

Hybride Arbeitsformen Projektbasierten Lernens in der ingenieurswissenschaftlichen Ausbildung: Zwischen digitalem Zwilling und physischen Protopotypen

Lisa HAGEDORN, Juliane BALDER, Rainer STARK

*Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb
Fachgebiet Industrielle Informationstechnik, Technische Universität Berlin
Pascalstr. 8-9, D-10587 Berlin*

Kurzfassung: Lehrveranstaltungen im PBL-Format am Fachgebiet Industrielle Informationstechnik der TU Berlin zeichnen sich dadurch aus, dass studentische Projektteams vor die Aufgabe gestellt werden, ein mechatronisches Produkt mit Digitalem Zwilling zu konstruieren und zu entwickeln. Auf Grund der Covid-19 Pandemie mussten die Projektteams im Wintersemester 20/21 virtuell zusammenarbeiten. Auch die Ergebnisvorstellungen und projektbegleitenden Seminare konnten nur rein digital bzw. hybrid abgehalten werden. Traditionelle und erprobte Vorgehensweisen mussten von einem Tag auf den anderen digitalisiert werden. Probleme wie der Verlust zwischenmenschlicher Kommunikation, erhöhte Distanz zwischen Lehrenden und Studierenden und ungleiche technische Voraussetzungen stellten neben der konzeptionellen Frage auch praktische Herausforderungen dar, die gelöst werden mussten und nun insgesamt einen neuen Blick auf projektbasiertes Lernen erlauben.

Schlüsselwörter: hybrides Lernen, hybrid education, hybrid learning, project based learning, e-learning, engineering education

1. Einleitung

Projektbasiertes Lernen (PBL) stellt für die ingenieurswissenschaftliche Ausbildung ein zentrales hochschuldidaktisches Konzept dar, um die Studierenden für die Arbeitspraxis mit wichtigen Schlüsselkompetenzen zwischen Fach- und Überblickswissen auszustatten (Frank et al. 2003). Lehrveranstaltungen im PBL-Format am Fachgebiet Industrielle Informationstechnik der TU Berlin zeichnen sich dadurch aus, dass studentische Projektteams vor die Aufgabe gestellt werden ein mechatronisches Produkt zu konstruieren und zu entwickeln. Durch die dezidiert praxisorientierte Ausrichtung ist das Modul von einem hohen Grad an direkter Interaktion geprägt, sowohl von den Studierenden untereinander, als auch mit den Dozent:innen. Pandemiebedingt wurde im Wintersemester 2020/21 ein hybrides Lehrkonzept entwickelt, um den über 50 Studierenden ein arbeitsweltnahes Modul anbieten zu können.

Dabei wurde zum einen die Schnittstelle zwischen virtueller und analoger Interaktion in den Blick gefasst, als auch die Aufgabenstellung selbst auf physische und virtuelle Konstruktionsaufgaben aufgeteilt. Damit standen Studierende und Dozent:innen vor der Herausforderung, traditionelle und erprobte Vorgehensweisen nicht nur an die pandemiebedingten Gegebenheiten anzupassen, sondern auch für die Zukunft neu zu denken.

2. Aktueller Stand der Forschung

2.1 Projektbasiertes Lernen

In den letzten Jahren kann ein Paradigmenwechsel vom lehrerzentrierten zum studierendenzentrierten Lernen in den angewandten Lehrmethoden beobachtet werden (Shin 2018). Zu den studierendenzentrierten Lehrmethoden gehören u.a. das projektbasierte Lernen und das problemorientierte Lernen.

PBL vermittelt den Studierenden nicht nur Wissen, sondern verbessert auch ihre Problemlösungsfähigkeiten, ihre kritischen und kreativen Fähigkeiten, das Lebenslange-Lernen, die Kommunikationsfähigkeit, die Teamarbeit, die Anpassung an Veränderungen und die Selbsteinschätzung (Anazifa 2017).

In der Literatur werden insgesamt sechs Merkmale von PBL identifiziert. Es liegt eine treibende Frage vor, sowie ein Fokus auf feste Lernziele, die Teilnahme an Bildungsaktivitäten, die Zusammenarbeit zwischen den Lernenden, die Verwendung von unterstützenden Technologien und die Erstellung von greifbaren Artefakten (Krajcik & Shin 2014).

Die lehrende Person ist bei PBL nicht nur ein "Wissensvermittler" oder "Faktenlieferant", sondern vielmehr Mentor:in, Helfer:in und Vermittler:in für das Lernen (Frank et al. 2003). Dabei grenzt die Erstellung von Artefakten, die authentische Probleme lösen, PBL von anderen lernzentrierten Prinzipien ab, z. B. von dem problemorientierten Lernen (Guo et al. 2020).

2.2 Digitale Transformation in der Lehre

Die Digitalisierung bietet neue Möglichkeiten, Lehre durchzuführen und den Zugang zu hochwertiger Bildung zu ermöglichen. Digitale Lehre kann beispielsweise unabhängig von Zeit und Ort durch das hochladen von aufgenommenen Videos zugänglich gemacht werden (Villegas-Ch. et al. 2021). Es können dafür verschiedene Methoden wie Online-Vorlesungen, die Nutzung von Lernplattformen oder Übungen in Videokonferenzen und *Breakout-Sessions*, eingesetzt werden. Kommunikation kann sowohl synchron in Live-Chats oder den Videokonferenzen erfolgen oder asynchron über E-Mail, Foren oder Chats (Sprengel & Schwaninger 2021).

Digitale Lehre ist somit meist mit einer Neugestaltung von Kursen, die üblicherweise in einem traditionellen Modell unterrichtet wurden, und auch akademischen, organisatorischen und strukturellen Veränderungen verbunden (Yureva et al. 2020).

Auch wenn die Digitalisierung der Lehre bereits vor der Pandemie keine neue Idee war, hat die Covid19 Pandemie die digitale Transformation der Lehre erheblich forciert (Villegas-Ch. et al. 2021). So hat der plötzliche Übergang zur Online-Lehre Lehrende und Studierende dazu gezwungen, den erwarteten schrittweisen Wandel hin zu einer verstärkten Digitalisierung der Hochschullehre zu überspringen, wodurch alle Lehrveranstaltungen von fast reinen Präsenzsituationen zu reinen Onlinebegegnung umgestellt wurden.

Diese rapide Umstellung hat vor allem die Problematiken mit digitaler Lehre aufgezeigt. Neben einem Internetzugang mit entsprechender Bandbreite ist auch eine entsprechende Hardware z.B. Laptops mit Kamera und leistungsfähigen Prozessoren notwendig. Nach einer Studie von Rodriguez-Paz et al. (2021) sehen Studierende weitere Probleme in einer *lauten Arbeitsumgebung* oder anderen Ablenkungsfaktoren wie *Netflix*, *Internet* oder *andere Personen*, oder Faktoren wie *kein geeigneter Lernraum* oder *Integration in den Familienbetrieb*.

Hybride Kurse kombinieren Unterrichtselemente aus traditionellen Präsenz- und Online-Kursformaten. Die Wirksamkeit von Hybridkursen, gemessen an Einstellungen und Leistungen der Studierenden, variiert in der Literatur (Hall & Villareal 2015). Diese Untersuchungen wurden jedoch Prä-Corona durchgeführt.

Die Schaffung eines Gleichgewichts zwischen den Klassen verbesserte das Lernen der Studierenden und bot ihnen mehrere Möglichkeiten, die Inhalte zu verstehen und auszudrücken. Die Organisation der Online-Materialien, Unterrichtsaktivitäten und der Zeitplan für den Präsenzunterricht bieten den Studenten die Bequemlichkeit und Flexibilität, um den Kurs vollständig zu planen und an ihm teilzunehmen (Hall & Villareal 2015).

2.3 Digitale Transformation im Projektbasierten Lernen

Digitale Technologien können PBL effektiver machen, indem sie die Interaktivität verstärken und die Kommunikation und Austausch erleichtern (Basilotta Gómez-Pablos et al. 2017). Hindhede et al. (2021) beschreiben jedoch, dass ein reiner Online-Kontext schwerwiegende Einschränkungen für kollaborative Aktivitäten und den dialogischen Austausch darstellt.

Die wichtigsten Faktoren von PBL im digitalen Kontext sind die Präsenz der Lehrenden in Online-Meetings, die Interaktionen zwischen Studierenden, Lehrkräften und Inhalten sowie die konzipierte Verbindungen zwischen Online- und Offline-Aktivitäten (Nortvig et al. 2018).

3. Studierenden Projekt im Wintersemester 2020/21

3.1 Aufbau des Semesterprojekts

Am Fachgebiet Industrielle Informationstechnik wird jährlich ein PBL Ingenieursprojekt durchgeführt. Im letzten Jahr kamen nun weitere neue Herausforderungen durch die Covid-19 Pandemie hinzu. Dies führte dazu, dass auf ein hybrides Lernkonzept auf digitale Medien umgestellt werden musste.

Das Seminar ist speziell darauf ausgerichtet, neben konkretem Ingenieurwissen, die Fähigkeiten der Studierenden zur Wissensintegration zu schulen und die Zusammenarbeit in multidisziplinären Teams zu fördern. Ein Projektteam besteht dabei aus 8-9 Studierenden und durchläuft den gesamten Produktentwicklungsprozess von der ersten Idee bis zur Umsetzung eines realen Prototyps. Die Mitglieder der Projektteams haben unterschiedliche technische Hintergründe und sind in einem von zwei Modulen eingeschrieben. Beide Module sind Teil der ingenieurwissenschaftlichen Masterstudiengänge an der TU Berlin und haben entweder einen Management-Schwerpunkt (Entwicklung und Management digitaler Produktentstehungsprozesse (EMP)) oder einen entwicklungsorientierten Schwerpunkt (Anwendungen der Industriellen Informationstechnik (AIIT)). Die Kombination dieser beiden Module in einem einzigen PBL-Setup (Abb. 1) bietet den Studierenden die Möglichkeit, die Herausforderungen zu erleben, die sich aus den unterschiedlichen Aufgaben, Interessen und Prioritäten ergeben, die in realen Produktentwicklungsprojekten in der Industrie zu finden sind. Die von uns untersuchten Projekte liefen von Oktober 2020 bis Februar 2021 (Wintersemester 2020/21). Insgesamt 53 Studierende (18 aus dem Modul EMP, 35 aus dem Modul AIIT) bildeten 6 Projektteams.

Ihre Hauptaufgabe bestand darin, nachhaltige Produkte mit einer gesellschaftlich relevanten Funktionalität zu entwerfen und zu entwickeln. Das Produkt sollte außerdem als Grundbauteil eine Pumpe und einen digitalen Zwilling integrieren, der in Echtzeit Daten generiert und in das Modell einspeist. Der Gesamtablauf des Kurses spiegelte quasi-reale industrielle Arbeitsprozesse und Funktionen wider: Die Projektteams erhielten ein Budget, um die für die Herstellung eines Prototyps benötigten Teile zu beschaffen und als Prüfungsleistungen werden zwei Design Reviews durchgeführt, in denen die Dozenten als potenzielle Investoren aus der Industrie fungierten. Hier präsentierten die Teams ihre Ideen und müssen ihre Konzepte in anspruchsvollen Diskussionen verteidigen, als ob ihr Team um die Investition konkurrieren würde.

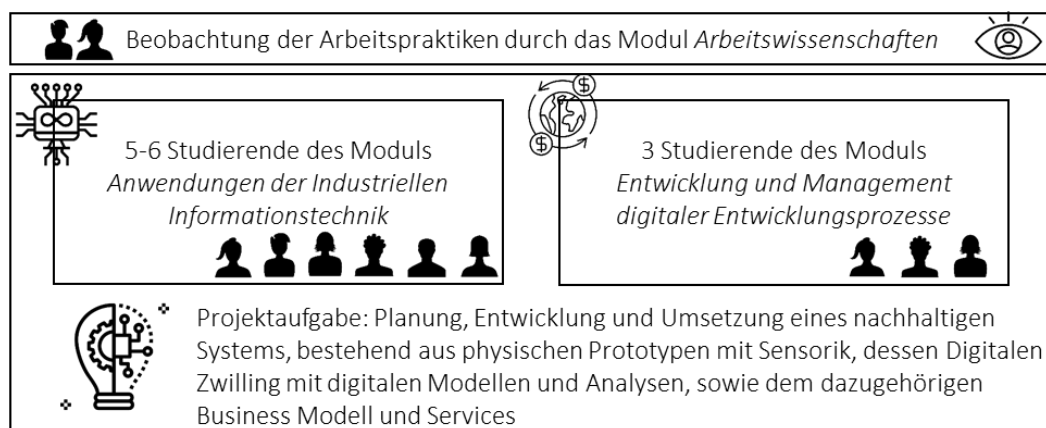


Abbildung 1: Projektaufbau WS20/21

Das Produktkonzept und der endgültige Prototyp wurden auf der Grundlage der ökologischen Nachhaltigkeit (Verwendung nachhaltiger Materialien) und der ökonomischen Nachhaltigkeit (möglichst geringer Geldbedarf), der Zweckmäßigkeit des Produkts (Gegebenheit von sozialer Nachhaltigkeit) und der operativen Leistung während des Projekts (Teamarbeit, Aufteilung der Arbeitszeit) bewertet. Um Einblicke in die Arbeitsweise der Projektteams und die Wissensdynamik innerhalb der Teams zu gewinnen, wurden die Teams durch Studierende des Lehrstuhles für Arbeitswissenschaften beobachtet. Sie wendeten ein ethnographisches Studiendesign an.

3.2 hybrides Arbeiten und Präsentieren im Projekt

Beide Module sind grundsätzlich gleich aufgebaut. Es gibt passend zum Projekt, acht thematische Vorlesungen, auf die wöchentlich 15-minütige Tests folgen. Diese stellen ein Drittel der Gesamtleistung dar. Die anderen zwei Drittel werden durch die Bearbeitung des Projektes und der dafür erstellen Abgaben und Präsentationen (2 Design Reviews und eine Abschlusspräsentation) geleistet (siehe Abb. 2). Das Projekt wird durch fachspezifische Seminare begleitet.

Durch die neuen Rahmenbedingungen, die durch die Pandemie entstanden, wurde ein Großteil dieser Modulbausteile auf digitale Medien umgestellt. Die Vorlesungen wurden digital über die Plattform Twitch gestreamt, die Studierenden konnten sie sich live anschauen und über den Chat Fragen stellen und so mit dem Dozenten kommunizieren. Anschließend wurden sie über die TU Berlin interne Lernplattform ISIS als Video hochgeladen, ebenso die Präsentationsfolien. Die wöchentlichen Open-

Book-Tests wurden ebenso über diese digitale Lernplattform durchgeführt. Vor der Pandemie gab es statt der acht Tests am Ende des Semesters eine schriftliche Präsenzklausur über alle Themen hinweg.



Abbildung 2: Bewertung und Leistungen im Projekt

Die Seminare, in denen Methoden und Modelle zur Bearbeitung der Projekte vorgestellt und erlernt wurden, wurden ebenso digital über Zoom durchgeführt. Über Breakoutsessions war eine gute gruppenspezifische Kommunikation mit den Studierenden möglich. Weiterhin wurden individuelle Sprechstunden, ebenso in Zoom, mit den Gruppen durchgeführt. Die einzelnen Arbeitsgruppen haben sich, aufgeteilt in kleinere Arbeitsgruppen, zur Bearbeitung des Projektes auch vor Ort getroffen, beispielsweise um die Prototypen zu bauen. Hierfür wurden Bauteile vom Fachgebiet bereitgestellt, aber auch Materialien der Studierenden recycelt. Die während des Semesters durchgeführten Design Reviews wurden vollständig digital über Zoom durchgeführt.

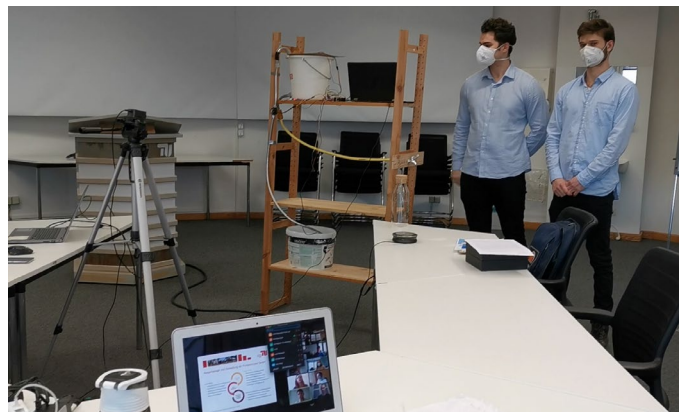


Abbildung 3: Aufbau hybride Abschlusspräsentation

Die Abschlusspräsentationen am Ende des Semesters hingegen wurden hybrid durchgeführt. Einige der Studierenden der einzelnen Projektteams waren vor Ort mit ihrem physischen Prototypen, ebenso wie die Dozenten. Die anderen Teammitglieder, sowieso weitere bewertendes Lehrpersonal wurden digital über Zoom dazu geschaltet (siehe Abbildung 3). Teilweise haben sie die Teams auch an einem anderen Ort gemeinsam getroffen, um von dort aus zusammen, aber unter Einhaltung der Abstands- und Maskenregeln, zu präsentieren.

4. Fazit und Ausblick

Durch die Pandemie wurden Studierende und Lehrende vor neue Herausforderungen gestellt. Diese wurden versucht im Projekt durch die Umstellung

der traditionellen Präsenzstruktur zu einer hybriden bzw. digitalen Zusammenarbeiten zu meistern. Es ergaben sich natürlich auch Schwierigkeiten, wie bspw. Verlust zwischenmenschlicher Kommunikation, erhöhte Distanz zwischen Lehrenden und Studierenden und ungleiche technische Voraussetzungen. Grundsätzlich muss jedoch festgehalten werden, dass das Projekt sehr gute Ergebnisse verzeichnen kann und die Zusammenarbeit insbesondere durch die hybriden Formen, wie der Abschlusspräsentation sehr gut funktionierte. Der Aufbau für die hybriden Präsentationen wurde vorab ausführlich getestet, insbesondere die Technik, da diese erfahrungsgemäß häufig zu Schwierigkeiten führt. Dadurch konnten viele Fehler vermieden werden und der Ablauf reibungslos durchgeführt werden. Am Lehrstuhl werden auf Grund der positiven Erfahrung auch in Zukunft hybride Arbeitsformen durchgeführt werden.

Insgesamt ist die Digitalisierung in der Lehre als Chance zusehen. Es ist jedoch wichtig zu verstehen, dass die "Digitalisierung" nicht das Ziel sein sollte, sondern ihr sinnvoller Einsatz und ihre erfolgreiche Umsetzung. Es muss weiterhin ermittelt werden, wie digitale und hybride Arbeitsformen am besten genutzt und eingesetzt werden können. Hierfür ist eine Reflektion und Analyse der Covid-19 Semester speziell der aufgetretenen Schwierigkeiten von großer Bedeutung. Es zeigt sich aber bereits jetzt, dass die Digitalisierung neue Möglichkeiten im PBL eröffnet.

5. Literatur

- Anazifa, R., Djukri, (2017) PROJECT- BASED LEARNING AND PROBLEM- BASED LEARNING: ARE THEY EFFECTIVE TO IMPROVE STUDENT'S THINKING SKILLS?. Jurnal Pendidikan IPA Indonesia, 346-355.
- Basilotta Gómez-Pablos V, del Pozo M M, García-Valcárcel Muñoz-Repiso A (2017) Project-based learning (PBL) through the incorporation of digital technologies: An evaluation based on the experience of serving teachers. Computers in Human Behavior, Vol. 68, 501-512.
- Frank M, Lavy I, Elata D (2003) Implementing the Project-Based Learning Approach in an Academic Engineering Course. International Journal of Technology and Design Education 13, 73–288.
- Guo P, Saab N, Post L S, Admiraal W (2020) A review of project-based learning in higher education: Student outcomes and measures. s.l., s.n.
- Hall S, Villareal D (2015) The Hybrid Advantage: Graduate Student Perspectives of Hybrid Education Courses. s.l., International Journal of Teaching and Learning in Higher Education.
- Hindhede A L, Andersen V H, Gnaur D (2021) Learning strategies among students during the accelerated digital transition to online teaching in a PBL-university. In: Design, Learning, and Innovation. Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering.
- Krajcik J, Shin N (2014) Project-based learning. s.l., s.n., 275-297.
- Nortvig A, Petersen A, Balle S (2018) A literature review of the factors influencing e-learning and blended learning in relation to learning outcome, student satisfaction and engagement. Electronic Journal of e-Learning, 46–55.
- Rodriguez-Paz M X, González-Mendivil J A, Zamora-Hernández I, Sanchez B (2021) A Hybrid and Flexible Teaching Model for Engineering Courses Suitable for Pandemic Conditions towards the New Normality. s.l., 2021 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON).
- Shin M-H (2018) Effects of Project-based Learning on Students'. s.l., s.n., 95-114.
- Sprengel D A, Schwaninger A (2021) Technology acceptance of four digital learning technologies (classroom response system, classroom chat, e-lectures, and mobile virtual reality) after three months' usage. s.l., International Journal of Educational Technology in Higher Education.
- Villegas-Ch. W, Palacios-Pacheco X, Roman-Cañizares M, Luján-Mora S (2021) Analysis of Educational Data in the Current State of University Learning for the Transition to a Hybrid Education Model. s.l., s.n.
- Yureva O et al. (2020) Digital Transformation and Its Risks in Higher Education: Students' and Teachers' Attitude. s.l., Universal Journal of Educational Research.

Danksagung: Ein ganz besonderer Dank gilt Frau Dr. Frauke Mörike (Fachgebiet Arbeitswissenschaften, TU Berlin) für die konstruktive Zusammenarbeit.



Gesellschaft für
Arbeitswissenschaft e.V.

Technologie und Bildung in hybriden Arbeitswelten

68. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und
Fabrikautomatisierung IFF, Magdeburg

02. – 04. März 2022

GfA-Press

Bericht zum 68. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 02. – 04. März 2022

Otto-von Guericke-Universität Magdeburg;

Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF, Magdeburg

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Sankt Augustin: GfA-Press, 2022

ISBN 978-3-936804-31-7

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle (s. u.) erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Sankt Augustin**

Schriftleitung: Prof. Dr. Rolf Ellegast

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Ohne ausdrückliche Genehmigung der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. ist es nicht gestattet:

- den Kongressband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen,
- den Kongressband oder Teile daraus in Print- und/oder Nonprint-Medien (Webseiten, Blog, Social Media) zu verbreiten.

Die Verantwortung für die Inhalte der Beiträge tragen alleine die jeweiligen Verfasser; die GfA haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

Geschäftsstelle der GfA

Simone John, Tel.: +49 (0)30 1300-13003

Alte Heerstraße 111, D-53757 Sankt Augustin

info@gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de · www.gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de

Screen design und Umsetzung

© 2022 fröse multimedia, Frank Fröse

office@internetkundenservice.de · www.internetkundenservice.de