

KADalyzer – mehr Begeisterung für Chemie

Anke Kaluza, Katharina Neumann, Denise Bohrisch

Hochschule	Hochschule Hof
Fachbereich	Grundlagen der Naturwissenschaften im Ingenieurwesen und technisches Projektmanagement
Projektname	KADalyzer – mehr Begeisterung für Chemie
Teammitglieder	- Prof. Dr. Katharina Neumann – Lehrende (Fachbereich: Grundlagen der Naturwissenschaften im Ingenieurwesen und technisches Projektmanagement) - Anke Kaluza, M.A. – wiss. Mitarbeiterin (Bereich prof. Personalentwicklung)/Didaktikerin - Denise Bohrisch, B.A. – Studentin (Studiengang: Digital Business Management)
Zielgruppe des Projekts	Studierende im 2. Semester des modularen Studiengangs Ingenieurwissenschaften, Pflichtmodul »Chemie und Umwelttechnik«, Teilnehmendenzahl: 60–70 Studierende
Projektziele	Es soll ein angepasstes Lehrkonzept für das Modul »Chemie und Umwelttechnik« im neuen modularen Studiengang Ingenieurwissenschaften entwickelt werden, welches die Studierenden für Chemie begeistert, ihr Engagement erhöht und den Lernerfolg steigert.
Zentrale Misfits	»Der Beitrag von Aktionen zur Zielerreichung ist unklar« »Die Spieler zeigen zu wenig Engagement« »Die Siegchancen sind unfair verteilt«

Zentrale Spielelemente	· »Belohnung« · »Sammeln« · »Spielerfortschrittsanzeige«
-------------------------------	--

Schlagworte: *Motivation, Constructive Alignment, Lernaktivität, Storytelling*

Dieser Artikel beschreibt das Projekt KADalyzer an der Hochschule Hof. Ziel des Projekts ist es, ein angepasstes Lehrkonzept zu entwickeln, das Studierende stärker motivieren und aktivieren soll. Durch das Aufzeigen größerer Relevanz sowie den Einsatz von Storytelling und zusätzlichen digitalen Lernpaketen sollen Engagement und Lernerfolg gesteigert werden. Der Beitrag beleuchtet die Herausforderungen und Lösungsansätze dieses Lehrprojekts.

1. Ausgangslage

Der neue, modular aufgebaute Studiengang Ingenieurwissenschaften (B. Eng.) an der Hochschule Hof integriert in einer zweisemestrigen Orientierungsphase die Studienrichtungen Maschinenbau, Elektro-, Werkstoff- und Umwelttechnik sowie Wirtschaftsingenieurwesen. Das Modul »Chemie und Umwelttechnik« wird im zweiten Semester angeboten und ist eine Pflichtveranstaltung, die von durchschnittlich 70 Studierenden besucht wird. Die Lehrveranstaltung wurde bisher von einer Lehrbeauftragten durchgeführt und zum Sommersemester 2024 von Katharina Neumann übernommen. Trotz des Vorkurses sind die Voraussetzungen und das Vorwissen der Teilnehmenden sehr heterogen. Die Vermittlung des Grundlagenwissens erfolgt in Vorlesungen. Parallel dazu finden Laborpraktika statt, welche das Durchführen von Versuchen, das Erstellen von Protokollen sowie das Halten einer Kurzpräsentation umfassen. Die Praktika finden in Kleingruppen von ca. zwölf Studierenden statt und beginnen gestaffelt. Problematisch ist dabei jedoch, dass die Gruppen, die als erste mit dem Laborpraktikum beginnen, zu diesem Zeitpunkt noch nicht alle notwendigen Vorlesungsinhalte gehört haben. Die Heterogenität der Studierenden hinsichtlich des Wissensstands und der Motivation ist daher eine zentrale Herausforderung für die Lehre.

2. Zielsetzung

Ziel des Projekts ist es, ein angepasstes Lehrkonzept zu entwickeln, das die Studierenden für Chemie begeistert. Sie sollen motiviert und aktiv an den Vorlesungen und Laborpraktika teilnehmen. Nach Abschluss des Moduls sollen sie wissen, wofür sie die hier gelernten Grundlagen benötigen, und sie sollen in der Lage sein, das erworbene theoretische Wissen in Praktika anzuwenden. Zu Beginn ihres Praktikums haben alle Studierenden im Rahmen der Vorlesung oder in Selbstlernphasen das Wissen erworben, das sie benötigen, um gleichermaßen gute Voraussetzungen für das Praktikum zu haben. Dies ermöglicht es den Studierenden, Selbstwirksamkeit zu erfahren (vgl. Deci et al., 1996). Die Studierenden sollen zudem ihren Lernerfolg steigern, indem sie sich auch während des Semesters mit den Modulinhalt beschäftigen. Durch einen kollaborativen, kommunikativen Lernprozess werden – so die Idee – neben der Vermittlung des benötigten Wissens außerdem auch zukunftsorientierte Sozialkompetenzen (vgl. Schwab & Zahidi, 2020; Prill, 2023) entwickelt. Aus dieser Zielsetzung hat das Team folgende Forschungsfrage abgeleitet: »Wie kann die Motivation der Studierenden im Fach Chemie gesteigert werden?« Dazu ließen sich wiederum die folgenden zwei Kernhypothesen aufstellen, an denen sich das Lehrprojekt orientierte:

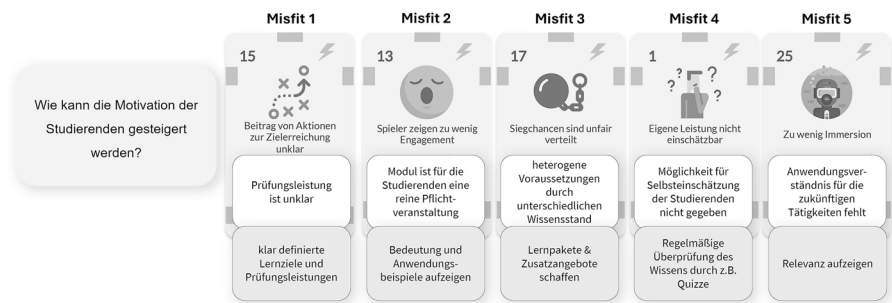
- **Hypothese 1:** Die Motivation der Studierenden steigt, wenn die Bedeutung und Relevanz der Lerninhalte verdeutlicht wird.
- **Hypothese 2:** Durch gesteigerte Lernaktivität während des Semesters (d.h. größeres Engagement) erleben die Studierenden verstärkt Selbstwirksamkeit.

Diese Hypothesen dienten als Leitlinien für die Erarbeitung der Lösungsansätze, die im Folgenden skizziert werden.

3. Lösungsansätze

Durch Anwendung der EMPAMOS-Methode wurden ausgehend von der zentralen Problemstellung insgesamt fünf Misfits bestimmt, die sich negativ auf Motivation und Lernerfolg der Studierenden auswirken können (siehe Abb. 1).

Abbildung 1: Misfits und Einzellösungen

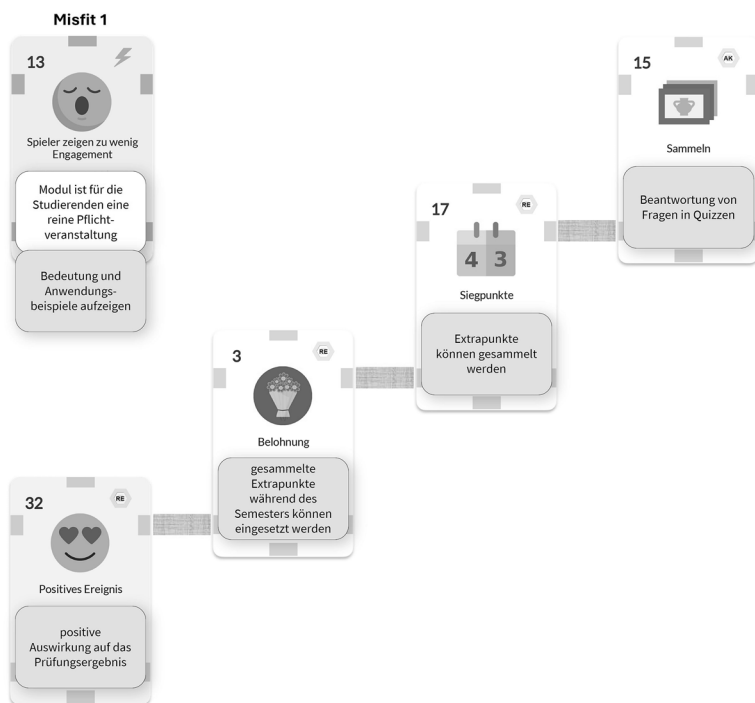


Voit, T.; Bildrechte ICONS siehe Anhang

Nach Definition der Problemstellungen wurde für jedes Problem eine Einzellösung festgehalten. Anschließend wurde mit den EMPAMOS-»Spielelementen« nach detaillierteren Lösungen für die Misfits gesucht und es wurden Lösungsnetze erstellt. Abbildung 2 zeigt ein exemplarisches Lösungsnetz für das Misfit »Spieler zeigen zu wenig Engagement«. Durch dieses Vorgehen konnte die Problemsituation genauer analysiert und noch einmal neu gedacht werden.

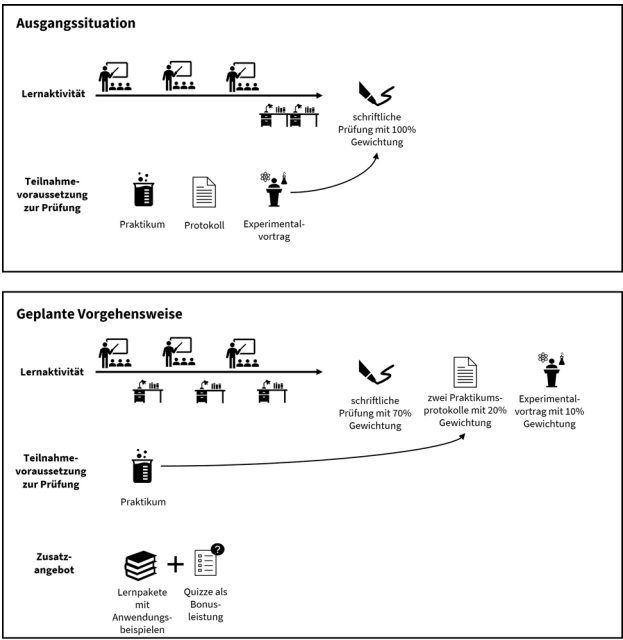
Parallel zur Durchführung des Lehrlabors³ konnten im Sommersemester 2024 einige mit EMPAMOS erarbeitete Lösungsansätze erprobt werden. Abbildung 3 stellt die Ausgangssituation vor der Überarbeitung und die Anpassungen bis zur erneuten Durchführung des Moduls im Sommersemester 2025 gegenüber.

Abbildung 2: Lösungsnetz für Misfit 1



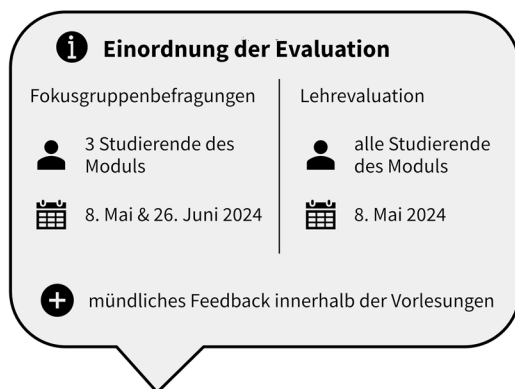
Voit, T.; Bildrechte ICONS siehe Anhang

Abbildung 3: Strukturelle Anpassungen nach der Analyse mit EMPA-MOS



Im Rahmen der Lehrveranstaltung im Sommersemester wurden die Lösungsansätze durch zwei Fokusgruppenbefragungen, durch die Lehrevaluation und durch mündliches Feedback in den Präsenzveranstaltungen evaluiert (Abb. 4). Mithilfe der Ergebnisse wurde das Konzept des Moduls weiter optimiert (vgl. Abb. 3, »Geplante Vorgehensweise«).

Abbildung 4: Evaluationsdesign



Im Folgenden werden die zentralen Lösungsansätze beschrieben.

3.1 Lösungsansätze für das Misfit »Beitrag von Aktionen zur Zielerreichung unklar«

Wesentlich für die Zielerreichung war es, dem Modul eine klare Struktur zu geben (vgl. Ulrich, 2020). Im Sinne des *Constructive Alignment* (Biggs, J. & Tang, C., 2011) wurden Lernziele formuliert. Diese dienten als Ausgangspunkt für die Anpassung der Prüfungsform (Portfolioprüfung: zwei Praktikumsversuche, Experimentalvortrag, 60-minütige schriftliche Prüfung) sowie der Lehr-/Lernmethoden. Die Lernziele, die Struktur des Moduls, die Prüfungsform sowie die Bewertungsmaßstäbe wurden in der ersten Vorlesung an die Studierenden kommuniziert, um ihnen zu vermitteln, dass sie die Prüfung bestehen können, wenn sie aktiv am Modul teilnehmen (vgl. Chasteen, 2023b).

Für die prüfungsrelevanten Protokolle wurden theoretische Hintergründe in der Vorlesung vermittelt und digitale Lernpakete zur Vertiefung angeboten (vgl. Abschnitt »Spielerfortschrittsanzeige und Lernpakete«). Der Experimentalvortrag (zehn Minuten, von zwei Studierenden gemeinsam vorbereitet und gehalten) wurde zudem in die Portfolioprüfung integriert (vgl. Abb. 3), um die Sozial-, Kooperations- und Kommunikationskompetenz der Studierenden zu fördern – denn diese drei Kompetenzen sind als Soft Skills in der späteren beruflichen Tätigkeit als Ingenieur:in besonders wichtig. Von den Studierenden werden außerdem eigenständiges Experimentieren, die Erarbeitung des theo-

retischen Hintergrunds und die Präsentation des Experiments inklusive Erläuterung gefordert.

Wirkung der Lösungsansätze

Das erste Protokoll, welches die Studierenden im Rahmen des Moduls anfertigten, wies Lücken in der wissenschaftlichen Beschreibung und Interpretation der Ergebnisse auf. Die Studierenden gaben an, dass sie sich nicht ausreichend auf das Praktikum vorbereitet fühlten. Die zur Vorbereitung zur Verfügung gestellten Selbstlernmaterialien wurden allerdings auch nicht von allen Studierenden genutzt. Das Feedback der Laboringenieurinnen und der Professorin führte beim zweiten Protokoll zu einer deutlichen Verbesserung der Ergebnisse. Dies bestätigte auch die Durchschnittsnote.

Im Experimentalvortrag erreichten die Studierenden bei Zusammenarbeit im Team und Präsentation sehr gute Ergebnisse. Jedoch gab es fachliche Schwächen bei der Theorieaufbereitung und -erläuterung. Die Studierenden regten im Zuge der Fokusgruppenbefragung zudem eine Anpassung der Inhalte der Lernpakete an. Sie wünschten sich, dass die theoretischen Inhalte in der Vorlesung besprochen und die Anwendungsbeispiele im Anschluss als Lernpakete zum Selbstlernen zur Verfügung gestellt werden sollen.

Die 60-minütige schriftliche Prüfung am Semesterende wurde als fair eingeschätzt. Die Studierenden konnten sich mit einer Probeklausur und einem Fragenkatalog gut vorbereiten. Das zeigte sich auch in der Bewertung der schriftlichen Prüfung, die im Durchschnitt gut ausfiel.

Die Studierenden investierten über die Vorlesung und das Praktikum hinaus zwei bis vier Stunden pro Woche in das Modul. Im Rahmen der Lehrevaluation (N=44) gaben 45 % den Umfang der behandelten Inhalte als genau richtig an. Den Workload schätzten 75 % als genau richtig ein. In der Fokusgruppenbefragung (N=3 Studierende) wurde der Arbeitsaufwand gegenüber anderen Modulen allerdings als hoch eingeschätzt. Insgesamt wurde das Modul in der Lehrevaluation als verständlich, strukturiert und interessant bewertet, die Skripte und Übungen als nützlich. Die positiven Auswirkungen der klaren Strukturen und transparenten Erwartungen auf den Lernprozess spiegeln sich in den guten Prüfungsergebnissen wider.

3.2 Lösungsansätze für die Misfits »Die Siegchancen sind unfair verteilt« und »Eigene Leistung nicht einschätzbar«

Um die Heterogenität des Vorwissens auszugleichen, wurden den Studierenden im Sinne des Blended-Learning-Ansatzes digitale Lernpakete zu theoretischen Hintergründen in Moodle zur Verfügung gestellt (klassische Vorlesungsfolien, Texte, Lernvideos). Diese Inhalte wurden später in der Vorlesung durch Übungen und Diskussionen vertieft. Die Studierenden konnten diese im Rahmen einer Selbstlernzeit (zweiwöchentlich eine Semesterwochenstunde) bearbeiten. Um die Transparenz des eigenen Lernerfolgs sowie die Metakognition der Studierenden zu steigern (Lösung: »Spielfortschrittsanzeige«), wurden zusätzliche Quizfragen integriert (vgl. Chasteen, 2023a).

Wirkung der Lösungsansätze

Die statistische Auswertung aus Moodle sowie das direkte Feedback der Studierenden während der Vorlesung zeigte, dass nur 45–49 % die bereitgestellten Lernpakete nutzten. Diese Tendenz ging auch aus den Erkenntnissen der Fokusgruppenbefragungen hervor. Die Studierenden wünschten sich, dass die theoretischen Inhalte in der Vorlesung besprochen und die Anwendungsbeispiele im Anschluss als Lernpakete zum Selbstlernen zur Verfügung gestellt werden. Diese Anpassung wurde bereits Mitte des Semesters umgesetzt und der Fokus der Selbstlernphasen verstärkt auf die Lösung von Quizzen und Aufgaben gelegt. Dies führte dazu, dass die Lernpakete nach der Anpassung – und deren Kommunikation an die Studierenden – eine Beteiligung von 71–88 % erreichten.

Das Ergebnis zeigt, dass die Motivation der Studierenden bezüglich der Lernaktivität deutlich gesteigert werden kann, wenn die Lernpakete für sie leichter zu bewältigen sind (einfacheres Kompetenzerleben). Es fällt den Studierenden allerdings schwer, sich mit theoretischen Grundlagen eigenständig zu beschäftigen, um sie in der Präsenzveranstaltung weiter zu vertiefen.

3.3 Lösungsansatz für das Misfit »Spieler zeigen zu wenig Engagement«

Um die Studierenden durch ein positives Ereignis zu motivieren, wurde eine freiwillige Bonusleistung ermöglicht, die bis zum Ende des Semesters erbracht werden konnte. Als Belohnung für die bestandene Bonusleistung hatte

dies gemäß Allgemeiner Prüfungsordnung der Hochschule Hof die Anhebung der Endnote auf die nächstzulässige Nachkommastelle zur Folge.

Die Bonusleistung wurde mit dem Ziel konzipiert, das Engagement und den Lernerfolg der Studierenden zu steigern (vgl. Chasteen, 2023b). Die Studierenden erhielten die Aufgabe, ein digitales Poster zu einem selbstgewählten Thema mit Bezug zu einem vorgegebenen Praktikumsversuch zu erstellen. Dabei sollten sie auch einen Bezug zu den Vorlesungsinhalten sowie zum späteren Berufsfeld herstellen. Darüber hinaus waren die Studierenden aufgefordert, ihren eigenen Lernprozess zu reflektieren. Über die intensivere Auseinandersetzung mit Modulinhalten und die Steigerung metakognitiver Fähigkeiten hinaus fördert dieses Vorgehen die Kompetenz, Inhalte zusammenzufassen und schriftlich zu formulieren. Zudem wird die Fähigkeit gestärkt, selbstreguliert zu lernen (vgl. Moerth et al., 2023).

Wirkung des Lösungsansatzes

Von 64 Studierenden haben 24 die Möglichkeit der Bonusleistung in Anspruch genommen. Zeitlich wurde die Bonusleistung vom Großteil der Teilnehmenden (42 %) erst ein bis zwei Tage vor Abgabeschluss zum Vorlesungsende finalisiert. Lediglich drei der 24 Teilnehmenden gaben die Bonusleistung vier Wochen vor Vorlesungsende ab, eine Person zwei Wochen und eine Person drei Wochen vor Abgabeschluss. Auch das Feedback der Studierenden ergab, dass es teilweise zeitlich schwierig war, sich früher mit den Themen zu beschäftigen, weil zwischenzeitlich auf Vorlesungsinhalte oder Praktikumsversuche gewartet wurde.

Ein Teil der Bonusleistung bestand außerdem darin, die eigene Arbeit am Poster zu reflektieren. Die Auswertung dieser Reflexionen ergab, dass das Poster hilfreich für den Anwendungsbezug und für ein tieferes Verständnis der theoretischen Inhalte war. Dies wurde auch in den Fokusgruppenbefragungen bestätigt und die Bonusleistung wurde als sehr positiv bewertet. Die Beschäftigung mit einem selbstgewählten Thema half vielen Studierenden dabei, die Relevanz von Chemie für ihre spätere Karriere zu erkennen.

3.4 Weitere Lösungsansätze

Die Vorlesungsinhalte wurden in eine übergeordnete Geschichte (Storytelling) eingebettet, die in jeder Vorlesung und den Lernpaketen aufgegriffen wurde. Dies sollte insbesondere das Misfit »Zu wenig Immersion« sowie das Misfit »Spie-

ler zeigen zu wenig Engagement« durch Aufzeigen der Relevanz im späteren Berufsfeld auflösen. In jeder Vorlesung wurden anwendungsbezogene Fallbeispiele erläutert und die theoretischen Grundlagen in Beispielaufgaben praktisch angewendet. Die Teilnahme an den Aufgaben wurde während der Vorlesung über die Eingabe der Ergebnisse in eine Online-Umfrage erfasst, an der sich über alle Vorlesungen hinweg etwa 93 % der Studierenden aktiv beteiligten.

4. Learnings und Ausblick

Im Rahmen des Projekts konnten durch die Überarbeitung des Moduls und den Einsatz der EMPAMOS-Methode wertvolle Erkenntnisse gewonnen werden. Diese zeigen, dass klare Strukturen, transparente Erwartungen und ein praxisnaher Bezug wesentlich zur Motivation und zum Lernerfolg der Studierenden beitragen. Die folgenden Learnings fassen die wichtigsten Erkenntnisse zusammen:

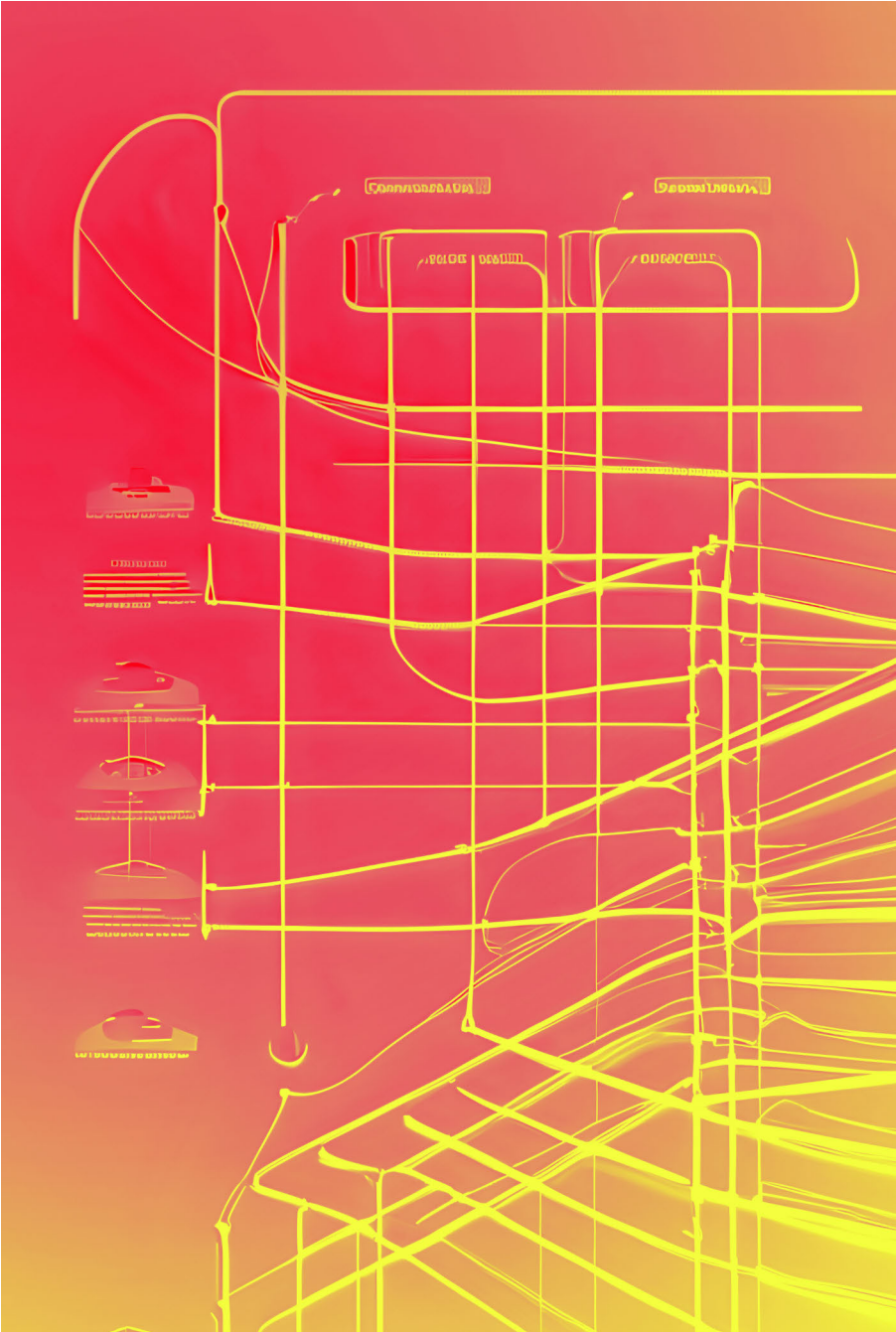
- **Transparenz** und das **Aufzeigen von Relevanz** sowie offene Kommunikation mit den Studierenden sind für die Motivation von entscheidender Bedeutung.
- Ein **Quiz** am Anfang der Vorlesung ermöglicht es, Vorwissen abzufragen, besser auf die **heterogenen Voraussetzungen** einzugehen und ggf. zusätzliches Lernmaterial zum Selbstlernen zur Verfügung zu stellen.
- Die **Selbstlernkompetenz** ist im zweiten Semester noch weniger ausgeprägt als erwartet und **muss langsam** im Lauf des Semesters **gesteigert werden**. Bekannte Strukturen wie die Frontalvorlesung und das Üben mit Hilfe komplexerer Quizze und Reflektionen sollten im ersten Drittel des Semesters genutzt werden.
- Um die **Lernaktivitäten** während des Semesters zu **steigern**, wird die **Bonusleistung** angepasst. Statt eines Posters können die Studierenden für die Beantwortung von Quizfragen und Reflexionsfragen (im Sinne eines Lerntagebuchs) Bonuspunkte erwerben.
- Die Aufgaben der Lernpakete werden in eine **motivierende Story** eingebettet. Schwierige theoretische Inhalte werden in der Vorlesung behandelt, Übungen weiterhin in der Selbstlernphase.
- Die Verwendung von **Fallbeispielen**, die für jede der im Modul vertretenen Studienrichtungen Anknüpfungspunkte bieten, haben einen großen

Mehrwert für die Motivation der Lernenden und die subjektiv wahrgenommene Relevanz der Lerninhalte.

Um das Konzept weiterzuentwickeln, soll das Lehlabor an der Hochschule Hof außerdem schon bald in die zweite Runde gehen. Da die Inhalte des Laborpraktikums im Rahmen von Lehlabor³ bislang nicht betrachtet wurden, gilt es nun, das Konzept unter Einbezug von EMPAMOS im nächsten Semester erneut zu optimieren, um die Relevanz des Praktikums weiter zu steigern.

Literatur

- Biggs, J. & Tang, C. (2011). *Teaching for Quality Learning at University: What the Student Does* (4. Ausg.). Open University Press.
- Chasteen, S. (2023a, 6. Januar). How can I help students become more expert learners? Metacognitive strategies for the classroom. *PhysPort*. <https://www.physport.org/recommendations/Entry.cfm?ID=101219>
- Chasteen, S. (2023b, 12. Januar). How can I set clear expectations, and motivate students, so that they engage in active learning? *PhysPort*. <https://www.physport.org/recommendations/Entry.cfm?ID=101200>
- Deci, E. L., Ryan, R. M. & Williams, G. C. (1996). Need satisfaction and the self-regulation of learning. *Learning and Individual Differences*, 8(3), 165–183. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1041608096900138>
- Moerth, M., Masson, S., Kröcher, J., Paridon, H. & Enders, N. (2023, 9. Mai). *TALK: Digitale Selbstlernphasen gut gestalten*. University Future Festival 2023.
- Prill, A. (2023). Innovative Lernräume für eine zukunftsorientierte Lernkultur. *strategie digital. Magazin für Hochschulstrategien im digitalen Zeitalter*, 1317. https://hochschulforumdigitalisierung.de/wp-content/uploads/2023/10/strategie-digital_ausgabe04_Lernraeume_einseitig.pdf
- Schwab, K. & Zahidi, S. (2020). The Future of Jobs Report 2020. *World Economic Forum*. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2020.pdf
- Ulrich, I. (2020). *Gute Lehre in der Hochschule* (2. Aufl.). Springer.



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

