

Kombination aus SCALE-UP und Peer-Teaching für die Vermittlung medizinischer Grundlagen in biomedizinischen Studiengängen

Christian Hanshans, Friederike Burkhardt, Melanie Rammner

Hochschule	Hochschule für angewandte Wissenschaften München
Fachbereich	Natur- und Ingenieurwissenschaften
Projektname	Kombination aus SCALE-UP und Peer-Teaching-Konzept für die Vermittlung medizinischer Grundlagen in biomedizinischen Studiengängen
Teammitglieder	· Friederike Burkhardt – Studentin im Fach Bioingenieurwesen · Prof. Dr. Christian Hanshans – Lehrender in Medizin und Medizintechnik · Melanie Rammner – wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Medizintechnik
Zielgruppe	Studierende und Lehrende aus Studiengängen der Natur- und Ingenieurwissenschaften
Projektziele	Im Rahmen des Programms Lehlabor ³ soll das Raumkonzept des Biomed Labors im Sinne des interdisziplinären Ansatzes als multifunktionaler Lehr- und Lernraum mit dem Peer-Teaching-Ansatz für das Anatomie-/Physiologie-Praktikum überarbeitet und nach dem Konzept eines SCALE-UP-Raums an die Bedürfnisse der Studierenden angepasst werden
Zentrale Misfits	· »Spieler zeigen zu wenig Engagement« · »Spieler geraten in ausweglose Situationen« · »Spieler werden kognitiv zu wenig gefordert«

Zentrale Spielelemente	· »Kooperative Spielform« · »Informationsasymmetrie« · »Team«
Besonderheiten	Verknüpfung einer lernförderlichen Umgebung (SCALE-UP) mit Peer-Teaching

Schlagworte: *Peer-Teaching, SCALE-UP, medizinische Grundlagen, interdisziplinärer und multifunktionaler Lehr- und Lernraum*

1. Einleitung

Das Lehrprojekt der Hochschule für angewandte Wissenschaften München, welches von dem Dreierteam Christian Hanshans (Dozent), Friederike Burkhardt (Studentin) und Melanie Rammler (Mitarbeiterin) durchgeführt wurde, zielt darauf ab, zwei etablierte Lehrkonzepte miteinander zu verknüpfen, um Motivation und Lernergebnisse der Studierenden in medizinischen Grundlagenfächern zu verbessern. Hierzu wird die spezielle Gestaltung eines Lernraums (SCALE-UP, vgl. dazu Beichner et al., 2007) mit Wissenstransfer durch studentische Tutor:innen (Peer-Teaching) kombiniert, um eine lernförderliche Atmosphäre zu schaffen und den Wissenstransfer zu maximieren. Bei der Konzeption und Umsetzung diente die EMPAMOS-Methode dazu, potenzielle didaktische bzw. pädagogische, aber auch organisatorische und raumbedingte Stolpersteine (Misfits) zu antizipieren, Techniken für die motivationale Optimierung zu entwickeln und diese in zwei konkrete Lehrveranstaltungen zu integrieren.

2. Die Ausgangssituation

Einsatz findet das Lehrprojekt in zwei bestehenden Lehrveranstaltungen an der Hochschule für angewandte Wissenschaften München, die medizinische Grundlagen der Anatomie und Physiologie in technischen Studiengängen vermitteln. Besondere Betrachtung findet hierbei das zu den Lehrveran-

staltungen gehörende Seminar bzw. Praktikum. Hier sollen in praktischen Versuchen Inhalte aus der Vorlesung wiederholt und vertieft werden. Die Lehrveranstaltung »Anatomie und Physiologie 1« ist im Hauptstudium (4. Semester) des Bachelorstudiengangs Mechatronik/Medizintechnik (MEB) angesiedelt. Die Lehrveranstaltung »Terminologie, allgemeine Anatomie und Physiologie« ist Teil des Grundstudiums (2. Semester) im Bachelorstudengang Klinische Optometrie und Augenoptik (AOB). In beiden Fächern wird seminaristischer Unterricht durchgeführt, begleitet von einem Praktikum. Hierbei wurden bislang Praktika mit einer Gruppengröße von 15 bis 18 Studierenden vom Dozenten betreut. Für die Durchführung der Praktika steht ein Laborraum mit ca. 80 m² Fläche zur Verfügung.

2.1 Forschungsfrage

Aus den eben dargestellten Rahmenbedingungen ergibt sich die folgende Forschungsfrage: *Wie kann ein (modifiziertes) SCALE-UP-Prinzip im Kontext der medizinischen Ausbildung medizinisoziielter technischer bzw. naturwissenschaftlicher Studiengänge mit Peer-Teaching verknüpft werden, um Motivation und Lernerfolge zu maximieren?* Hierzu wurde mithilfe der EMPAMOS-Methode das Lehrkonzept überarbeitet, in den Lehrbetrieb übernommen und am Ende des Semesters evaluiert.

3. Theoretische Grundlagen

Die didaktische Ausgestaltung der Lehrveranstaltungen soll praxisnah und kollaborativ sein. Die Nutzung von Methoden aktiver Lernumgebungen durch SCALE-UP sowie des horizontalen Wissenstransfers durch Peer-Teaching hat sich einzeln betrachtet bereits als wirksam erwiesen, um das Engagement und die Lernergebnisse der Studierenden zu verbessern (Brierley et al., 2022; Brooks, 2011; Freeman et al., 2014).

3.1 SCALE-UP

SCALE-UP steht für »Student-Centered Active Learning Environment for Upside-down Pedagogies« und beschreibt einen innovativen pädagogischen Ansatz, der das traditionelle Vorlesungsformat umkehrt und den Studierenden eine aktive Rolle im Lernprozess zuweist. Hierbei spielt die Raumgestaltung

eine wichtige Rolle. Dem Konzept liegt die Erkenntnis zugrunde, dass sich sowohl die studierendenzentrierte Gestaltung von Lernräumen als auch Lehrmethoden positiv auf den Lernprozess auswirken. SCALE-UP verbessert Problemlösungsfähigkeiten sowie die Einstellung der Studierenden zum vermittelten Fach, es erhöht die Anwesenheitsquoten wie auch die fachspezifische Kompetenz und reduziert die Durchfallquoten (Beichner et al., 2007; Knaub et al., 2016).

Typische SCALE-UP-Räume zeichnen sich daher durch ein besonderes Ambiente aus: Sie enthalten ergonomisch gestaltete Möbel mit Gruppenarbeitsplätzen, biologisch wirksame Beleuchtungskonzepte und moderne Medientechnik, aber auch klassische Lernmedien wie Fachliteratur oder praktische Versuche.

3.2 Peer-Teaching

Beim Peer-Teaching-Ansatz übernehmen Studierende (i.d.R. höheren Semesters) nach fachlicher und didaktischer Schulung durch die Dozierenden die Rolle der Lehrenden und der primären Ansprechpartner:innen in der Lehrveranstaltung. Diese Methode findet typischerweise in praktischen oder seminaristisch ausgelegten Lehrformaten Anwendung. Die Peer-Teacher nehmen im Lehrprozess die Rolle von Lern-Coaches ein (Zhang et al., 2022). Die Dozent:innen halten sich indes im Hintergrund und dienen nur in zweiter Reihe als Ansprechpartner:innen bei fachlichen Unklarheiten, die von den studentischen Tutor:innen nicht geklärt werden können.

3.3 EMPAMOS

EMPAMOS steht für *Empirische Analyse motivierender Spielelemente* und untersucht die motivationalen Effekte von Spielelementen in spielfremder Umgebung, z.B. im Bildungskontext. Ziel ist es, herauszufinden, welche Elemente menschliches Handeln und soziale Interaktionen in Spielen motivieren und wie diese auf Bildungsprozesse übertragen werden können (Voit et al., 2022).

4. Analyse motivationshemmender Aspekte (Misfit-Analyse)

Während des Projekts wurden mithilfe der EMPAMOS-Misfit-Analyse verschiedene Faktoren oder Situationen identifiziert, die sich negativ auf die

Motivation, den Ablauf der Lehrveranstaltung oder den Wissenserwerb bzw. -transfer auswirken können. Hierbei wurden auch die Erfahrungen des Dozenten und seiner Arbeitsgruppe aus bisherigen Lehrveranstaltungen einbezogen. Als zentrales und kritischstes Element besteht häufig eine geringe Motivation auf Seite der Studierenden, insbesondere in Praktika (Misfit »*Spieler zeigen zu wenig Engagement*«). Die Ursache für diese geringe Motivation kann in äußeren und inneren Faktoren oder im didaktischen Rahmen der Lehrveranstaltung liegen.

Innere Faktoren können dabei Überforderung (Misfit »*Spieler geraten in ausweglose Situationen*«) oder auch Unterforderung (Misfit »*Spieler sind kognitiv zu wenig gefordert*«) sein. Als mögliche Ursachen für Unterforderung in Bezug auf die Lehrveranstaltung kommt das Misfit »*Schummeln zu leicht*« infrage, wenn für die Lösung der Praktikumsaufgaben kursierende Musterlösungen zum Einsatz kommen, Tutor:innen instrumentalisiert werden oder durch Internet-recherche – inklusive generativer künstlicher Intelligenz – das gewünschte Transferlernen bzw. der Wissenserwerb aus zur Verfügung gestellten Quellen nicht stattfindet. Überforderung kann hingegen daraus resultieren, dass für die praktischen Übungen relevante Themen noch nicht in der Vorlesung behandelt wurden, keine ausreichende Vorbereitung stattgefunden hat, die zur Verfügung gestellten Lernmedien (z.B. medizinische Fachbücher) eine Hürde darstellen oder die Durchführung praktischer Aufgaben unklar, unangenehm (z.B. körperliche Untersuchung oder Blutentnahme) oder gar gefährlich (z.B. Einsatz eines Defibrillators) ist.

Zu den äußeren Faktoren, die sich negativ auf die Motivation der Lernenden auswirken können, zählen wiederum die technische und mediendidaktische Ausgestaltung der Lehrveranstaltung, aber auch organisatorische Aspekte (z.B. Gruppeneinteilung oder Terminfindung), die Gestaltung des Lernraums, die Bereitstellung relevanter Lernunterlagen für die Vorbereitung sowie die Betreuung der Praktika durch den Dozenten. Trotz optimaler Umsetzung einzelner Maßnahmen kann es sein, dass diese ihre Wirkung nicht entfalten, weil sie zur falschen Zeit oder in falscher Form in die Lehrveranstaltung eingebettet werden oder sie miteinander in Wechselwirkung stehen und sich gegenseitig beeinträchtigen. So kann eine Gruppenarbeit (Spielement »*Kooperative Spielform*«) zwar die Motivation fördern, gleichzeitig aber auch dazu führen, dass sich einzelne Teilnehmer:innen nicht vorbereiten oder passiv verhalten und sich somit auch der Selbst-Lernerfolgskontrolle entziehen.

5. Didaktische und pädagogische Umsetzung

Für die Durchführung der seminaristisch-praktischen Anteile der Lehre im Sommersemester 2024 wurde ein SCALE-UP-Prinzip auf den medizinischen Kontext übertragen. So wurden veränderliche und unveränderliche Themeninseln geschaffen, die dazu dienen, Studierende auf die jeweiligen Themen und Lernziele einzustimmen, und die neben der Kulisse auch notwendige Ausrüstung bereitstellen. Zu den aus technischen bzw. baulichen Gründen unveränderlichen Elementen zählen die Themeninseln OP und klinische Chemie. Abbildung 1 zeigt exemplarisch die Einrichtung der Themeninsel OP, die den Studierenden durch Leuchtwände und Geräteausstattung das Gefühl vermittelt, sich in einem echten OP zu befinden. Alle Geräte der Themeninsel sind einsatzbereit und können an einem Simulator (Bildmitte) angewendet werden. Ebenso enthalten ist ein Demonstrator aus einem Forschungsprojekt zum Thema Medizinrobotik.

Abbildung 1: Die Themeninsel OP, eingerichtet mit Leuchtwänden und funktionsfähigen Geräten



In den Raum integriert ist auch eine tageslichttaugliche Projektionsfläche, die für Impulsvorträge, Videobeiträge sowie für Virtual-Reality-Anwendungen genutzt werden kann. Abbildung 2 zeigt einen Studierenden, der mit einer VR-Brille virtuelle Anatomie erlebt, während seine Kommiliton:innen auf der mobilen Laserprojektionsfläche im Hintergrund teilhaben können. An den Wänden finden sich darüber hinaus anatomische Lerntafeln und in den Vitrinen stehen anatomische Modelle sowie Medizingeräte (Abb. 3), die auf das Thema einstimmen und gleichzeitig als Lernmedien dienen.

Entgegen des klassischen SCALE-UP-Konzepts sind die Tische entlang der Wände orientiert, um in der Raummitte die veränderlichen Themeninseln mit ausreichend Bewegungsspielraum gestalten zu können, z.B. für Reanimationstraining (Abb. 4). Im Labor sind moderne Rechner mit vielseitiger Software – darunter 3D-Anatomie-Atlanten, Quizze und medizinische Datenbanken – und Zugang zu webbasierten Trainingssystemen vorhanden. Eine Bibliothek mit einschlägiger medizinischer Fachliteratur steht ebenfalls zur Verfügung. Themenbezogen werden den Lernenden außerdem anatomische Modelle, Labor- und Medizingeräte sowie diagnostische Utensilien zur Verfügung gestellt.

Abbildung 2: Ein Student erlebt virtuelle Anatomie an der Themeninsel VR



Abbildung 3: Die Lernumgebung mit anatomischen Modellen (a, b) sowie klassischen Lehrtafeln (c)



Es wurde zudem ein Peer-Teaching-Konzept integriert, bei dem drei unterschiedliche Stationen mit je drei bis fünf Studierenden pro Praktikumsgruppe parallel von speziell geschulten Peer-Teachers betreut werden. Jede Praktikumsgruppe bearbeitet im Verlauf des Semesters insgesamt sechs Stationen mit unterschiedlicher thematischer Ausrichtung. Die Peer-Teacher durchlaufen zuvor eine umfassende Schulung durch den Dozenten. Für jede Station stehen zudem verschiedene – analoge sowie digitale – Medien und Lernmittel zur Verfügung.

Die Notwendigkeit unterschiedlicher Stationen leitet sich nicht nur aus den Themen, sondern auch aus den zur Verfügung stehenden räumlichen und gerätetechnischen Ressourcen ab. Für die Umsetzung des Konzepts standen zwei studentische Mitarbeitende mit je 12 Wochenstunden zur Verfügung. Die Finanzierung der Peer-Teacher erfolgte intramural durch das Zentrum für innovative Lehre der Hochschule München. Für jeden Praktikumstermin wurde der Raum von den Tutor:innen und dem Dozenten auf die jeweiligen Inhalte der drei Stationen vorbereitet.

Abbildung 4: Reanimationsübung, angeleitet durch einen Peer-Teacher



6. Erfahrung und Ergebnisse

Im Nachfolgenden werden Einblicke in die erste Evaluation des neuen Konzepts für die Gestaltung des Biomed Labors gegeben. Hierfür werden sowohl die studentische und professorale Perspektive geschildert als auch quantitative Daten zu Teilnahme, Abbruchquoten und Klausurergebnissen in den beiden Lehrveranstaltungen »Anatomie und Physiologie 1« und »Terminologie, allgemeine Anatomie und Physiologie« einbezogen.

6.1 Studentische Perspektive

In der Begleitevaluation durch einen Fragebogen wurden die praktischen und interaktiven Anteile des Praktikums mehrfach von den Studierenden gelobt. Viele Teilnehmende betonten, wie hilfreich es war, die theoretischen Inhalte der Vorlesung praktisch zu vertiefen: »Das Praktikum war eine sehr gute Hilfe, die Inhalte der Vorlesung zu vertiefen«, fand etwa ein:e Studierende:r. Der Einsatz von VR-Brillen und der Reanimationskurs wurden als besonders nützlich hervorgehoben. Ein:e Studierende:r merkte dazu an: »Ich fand es sehr gut, dass man mal wieder Reanimieren geübt hat und sich jetzt sicherer fühlt.« Die

Lernatmosphäre und die abwechslungsreiche Vermittlung der Inhalte wurden ebenfalls positiv bewertet: »Entspannte Atmosphäre mit den Tutoren – sehr anschaulich aufgrund der verschiedenen Medien.« Auch praktische Aufgaben wie Blutdruck- und Blutzuckermessungen trugen wesentlich zum Lernerfolg und zur Freude am Kurs bei.

Insgesamt äußerten 92 % der Teilnehmenden, dass sie im Praktikum sehr viel gelernt hätten, und ebenso viele gaben an, dass sie viel Spaß am Lernen hatten. Die Möglichkeit, in kleinen Gruppen spezifische Fragen zu stellen, wurde von 81 % der Teilnehmenden als ermutigend empfunden. Dies zeigt, dass die Studierenden dank der Betreuung durch die Peer-Teacher eher bereit waren, sich aktiv einzubringen, als allein mit dem Professor. Die Studierenden sprachen sich neben den positiven Rückmeldungen für zusätzliche Ressourcen wie Mikroskope und »mehr Fachliteratur oder Online-Wissensplattformen« aus. Mehrfach wurde der Wunsch geäußert, dass für jede Station auch ein:e Tutor:in zur Verfügung stehen sollte. In Bezug auf einen Kompetenzzuwachs bestätigten die Studierenden die Relevanz des Praktikums für ihre spätere berufliche Tätigkeit: 84 % der Studierenden fühlen sich durch das Praktikum deutlich besser auf den späteren Berufsalltag im medizinischen Bereich vorbereitet.

6.2 Professorale Perspektive

Die Zusammenarbeit mit den studentischen Peer-Teachers gestaltete sich sehr angenehm. Durch die direkte Betreuung der Praktikumsstationen waren die Studierenden sichtlich aktiver und stellten mehr Fragen. Das Lernklima im Praktikum war entspannt, eingestreute Verständnisfragen oder Erklärungen des Dozenten innerhalb der Praktikumsgruppe wurden als sehr positiv rückgemeldet. In Testaten und praktischen Prüfungsteilen konnte ein deutlicher Fortschritt im Vergleich zum Praktikumsbeginn beobachtet werden. So wurden z.B. die Basisfertigkeiten der Reanimation fast ausschließlich hervorragend ausgeführt, was einen alltags- und gesellschaftlich relevanten Nebeneffekt des Praktikums darstellt. Die Verwendung korrekter medizinischer Fachsprache kam subjektiv in direkten Fragen, aber auch in gruppeninternen Diskussionen im Vergleich zu Vorgängerkohorten häufiger vor.

6.3 Quantitative Betrachtung

Die beiden betrachteten Kohorten bestanden aus 20 Studierenden (B. Eng. Medizintechnik) bzw. 28 Studierenden (B. Sc. Augenoptik) mit weitgehender Gleichverteilung der Geschlechter.¹ Von diesen Studierenden traten 67 % (Medizintechnik) und 60 % (Augenoptik) zur Prüfung an.

Berücksichtigt man die initiale Zielsetzung des Lehrprojekts, konnte eine hohe Beteiligung von 83 % bei der Kohorte Medizintechnik bzw. 80 % bei der Kohorte Augenoptik beobachtet werden. Bei dieser Betrachtung wurden nur diejenigen Studierenden berücksichtigt, die sich auch für die Prüfung angemeldet hatten. Dies setzt die Annahme voraus, dass nur diese Studierenden vorhatten, den Kurs und somit auch das Praktikum tatsächlich zu belegen. Die Differenz wird Karteileichen oder Studierenden zugeschrieben, die den Kurs in einem späteren Semester besuchen möchten, aufgrund ihrer Semesterzugehörigkeit aber im Fakultätsmanagementsystem für das Semester der Erhebung geführt wurden.

Typische Teilnahmequoten bei freiwilligen Praktika liegen je nach Fach bzw. Studienkohorte bei ca. 40–50 % (Medizintechnik) und 60–70 % (Augenoptik), basierend auf historischen Vergleichsdaten seit dem Wintersemester 2018/19. Einschränkend sei erwähnt, dass die Kohortengrößen der historischen Vergleichsdaten stark schwanken und auch die beteiligten Dozent:innen der Vorlesungen und Praktika wechselten, z.B. durch Einsatz von Lehrbeauftragten. Unabhängig von semestertypischen Schwankungen legt die hohe Beteiligung an den freiwilligen Praktika sowie die hohe durchgängige Anwesenheit von 96 % in beiden Kohorten eine gesteigerte Motivation nahe. Ebenso ist das hohe Ergebnis der durchschnittlich erzielten Praktikumpunkte von 93 % (Medizintechnik) bzw. 91 % (Augenoptik) der möglichen Punkte in den Ausgangstestaten und praktischen Prüfungsteilen ein gutes Indiz für erfolgreichen Wissenstransfer. Betrachtet man die Klausurergebnisse beider Kohorten, fällt außerdem auf, dass alle nicht erfolgreichen Prüfungsteilnahmen von Studierenden des Studiengangs Augenoptik aus der Population stammen, die das Praktikum nicht besucht hat. Im Studiengang Medizintechnik bestand nur ein:e Studierende:r auch ohne Praktikumsteilnahme.

1 Medizintechnik: 7 männlich, 12 weiblich, 0 divers. Augenoptik: 11 männlich, 13 weiblich, 0 divers.

7. Fazit und Ausblick

Die Umsetzung des Lehrprojekts zeigt, dass die Fusion von SCALE-UP und Peer-Teaching mit Unterstützung der EMPAMOS-Methode erfolgreich war. Die Kombination aus lernförderlichen Räumlichkeiten, enger Betreuung der Studierenden durch studentische Peer-Teacher sowie der Einsatz praktischer Übungen und unterschiedlicher Medien ist eine effektive Methode, um das Engagement und die Leistung der Studierenden zu steigern. So wird eine aktive, kollaborative und motivierende Lernumgebung geschaffen, die den Lernprozess verbessert. Die direkte Betreuung durch Peer-Teacher kann außerdem die individuellen Lernbedürfnisse der Studierenden adressieren, wie durch studentische Rückmeldung gespiegelt wurde.

Die gesteigerte Motivation und der bessere Wissenstransfer wurden im Rahmen dieses Projekts zwar nicht systematisch gemessen, lassen sich jedoch aus den hohen Teilnahmequoten (und der Compliance) zweier unterschiedlicher Kohorten im Grund- und Hauptstudium und der Begleitevaluation des Praktikums ableiten. Die durchwegs hohen Punktzahlen bei den Einzeltestaten und praktischen Prüfungen sowie die subjektive Wahrnehmung der studentischen Peer-Teacher und des Dozenten untermauern den erfolgreichen Wissenstransfer, insbesondere in Bezug auf die vermittelte Handlungskompetenz. Das Konzept ist besonders wertvoll für Fächer, in denen komplexe oder umfangreiche Lerninhalte vermittelt werden müssen, die ein über das Semester hinweg kontinuierliches Mitlernen erfordern. In unserem Beispiel stellt das umfangreiche Auswendiglernen für unsere Kohorten aus Ingenieurs- bzw. Naturwissenschaftler:innen eine große Herausforderung dar. Eine Übertragung auf klassische MINT-Fächer wie Mathematik, Chemie oder Physik ist ebenso denkbar. Gruppengrößen von drei bis maximal fünf Studierenden, die jeweils von einem Peer-Teacher betreut werden, haben sich als ideal erwiesen.

Die Vorbereitung und Umsetzung des Konzepts auf eine konkrete Lehrveranstaltung ist jedoch mit einem Zeitaufwand verbunden, der sich mit den bislang dafür veranschlagten Semesterwochenstunden kaum realisieren lässt. Insbesondere die initiale Ausbildung der studentischen Peer-Teacher sowie die Vorbereitung der Praktika und strukturierten praktischen Prüfungen erfordert ein Vielfaches der Zeit klassischer Lehre. Für einen nachhaltigen Betrieb muss zudem die Finanzierung der Tutor:innen bzw. eine Weitergabe des Wissens an nachfolgende Generationen von Peer-Teachers gewährleistet sein. Um auch Dozent:innen stärker zu motivieren, sollten zudem Gratifi-

kationsmodelle erwogen werden, die derzeit fehlen. Exzellenz in der Lehre ist dem Erfolg in der Forschung im Hinblick auf Reputation und Umfang der Lehrverpflichtung nicht ebenbürtig. Leistungsorientierte Mittelvergaben oder Lehrreduktionen für herausragende Lehre bzw. aufwendige Lehrkonzepte können dazu beitragen, dass künftig Blaupausen aus Formaten wie dem Lehlabor³ in den Hörsälen ankommen und somit die Qualität der Lehre flächendeckend verbessern.

Literatur

- Beichner, R. J., Saul, J. M., Abbott, D. S., Morse, J. J., Allain, R. J., Bonham, S. W., Deardorff, D. L., Dancy, M. H. & Risley, J. S. (2007). The Student-Centered Activities for Large Enrollment Undergraduate Programs (SCALE-UP) Project. In E. F. Redish & P. Cooney (Hg.), *Research-based reform of university physics*, 1, (S. 2–39). American Association of Physics Teachers.
- Brierley, C., Ellis, L. & Reid, E. R. (2022). Peer-Assisted Learning in Medical Education: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Medical Education*, 56(4), 365–73. <https://doi.org/10.1111/medu.14672>
- Brooks, D. C. (2011). Space Matters: The Impact of Formal Learning Environments on Student Learning. *British Journal of Educational Technology*, 42(5), 719–726. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2010.01098.x>
- Knaub, A. V., Foote, K. T., Henderson, C., Dancy, M. & Beichner, R. J. (2016). Get a room: the role of classroom space in sustained implementation of studio style instruction. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 8. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0042-3>
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M. J., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H. & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(23), 8410–8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Voit, T., Zinger, B. & Bröker, T. (2022). Spielfeld Lehre: Die Lehre anders denken lernen. In P. Riegler & C. Walter (Hg.), *Vielfalt leben – Heterogenität in Studium und Lehre. Tagungsband zum Forum der Lehre 2022 an der OTH Regensburg* (S. 116–123). DiNa Sonderausgabe.
- Zhang, H. Liao, A. W. X., Goh, S. H., Wu, X. 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>.



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

