

Die Zukunft der MINT-Lehre

Active Learning Classrooms am Beispiel des Digitalen Klassenzimmers

Mike Altieri, Michael Weinmann, Marion Wagner, Meiline Wolf und Jonas Winkel

Zusammenfassung Digitale Infrastruktur hat in der Lehre eine besondere Bedeutung, vor allem in innovativen Lernräumen wie Active Learning Classrooms. Trotz der beträchtlichen Herausforderungen, die diese mit sich bringen, ergeben sich aus der gesteigerten Interaktion, Kollaboration und Motivation der Lernenden klare Vorteile für die Lehre, die in den letzten Jahren zu einer steigenden Akzeptanz geführt haben. An der OTH Amberg-Weiden wurde mit dem Digitalen Klassenzimmer ein attraktives, zukunftsorientiertes Active Learning Classroom geschaffen, das im digitalen und physischen Raum zur kollaborativen Zusammenarbeit motiviert. Lernende und Lehrende profitieren von der Möglichkeit, eine vielfältige interaktive Lehre zu gestalten und das Raumarrangement als aktivierendes Element in die Lehre einzubeziehen.

Schlüsselwörter Active Learning Classrooms (ALC); hybride Lehre; digitale Infrastruktur; Hochschulbildung; SCALE-UP

Abstract Digital infrastructure is of particular importance in STEM teaching, especially in innovative learning spaces such as Active Learning Classrooms. Despite the considerable challenges of Active Learning Classrooms, increased interaction, collaboration and motivation of learners result in clear benefits for teaching, which have led to increasing acceptance in recent years. At the OTH Amberg-Weiden, an attractive, future-orientated Active Learning Classroom has been created with the Digitales Klassenzimmer, which motivates collaborative work in digital and physical space. Both students and teachers benefit from the opportunity to organise varied, interactive teaching and to incorporate the room arrangement as an activating element in teaching.

Keywords Active Learning Classrooms (ALC); hybrid teaching; digital infrastructure; higher education; SCALE-UP

1. Einleitung

Die Einbindung digitaler Infrastruktur in Lehr- und Lernumgebungen wird als ein wesentliches Kriterium der Lehre der Zukunft angesehen (Roth et al., 2023). Heutige Settings beschränken sich jedoch noch oft darauf, ein Videokonferenzsystem für hybride Lehre und Veranstaltungsaufzeichnungen in den Lehrraum zu implementieren (Deimann, 2021). Erweiterte Settings wurden bereits in den späten 1990er und frühen 2000er Jahren eingesetzt (Beichner, 1999; Wilson, 1994; Wilson & Jennings, 2000). Durch den technologischen Fortschritt und die Herausforderungen der zunehmenden Digitalisierung von Lehre finden diese nun in zunehmendem Maße auch flächendeckend Resonanz.

Der Wissenschaftsrat (2022) merkt dazu kritisch an:

Räumliche und infrastrukturelle Umgebungen stellen eine wichtige Rahmenbedingung für Studium und Lehre dar. Zusätzlich zum Erwerb von Wissen, Fähigkeiten und Haltungen ermöglichen geeignete Räume Interaktion und Gemeinschaftserfahrungen. Insbesondere den digitalen Strukturen wird das Potenzial zugeschrieben, kooperative Vernetzung zu fördern. Hochschulen und deren Träger stehen in der Verantwortung, auch räumlich für angemessene Lernumgebungen und für die technische Infrastruktur zu sorgen. [...] Die geforderte Offenheit und Interaktion sowie die medienbruchfreie Nutzung bei hybriden Formaten ist aber vielerorts noch nicht gegeben. (S. 92)

Die OTH Amberg-Weiden (OTH AW) hat bereits 2020 mit den Planungen und der Umsetzung des Digitalen Klassenzimmers (DK) begonnen. Grundlage bildet das Konzept des Student Centered Activating Learning Environment with Upside-down Pedagogies (SCALE-UP; Beichner, 2007). Hier wird das Raumarrangement dahingehend verändert, dass das »Vorne« inhaltlich und räumlich in den Mittelpunkt des Raumes gerückt wird. SCALE-UP –Räume, als ein Beispiel von Active Learning Classrooms (ALCs), sind so konzipiert, dass sie die Zusammenarbeit und Interaktion zwischen den Studierenden durch verschiedene didaktische Ansätze, wie Gruppenarbeit, Diskussionen und praktische Anwendungen fördern und gleichzeitig moderne Technologien integrieren. Der Wissenserwerb findet häufig an Gruppentischen oder Lerninseln statt und teilt den ehemaligen Fokus von der Präsentationsfläche auf die einzelnen Gruppenplätze auf. Jede Lernendengruppe hat hier ihren eigenen Fokus. In diesem Setting verdient sich der Raum die Bezeichnung als »dritter Pädagoge« (Malaguzzi, 1984) zurecht, da er den Lehrenden (»erster Pädagoge«) dazu animiert, seine Rolle als Wissensressource im Brennpunkt des Auditoriums aufzugeben, um sowohl räumlich als auch in der Interaktion näher an die

Lernenden (»zweiter Pädagoge«) heranzutreten und ganz im konstruktivistischen Sinne als Lernbegleiter statt als Lehrautorität zu fungieren.

Ziel des Beitrags ist es eine Reihe eigenentwickelter technischer und gestalterischer Lösungen für ALCs aufzuzeigen, die in bisherigen ALCs so nicht realisiert wurden aber sinnvolle Erweiterungen darstellen.

2. Active Learning Classrooms

2.1 Begriffsbestimmung

ALCs sind Lernumgebungen, die darauf abzielen, die Interaktion, Kollaboration, und Motivation der Studierenden zu fördern. Physische Raumgestaltung, technologische Ausstattung und die pädagogischen bzw. didaktischen Methoden werden synergetisch genutzt, um Lehre aktiv zu gestalten (Sánchez-López et al.; 2025). Die Ausstattung solcher Räume variiert, zu den typischen Ausstattungsmerkmalen gehören jedoch zumeist:

- Flexible Möbel: Tische, Stühle und Stehmöbel, die leicht umgestellt werden können, um verschiedene Gruppenarrangements und agiles Arbeiten zu ermöglichen (Baeppler et al., 2014).
- Technologische Ausstattung: Interaktive Whiteboards, Projektoren, Videowalls (nebeneinander angeordnete Bildschirme, die zu einer großen Präsentationsfläche zusammengeschaltet werden), kabelloses Design durch Akkus, Unterstützung für die Nutzung mitgebrachter eigener Geräte (Bring Your Own Device, BYOD) und digitale Tools, die den Zugang zu Informationen erleichtern und Zusammenarbeit unterstützen (Gonzalez, 2018).
- Akustische Gestaltung: Schallabsorbierende Materialien, die eine angenehme Lernumgebung schaffen und Kommunikation fördern (Fisher, 2017).
- Zugänglichkeit: Barrierefreie Designs, die sicherstellen, dass alle Studierenden, unabhängig von individuellen Beeinträchtigungen am Lernprozess teilnehmen können (Burgess, 2019).

Die Entwicklung dieser innovativen Lernräume ist das Ergebnis eines langen Prozesses, der sich über viele Jahrzehnte erstreckt und von verschiedenen pädagogischen Theorien und technologischen Fortschritten beeinflusst wurde. Die Wurzeln des »Active Learning« lassen sich bis zu Pädagogen wie Johann Heinrich Pestalozzi (Hinde, 1987) zurückverfolgen. Auch John Dewey (1938) und Maria Montessori (1964) betonten die Bedeutung von Erfahrungen und Interaktionen im Lernprozess. Später trugen Forscher wie David Kolb (1984) zur Weiterentwicklung bei. Er führte das Konzept des erfahrungsbasierten Lernens ein und verstand

Lernen als einen Prozess, der durch konkrete Erfahrungen, reflektierendes Beobachten, abstrakte Konzeptualisierung und aktives Experimentieren geprägt ist. Ebenso hatte die konstruktivistische Wende (Hofmann & Hirschauer, 2012) großen Einfluss auf das Verständnis von Lernen. Hinzu kamen Fortschritte in den Kognitionswissenschaften, etwa durch die Cognitive Load Theory (Sweller, 2011) und die Theorie des multimedialen Lernens (Mayer, 2021). Diese Entwicklungen führten schließlich zur Einführung von Multimedia und interaktiven Lernplattformen. Letztere ermöglichen es, den Unterricht dynamischer und attraktiver zu gestalten (Hattie & Timperley, 2007).

In dieser Zeit wurden auch die ersten ALCs konzipiert, die eine flexible Möblierung und Technologien wie Projektoren und interaktive Whiteboards beinhalteten. Wilson (1994) und Wilson und Jennings (2000) entwickelten mit ihrem »studio physics« eine der ersten Umsetzungen des Active Learnings im Klassenraumkontext, welches traditionelle Vorlesungen mit Laborarbeit kombinierte und die Lernenden in den Mittelpunkt stellte. Etwas später wurde das SCALE-UP Konzept von Beichner (1999, 2007; 2014) vorgestellt, welches auch heute noch häufig Pate für ALCs steht.

2.2 Auswirkung auf das Lehr- und Lernverhalten

Das Lernverhalten der Studierenden kann durch die Implementierung von ALCs signifikant beeinflusst werden. Studien zeigen, dass ALCs die Motivation, Interaktion und Kollaboration der Studierenden erhöhen was zu signifikant besseren Prüfungsleistungen bei einer gleichzeitig deutlichen Reduktion der Durchfallquote führte (Freeman et al., 2014). Sundstrom et al. (2020) zeigen, dass nicht nur durch ALCs Einfluss auf Verständniserfolg haben, sondern auch die Auswahl methodischer Varianten (Peer Instruction, Tutorials etc.) zusätzlichen Einfluss haben.

Ähnliche Ergebnisse werden von Lee und Looker (2020), Beckers et al. (2015, 2016) und Bennett (2011) aufgeführt. Insbesondere Leijon et al. (2022) und Talbert und Mor-Avi (2019) führen an, dass häufig mit Änderungen im Raumkonzept eine Änderung der Lehrmethoden einhergeht, und daher die Auswirkungen auf das Lernverhalten und den Lernerfolg nicht eindeutig auf das Raumkonzept zurückgeführt werden können. Unstrittig ist, dass es einen positiven Effekt für die Lehre gibt. Freeman et al. (2014) führen dies auf mehrere Faktoren zurück:

- Vertieftes Verständnis: Aktive Teilnahme und Diskussionen ermöglicht Studierenden ein tieferes Verständnis der Lerninhalte (Prince, 2004).
- Feedback und Reflexion: Häufige Gelegenheiten für sofortiges Feedback unterstützen den Lernprozess und fördern die Reflexion über das eigene Lernen (Hattie & Timperley, 2007).
- Anpassungsfähigkeit: Die Flexibilität der ALCs ermöglicht es, den Unterricht aktivierend zu gestalten schnell zwischen verschiedenen Lehrsettings zu wechseln

und Präsenzteilnehmer wie auch aus der Ferne teilnehmende gleichermaßen einzubeziehen, was zu einer höheren Effektivität des Lernens führt (Gonzalez, 2018).

Seifried (2017) hebt als zentrale Merkmale qualitativ hochwertigen Unterrichts kognitive Aktivierung, klare Strukturierung und Förderung individueller Bedürfnisse hervor. ALCs sind prädestiniert für solche Arrangements, da sie iterative Auseinandersetzung, Feedback-Schleifen und Selbststeuerung unterstützen (Borukhovich-Weis 2021). Studierende berichten über gesteigerte Motivation, besseren Austausch und positiveres Lerngefühl – allerdings empfinden manche auch Ablenkungen oder Unsicherheit durch zu viel Freiheit. Deslauriers et al. (2019) zeigen, dass Studierende zunächst traditionelle Lehre für effektiver halten, die tatsächliche Leistung im aktiven Setting jedoch ihre Wahrnehmung korrigiert.

Lehrende sehen in ALCs gesteigerte Konzentration, Motivation und Zusammenarbeit bei Lernenden (Sánchez-López et al., 2025). Herausforderungen liegen jedoch bei höherem Planungsaufwand, organisatorischen Anpassungen und Bedarf an professioneller Entwicklung. Zudem wird kritisiert, dass ohne gezielte Schulung die Potenziale nicht ausgeschöpft und Räume eher als störend erlebt werden.

2.3 Herausforderungen

Trotz der vielen Vorteile von ALCs gibt es auch Herausforderungen. Während Nutzungsmöglichkeiten des Mobiliars kaum eine Erklärung benötigt, fordert die technologische Ausstattung Lehrende und Studierende. Oftmals bedarf es einer intensiven Auseinandersetzung bezüglich ihrer Funktionsweisen und Features. Zusätzlich ist die Umstellung von traditionellen Lehrmethoden auf aktive Lernansätze nicht selten mit der Notwendigkeit einer umfassenden Schulung der Lehrenden verbunden, um sicherzustellen, dass sie die neuen Technologien und Methoden lernförderlich in ihr Lehrkonzept integrieren können (Baeppler et al., 2016). Sowohl didaktische Schulung wie auch das Einarbeiten in die Möglichkeiten der Ausstattung benötigt Zeit, die meist knapp bemessen ist (Heck et al.; 2023). Zudem kann sowohl eine anfängliche Skepsis von Studierenden gegenüber aktiven Lernmethoden als auch Ungleichheiten im Lernverhalten der Studierenden eine Hürde darstellen, insbesondere, wenn sie an passivere Lernformen gewöhnt sind (Deslauriers et al., 2019). Lehrende müssen daher Strategien entwickeln, um die Studierenden zu motivieren und sie in den aktiven Lernprozess einzubeziehen (Gonzalez, 2018).

Ein weiteres, eher organisatorisches Problem ist die räumliche Ausgestaltung. Nicht alle Bildungseinrichtungen verfügen über die notwendigen Ressourcen, um ALCs zu realisieren. Das betrifft auf der einen Seite den physischen Raum selbst. Um solche Lernräume aufzubauen, müssen Räume oftmals umgewidmet, umgebaut oder sogar neu geschaffen werden (Weinmann et al., 2025). Auf der anderen

Seite bedeutet die Ausstattung mit moderner digitaler Infrastruktur und flexiblen Möbeln z.T. kostenintensive Investitionen, bei denen nicht alle Institutionen bereit oder in der Lage sind, diese zu tätigen (Burgess, 2019). Daher ist es wichtig, dass Bildungseinrichtungen und Politik die Vorteile von ALCs erkennen und entsprechende Mittel bereitstellen, um diese Lernumgebungen weiter auf- und auszubauen.

3. Das Digitale Klassenzimmer an der OTH AW

Das DK (Abb. 1) ist als Ort für agiles, kollaboratives Lernen konzipiert. Das Konzept sieht eine schnelle Veränderbarkeit des Lehr-/Lernsettings vor, wie bspw. einem Wechsel zwischen Input-, Gruppenarbeits- und Plenumsphasen. Dabei kann der Raum auch als digitaler SCALE-UP-Room (vgl. Abschnitt 1) genutzt werden. Hierzu stehen fünf Lerninseln (Abb. 1 e) zur Verfügung. Diese bestehen aus einem wandmontierten Berührungsbildschirm, einer Videobar, die Kamera, Mikrofon und Lautsprecher in einem Gehäuse vereint, und in drei Fällen einer beweglichen Schallschutzwand, die um die jeweilige Lerninsel gezogen werden kann. Auf diese Weise können Lernende abgeschirmt an den Lerninseln kollaborativ arbeiten und miteinander reden, ohne andere Gruppen zu stören. Durch die integrierte Videobar können erstmals Präsenzteilnehmende mit aus der Ferne Teilnehmenden über das Videokonferenzsystem interagieren. Hervorzuheben ist, dass es dem hauseigenen Mediensupport gelungen ist, die Integration von aus der Ferne Teilnehmenden an den Lerninseln und den Betrieb des Webkonferenzsystems mit nur wenigen Klicks zu starten. Auf diese Weise gestaltet sich die Nutzung durch Lehrende als einfach und erhöht deren Akzeptanz und Lust auf ein Experimentieren mit dem System.

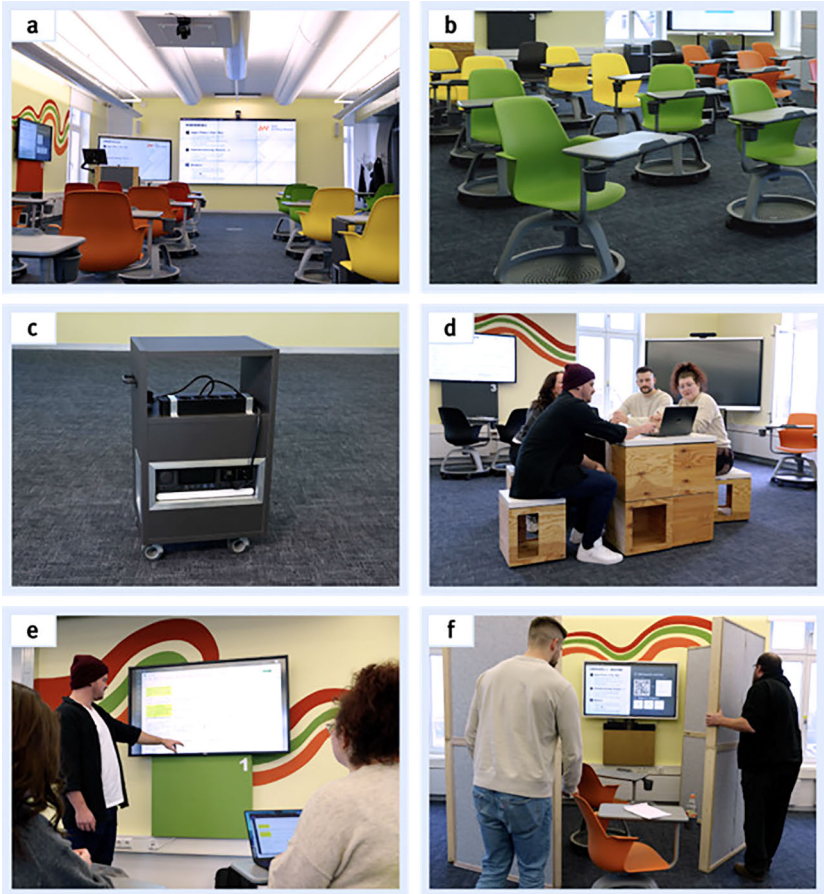
Eine Innovation sind die Power-Cubes (Abb. 1 c), die durch die Hauswerkstatt gebaut wurden. Hierbei handelt es sich um rollbare Kommoden, in die ein Hochleistungsakku integriert ist. Eine Kabelverbindung zu einer Steckdose für die Stromversorgung ist dadurch nicht mehr notwendig. Folglich wird ein mobiler Betrieb von Laptops der Lernenden und das Aufladen von Smartphones ermöglicht und der BYOD-Ansatz gefördert. Darüber hinaus bieten die Kommoden eine zusätzliche Ablagefläche. Passend zu den mobilen Kommoden ist der Raum mit mobilen Stühlen (der Marke Steelcase) ausgestattet. Die agile Arbeit wird darüber hinaus durch flexibles Mobiliar (sog. Pixel Boxen und Tops der Firma Bene) unterstützt, das in Sitz- und Stehmöglichkeiten, (Gruppen)Tische, Raumteiler oder auch Stauraum umgebaut werden kann.

Das DK ist zudem mit zwei Smartboards und einem digitalen Flipchart ausgestattet, die mit einem Hochleistungsakku betrieben werden und auf diese Weise schnell und flexibel kabellos an jedem Ort des Raumes eingesetzt werden können. Alle Geräte können sowohl für kollaboratives Arbeiten als auch als Präsentationsfläche genutzt werden. Als weitere Präsentationsflächen stehen eine Videowall (Abb. 1

a Mitte), sowie die Berührungsbildschirme der Lerninseln zur Verfügung. Aufgrund der fortschrittlichen Technologie der eingesetzten Cynap-Systeme (Drahtlose Präsentationssysteme, o. D.) können alle Präsentationsflächen drahtlos durch alle Laptops und Smartphones angesteuert werden. Dadurch ist es möglich, dass mehrere Studierende ihren Bildschirminhalt von bis zu vier Geräten gleichzeitig auf derselben Präsentationsfläche teilen, vergleichen und darüber diskutieren (Abb. 1 e). Unterstützt werden gängige Betriebssysteme wie z.B. iOS, Windows und Android. Ein raumeigenes Netzwerk sichert die erforderliche Bandbreite.

Das Audio-Video-System des Raumes wurde speziell für die Durchführung hybrider Lehre konzipiert, bei der sowohl Präsenz- als auch in der Ferne Studierende der Veranstaltung beiwohnen. Ein hochwertiges Deckenmikrofon, welches sich an die Raumakustik anpasst, sowie zwei Deckenkameras, von denen eine in der Standardstellung ins Plenum zeigt und die andere in Richtung Videowall, lassen sich über eine intelligente Mediensteuerung bedienen. Diese ermöglicht verschiedene Ansichten in der Videoübertragung des Raums, wie bspw. Bild in Bild. Zudem ist ein automatisches Nachführen der Kameras auf sprechende Personen möglich. Beiträge von aus der Ferne Teilnehmenden werden über das raumeigene Lautsprechersystem übertragen. Laut Bewertungen durch Studierende auf Studycheck in der Rubrik »Wie gut ist deine Hochschule digital aufgestellt?« bietet der Raum eine hohe Usability und User Experience für hybride Lehre (Die beste Entscheidung, die ich treffen konnte – Miriam | OTH Amberg-Weiden, 2024). Exemplarisch seien die Kommentare zweier Studierender wiedergegeben: »Das Digitale Klassenzimmer, in dem die meisten Vorlesungen stattfinden, ist sehr gut ausgestattet. Das habe ich vorher noch an keiner Hochschule gesehen. Der Raum hat eine große Videowall, mobile Ladeboxen für den Laptop, mobile Smartboards und verteilte Bildschirme an den Wänden, die als Lerninseln genutzt werden können und super für kollaboratives Arbeiten sind. Durch die moderne Ausstattung ist auch eine hybride Lehrveranstaltung ohne Probleme möglich. Das heißt, wenn man mal krank ist oder aus anderen Gründen verhindert, kann man einfach online an der Lehrveranstaltung teilnehmen und bekommt alles super mit« (Meine Erfahrung – Kerstin | OTH Amberg-Weiden, 2025) und »Die Lehrveranstaltungen finden überwiegend aus dem ›Digitalen Klassenzimmer‹ statt, das wirklich top ausgestattet ist. Es gibt viele große Screens, ein hochwertiges Mikrofon und mehrere Kameraperspektiven, damit der Stream für die Online-Teilnehmenden professionell ist und man alles gut mitverfolgen kann. So fühlt man sich auch aus der Ferne bestens eingebunden« (Zukunftsorientierter Studiengang – Christina | OTH Amberg-Weiden, 2025). In der Folge wurde der Masterstudiengang Educational Technology als erster Studiengang der Hochschule vollständig auf hybride Lehre umgestellt, die im DK stattfindet.

Abbildung 1: Verschiedene Ausstattungsmerkmale des DK (eigene Darstellung)



Anmerkung: (a) Überblick über Videowall, Deckenmikrofon und Webcams. (b) Mobile Stühle mit Schreibtablar. (c) Kabelloser Power-Cube. (d) Modulare Pixel Boxen und Tops. (e) Kabellose Verbindung eigener Geräte mit den Lerninseln. (f) Prototyp eines Schallschutzsystems in Nutzung

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass das DK sich nicht nur durch eine vollständige Umsetzung bekannter ALC-Prinzipien auszeichnet, sondern insbesondere durch eine Reihe eigenentwickelter technischer und gestalterischer Lösungen, die in bisherigen ALCs so nicht realisiert wurden. Dazu zählen u. a. die kabellosen Power-Cubes zur mobilen Stromversorgung, das selbstentwickelte Schallschutzsystem zur parallelen Gruppenarbeit und Zusammenarbeit zwischen aus der Ferne und vor Ort Studierenden sowie die besonders intuitive Mediensteuerung, die hybride

Szenarien mit wenigen Klicks ermöglicht, so dass die volle Funktionalität auch von unerfahrenen Lehrenden ohne technische Vorkenntnisse einfach und effektiv genutzt werden kann.

4. Perspektiven

Die Zukunft der ALCs erscheint vielversprechend. Mit dem technologischen Fortschritt, der damit einhergehenden Kostensenkung und der zunehmenden Akzeptanz aktiver Lernmethoden in der Hochschulbildung ist zu erwarten, dass immer mehr Institutionen ALCs einführen werden. Die Integration von digitalen Tools, wie Lernmanagementsystemen und Online-Kollaborationstools, wird die Möglichkeiten für aktives Lernen weiter erweitern (Fisher, 2017). Zudem lassen sich hybride Lernmodelle, die Präsenz- und Online-Lernen kombinieren, aufgrund der Flexibilität und Zugänglichkeit von ALCs leichter in die Veranstaltungen integrieren.

An der OTH AW wurde mit dem DK ein attraktiver, zukunftsorientierter Lernraum geschaffen, der Studierende zur Interaktion mit dem Raum und untereinander einlädt und sie zur Reflexion ihrer eigenen Rolle im Lernprozess anregt. Wie von Koeritz et al. (2022) gefordert, können sie dabei ihre Lernumgebungen aktiv an die Lernsituation anpassen und im digitalen und physischen Raum kollaborativ (zusammen)arbeiten. Lehrende animiert die Möglichkeit, das Raum-Arrangement als aktivierendes Element in die Lehre einzubeziehen, dazu, eine abwechslungsreiche interaktive Lehre zu gestalten, von der sowohl Lernende als auch Lehrende profitieren.

Die kontinuierlichen Evaluationen des DK und Befragungen unter den Lernenden und Lehrenden haben zu deutlichen Verbesserungen der Infrastruktur und Nutzungsmöglichkeiten geführt (vgl. Kap. 3). Diese Vorgehensweise wird in Zukunft weitergeführt. Eine aktuelle und spannende Fragestellung, die durch die Lehrenden aufgeworfen wurde, ist die Möglichkeit zur besseren Sichtbarmachung und Integration der remote Teilnehmenden. Der geäußerte Wunsch orientiert sich an den in den Star Wars Filmen gezeigten Besprechungen des Rates der Jedi mit holographischen Teilnehmenden. Natürlich übersteigt dies den augenblicklichen Stand der Technik. Es gibt aber erste Ideen für ein Konzept, um sich einer zufriedenstellenden Lösung zu nähern.

Förderhinweis: Die Publikation ist Teil des Projekts *IdeaL*, das von der Stiftung Innovation in der Hochschullehre von 2021–2025 gefördert wird (FMM2020-134, Projektleiter Prof. Dr. Mike Altieri, OTH AW).

Literaturverzeichnis

- Baepler, P., Walker, J. D. & Driessen, M. (2014). It's not about seat time: Blending, flipping, and efficiency in active learning classrooms. *Computers & Education*, 78, 227–236. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.06.006>
- Baepler, P., Walker, J., Brooks, D. C., Saichaie, K. & Petersen, C. I. (2016). *A guide to teaching in active learning classrooms: History, research, and practice*. Stylus Publishing.
- Beckers, R., Van der Voordt, T. & Dewulf, G. (2015). Why do they study there? Diary research into students' learning space choices in higher education. *Higher Education Research & Development*, 35(1), 142–157. <https://doi.org/10.1080/07294360.2015.1123230>
- Beckers, R., Van der Voordt, T. & Dewulf, G. (2016). Learning space preferences of higher education students. *Building and environment*, 104, 243–252. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.05.013>
- Beichner, R. J. (1999). The SCALE-UP project: A student-centered, Active learning environment for undergraduate physics. *Proceedings of the International Conference on Undergraduate Physics Education*, 1, 1–8.
- Beichner, R. J. (2014). History and evolution of Active learning spaces. *New Directions for Teaching and Learning*, 2014(137), 9–16. <https://doi.org/10.1002/tl.20081>
- Beichner, R. J., Saul, J. M., Abbott, D. S., Morse, J. J., Deardorff, D., Allain, R. J. & Risley, J. S. (2007). The student-centered activities for large enrollment undergraduate programs (SCALE-UP) project. *Research-based reform of university physics*, 1(1), 2–39.
- Bennett, S. (2011). Learning behaviors and learning spaces. *Portal libraries and the academy*, 11(3), 765–789. <https://doi.org/10.1353/pla.2011.0033>
- Borukhovich-Weis, S., Gryl, I., Łączkowska, E., Bulizek, B. (2021). Mobiles Lernen, Selbststeuerung und Gamification. Ergebnisse einer qualitativen Begleitstudie zu Chancen und Grenzen einer Inverted-Classroom-Veranstaltung in der Lehrer*innenprofessionalisierung. In Geschäftsstelle beim Stifterverband (Hg.), *Digitalisierung in Studium und Lehre gemeinsam gestalten* (S. 447–460). Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-32849-8_27
- Burgess, M. L. (2019). Active learning classrooms and educational alliances: Changing relationships to improve learning. *Journal of Learning Spaces*, 8(1), 24–34.
- Christina. (n. d.). Bericht. studycheck.de. <https://www.studycheck.de/studium/educational-technology/oth-aw-26894/bericht-668753>. Abgerufen am 24. Juli 2025.
- Deimann, M. (2021). Hochschulbildung und Digitalisierung – Entwicklungslinien und Trends für die 2020er-Jahre. In: Hochschulforum Digitalisierung (Hg.), *Digitalisierung in Studium und Lehre gemeinsam gestalten*. Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-32849-8_3

- Deslauriers, L. & McCarty, L. & Miller, K. & Callaghan, K. & Kestin, G. (2019). Measuring actual learning versus feeling of learning in response to being actively engaged in the classroom. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(39), 19251–19257. <https://doi.org/10.1073/pnas.1821936116>
- Dewey, J. (1938). *Experience and education*. Macmillan.
- Fisher, K. (2017). The translational design of schools: An evidence-based approach to aligning pedagogy and learning environments. *International Journal of Educational Research*, 82, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2016.12.008>
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., 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*, 111(23), 8410–8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Gonzalez, J. (2018). How hyperdocs can transform your teaching. *Cult of Pedagogy*. <https://www.cultofpedagogy.com/hyperdocs/>
- Hattie, J. & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81–112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>
- Heck, A. J., Cross, C. E., Tatum, V. Y. & Chase, A. J. (2023). Active learning Among Health Professions' Educators: Perceptions, Barriers, and Use. *Medical science educator*, 33(3), 719–727. <https://doi.org/10.1007/s40670-023-01793-0>
- Hinde, E. R. (1987). Pestalozzi and the origins of Active learning. *British Journal of Educational Studies*, 35(3), 219–232. <https://doi.org/10.1080/00071005.1987.9973677>
- Hofmann, P., Hirschauer, S. (2012). Die konstruktivistische Wende. In S. Maasen, M. Kaiser, M. Reinhart & B. Sutter. (Hg.), *Handbuch Wissenschaftssoziologie*. Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-531-18918-5_7
- Kerstin. (n. d.). Bericht. studycheck.de. <https://www.studycheck.de/studium/educational-technology/oth-aw-26894/bericht-703978>. Abgerufen am 24. Juli 2025.
- Koeritz, J., Kolbert, L. & Winde, M. (2022). *Zehn Leitlinien für zukunftsorientierte Lernräume*. Stifterverband. https://www.stifterverband.org/sites/default/files/zehn_leitlinien_fuer_zukunftsorientierte_lernraeume.pdf. Abgerufen am 07. April 2025.
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice Hall.
- Lee, J. W. Y. & Looker, P. (2020). The evaluation of informal learning spaces in a university. In S. C. Tan & S.-H. A. Chen (Hg.), *Transforming teaching and learning in higher education: A chronicle of research and development in a singaporean context* (S. 225–242). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-15-4980-9_12
- Leijon, M., Nordmo, I., Tieva, Å. & Troelsen, R. (2022). Formal learning spaces in higher education – a systematic review. *Teaching in higher education*, 29(6), 1460–1481. <https://doi.org/10.1080/13562517.2022.2066469>

- Malaguzzi, L. (1984). *Zum besseren Verständnis der Ausstellung: 16 Thesen zum pädagogischen Konzept*. FIPP-Verlag.
- Mayer, R. E., Logan F. (2021). *Multimedia Learning* (3. Aufl.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108894333>
- Miriam. (n. d.). Bericht. studycheck.de. <https://www.studycheck.de/studium/educational-technology/oth-aw-26894/bericht-648636>. Abgerufen am 24. Juli 2025.
- Montessori, M. (1964). *The Montessori method*. Schocken Books.
- Prince, M. (2004). Does Active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223–231. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x>
- Roth, J., Baum, M., Eilerts, K., Hornung, G. & Trefzger, T. (2023). *Die Zukunft des MINT-Lernens – Band 1: Perspektiven auf (digitalen) MINT-Unterricht und Lehrkräftebildung*. Springer eBooks. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-66131-4>
- Sánchez-López, M., Violero-Mellado, J., Martínez-Vizcaíno, V., Laukkanen, A., Sääkslahti, A. & Visier-Alfonso, M. E. (2025). Impact and perceptions of active learning classrooms on reducing sedentary behaviour and improving physical and mental health and academic indicators in children and adolescents: A scoping review. *PloS one*, 20(2), e0317973. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0317973>
- Seifried, J. (2017). Unterrichtsqualität als Zielgröße von Instruktionsdesign. In S. Matthäus, C. Aprea, D. Ifenthaler & J. Seifried (Hg.), *bwp@ Berufs- und Wirtschaftspädagogik – online, Profil 5: Entwicklung, Evaluation und Qualitätsmanagement von beruflichem Lehren und Lernen. Digitale Festschrift für Hermann G. Ebner* (S. 1–18). Abgerufen am 25. Juni 2025, von http://www.bwpat.de/profil5/seifried_profil5.pdf
- Sundstrom, M., Gambrell, J., Green, C., Traxle, A. L. & Brewre, E. (2025). Relative benefits of different Active learning methods to conceptual physics learning. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2505.04577>
- Sweller, J., Ayres, P. & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive Load Theory*. Springer Science & Business Media. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8126-4>
- Talbert, R. & Mor-Avi, A. (2019). A space for learning: An analysis of research on Active learning spaces. *Heliyon*. 5(12), <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02967>
- Weinmann, M.; Dechant-Herrera, K. & Altieri, M (im Druck) »Wer braucht denn sowas?« – Erkenntnisse aus einem Jahr »Learning Hall«. In BayZiel (Hg.) *Tagungsband zum 6. Symposium zur Hochschullehre in den MINT-Fächern* (S. 115–125). Bayarisches Zentrum für Innovative Lehre.
- Wilson, J. M. (1994). The CUPLE physics studio. *The Physics Teacher*, 32(9), 518–523. <https://doi.org/10.1119/1.2344103>

- Wilson, J. M. & Jennings, W. C. (2000). Studio courses: How information technology is changing the way we teach, on campus and off. *Proceedings of the IEEE*, 88(1), 72–80. <https://doi.org/10.1109/5.811675>
- Wissenschaftsrat. (2022). *Empfehlungen für eine zukunftsfähige Ausgestaltung von Studium und Lehre*. <https://doi.org/10.57674/q1f4-g978>
- WolfVision GmbH. (o. D.). *Drahtlose Präsentations- und Kollaborationssysteme*. WolfVision GmbH. Abgerufen am 25. Mai 2024, von <https://tinyurl.com/5n99mjey>