischeren Fragen unter Verwendung anatomischer Fachbegriffe auf. Der fachliche Austausch innerhalb der Gruppe und mit dem Dozenten fand auf einem subjektiv deutlich gesteigerten Niveau statt. Die Studierenden betrieben im bereitgestellten Onlineforum rege Kommunikation über Unklarheiten und methodisches Vorgehen. Auch der Zusammenbau von Skelettelementen wurde mit hohem Engagement und großer Beteiligung durchgeführt.

Insgesamt wurde die Teilnahme am freiwilligen Praktikum von zuvor 35 % auf 85 % im Pilotsemester gesteigert. Dabei beendeten 81 % der Teilnehmer:innen das Praktikum erfolgreich. Die Skelettteile, die aufgrund der Abbruchquote von 19 % fehlten, wurden von anderen Studierenden als zusätzliche Aufgabe übernommen. In der Evaluation gaben die Studierenden an, zum Nachlesen in Fachbüchern motiviert worden zu sein. Außerdem war für 97 % die Relevanz der Inhalte klar und 95 % der Befragten hatten das Gefühl, etwas dazugelernt zu haben. Als besonders positiv wurde der »Spaß an der Gruppenarbeit« bewertet, was sich auch in der klassischen Evaluation dieser Lehrveranstaltung widerspiegelte: »Sehr gutes Format, Arbeiten in der Gruppe, aber selbstständiges Arbeiten ohne abhängig von anderen zu sein«, hieß es hier, oder: »Es hat viel Spaß gemacht, den ganzen Weg von Rekonstruktion über Druck bis hin zur Nachbearbeitung der gedruckten Knochen zu sehen.« Abbildung 2 zeigt das Ergebnis der Gruppenarbeit aus dem Pilotsemester – das vollständig zusammengesetzte Skelett.

Im Wintersemester 2023/24 wurde die Lehrveranstaltung erneut durchgeführt. Aufgrund der deutlich kleineren Kohorte ( $n=13$ ) konnte in diesem Semester zwar kein vollständiges 3D-Modell eines menschlichen Skeletts gedruckt werden, doch blieben ausnahmslos alle Studierenden bis zum Schluss dabei und beendeten das Praktikum mit dem Zusammenbau eines Teilskeletts (Torso mit oberen Extremitäten). Die Ergebnisse der qualitativen wie quantitativen Evaluation deckten sich hierbei mit denen des ersten Durchlaufs. Die Beteiligungsquote betrug in diesem Praktikum 86 %.

*Abbildung 2: Vollständig zusammengebautes Skelett aus dem Wintersemester 2022/23*



CC-BY-SA, Christian Hanshans

### 3. Diskussion

Durch den Einsatz der EMPAMOS-Methode konnte am Beispiel »Medizinische Bildgebung« exemplarisch gezeigt werden, wie eine Lehrveranstaltung durch gezielte Analyse und Einsatz von Gamification deutlich attraktiver gestaltet werden kann. Selbst aus didaktischer und inhaltlicher Sicht gut gestaltete Lehrformate erreichen ihre Zielgruppe nicht zwingend. Dies gilt in beson-

derem Maß für freiwillige Angebote wie Wahlfächer oder freiwillige Praktika, doch auch Pflichtveranstaltungen können davon profitieren, dass Studierende die Lernziele intrinsisch motiviert erreichen.

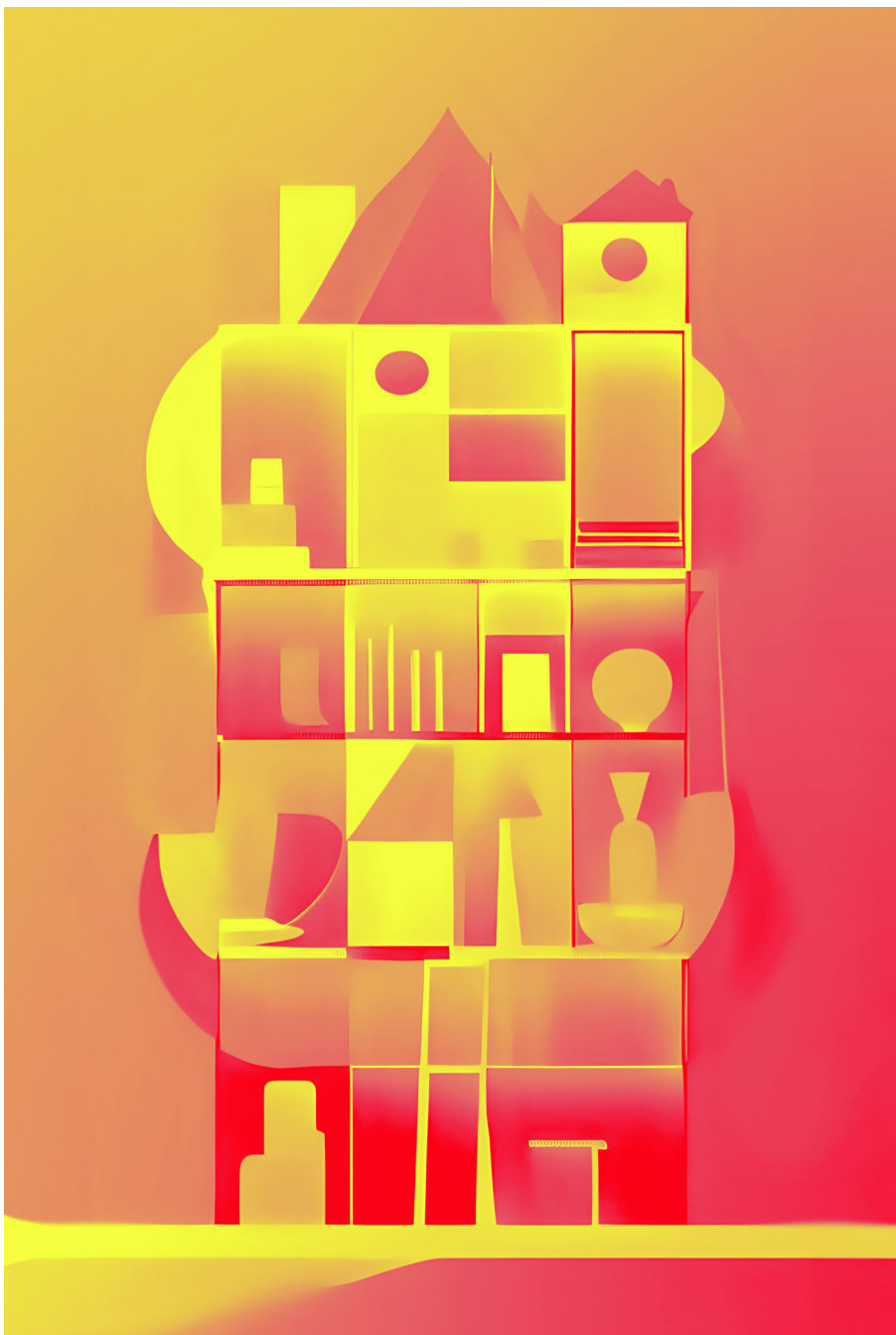
Im konkreten Beispiel existierten bereits eine Lehrveranstaltung und ein didaktisches Konzept, welches mittels einer Kombination aus Vorlesung und zugehörigem Praktikum einerseits Faktenwissen vermitteln, andererseits aber auch die Methoden- und Handlungskompetenz der Studierenden erweitern und prüfen soll. Durch die Überarbeitung mit EMPAMOS konnte hier nicht nur eine höhere Beteiligung, sondern auch ein besserer Wissenstransfer durch die gesteigerte Motivation der Studierenden erreicht werden. Dies zeigte sich qualitativ wie quantitativ in der Begleitevaluation.

Gerade praktische Lehrformate können durch kompetenzorientiertes Lernen und Prüfen einen wesentlichen Anteil zum Wissenstransfer leisten. Neben leicht zu quantifizierenden Aspekten der Lehre wie Praktikumsteilnahme oder Klausurleistung spielen allerdings auch psychosoziale Aspekte eine wichtige Rolle im Lernprozess, die nur schwer zu bemessen sind. Bei der Konzeption von Lehrveranstaltungen sollten diese im Hinblick auf Motivation durch soziale Interaktion berücksichtigt werden. Die EMPAMOS-Methode umfasst all diese Faktoren und bietet dank eines strukturierten Vorgehens und eines methodischen Werkzeugkastens eine gute Möglichkeit, um wertvolle Erkenntnisse und praktikable Ansätze zur Steigerung der Motivation und des Wissenstransfers zu erzeugen. Der zeitliche Aufwand für eine solche Rekonzeption ist überschaubar und das Ergebnis überraschend.

An der Hochschule für angewandte Wissenschaften München ist der Erfolg durch die Anwendung von EMPAMOS nicht nur auf die in diesem Beitrag vorgestellte Lehrveranstaltung begrenzt. Die Methode konnte bereits im darauffolgenden Sommersemester erfolgreich auf das medizinische Grundlagenfach »Anatomie und Physiologie I« im Studiengang Mechatronik mit Vertiefungsrichtung Medizintechnik übertragen werden. Diese Übertragbarkeit zeigt, dass die Methode auch in anderen Lernkontexten und Disziplinen wirksam sein kann, und unterstreicht die Relevanz von Gamification-Ansätzen für die Hochschulbildung, insbesondere, wenn es darum geht, bestehende Lehrformate in Hinblick auf Motivationsförderung zu verbessern.

## Literatur

- Avonts, M., Bombeke, K., Michels, Vanderveken, O. M. & de Winter, B. Y. (2023). How can peer teaching influence the development of medical students? A descriptive, longitudinal interview study. *BMC Medical Education*, 23, 861. <https://doi.org/10.1186/s12909-023-04801-4>
- Brierley, C., Ellis, L. & Reid, E. R. (2022). Peer-Assisted Learning in Medical Education: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Medical Education*, 56(4), 365–373. <https://doi.org/10.1111/medu.14672>.
- Pastoor, S. (2018). Berufliche Methodenkompetenzen. In J. H. Becker, H. Ebert & S. Pastoor (Hg.), *Praxishandbuch berufliche Schlüsselkompetenzen: 50 Handlungskompetenzen für Ausbildung, Studium und Beruf*, (S. 71–79). Springer.
- Sinha, T. & Kapur, M. (2021). When Problem Solving Followed by Instruction Works: Evidence for Productive Failure. *Review of Educational Research*, 91(5), 761–798. <https://doi.org/10.3102/00346543211019105>.
- Zhang, H., Liao, A., Goh, S., Wu, V. & Yoong, S. Q. (2022). Effectiveness of Peer Teaching in Health Professions Education: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nurse Education Today*, 118, 105499. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2022.105499>.
- Zinger, B., Wester, A. M., Bauer, M., Beckert, J., Bertels, V., Dobhan, A., Dölling, H., Hanshans, C., Höllen, M., Kaus, E., Maier, L., Martin, V., Metz, J., Nägle, K., Rammler, M., Rieke, A., Schäfle, C., Schmitt, M., Weidel, A., Wissel, C., Zauner, J. & Zitzmann, T. (2023). *Lehlabor<sup>3</sup> – ein Netzwerk zur teambasierten Lehrentwicklung: Einblicke und Ergebnisse in ein hochschul- und rollenübergreifendes Programm zur Lehrentwicklung in der Hochschulbildung 05/2022 – 04/2023*. FIDL – Forschungs- und Innovationslabor Digitale Lehre. <https://doi.org/10.34646/THN/OHMDOK-925>



Bildquelle: »Artificial Illustrations« – ein studentisches Projekt des FIDL

