

MAREEN DERDA, LAURENZ BLÖMER

Future Class – Praxisorientierte Entwicklung digitaler Kompetenzen in der beruflichen Bildung

Abstract

The digital transformation of work and vocational education raises pressing questions about how future teachers can be prepared to design, implement and reflect digitally supported teaching in a professionally meaningful way. This contribution addresses the relationship between theory and practice and the development of digital competences in initial teacher education. It presents the module Future Class – Using and Teaching Emerging Technologies in a Meaningful Way, with the systematic planning, enactment and reflection of teaching units for industrial mechanics apprentices, thereby operationalising DigCompEdu and the Digital-Pedagogical-Content-Knowledge (DPACK) framework in a practice-integrated setting. A particular focus lies on the use of the learning app PROSUMIO, which functions both as a learning environment for students and as a teaching tool in vocational classrooms, linking disciplinary content, didactics and school practice. The paper outlines the theoretical and institutional background, describes the design and implementation of the module, and reports selected quantitative and qualitative findings on students' perceived development of digital and pedagogical competences as well as on conditions for sustainable anchoring and transfer to other contexts.

Key words

vocational teacher education, theory–practice integration, digital competencies, lesson planning, teaching and reflection, practice-integrated learning

Einleitung

Die digitale Transformation verändert Arbeitsprozesse, berufliche Tätigkeiten und Qualifikationsanforderungen in gewerblich-technischen Berufsfeldern grundlegend. Damit steigen die Anforderungen an die berufliche Bildung und an die professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Berufliche Lehrkräfte sind zunehmend gefordert, digitale Technologien sowohl als fachlichen Lerngegenstand zu vermitteln als auch didaktisch reflektiert für lernwirksame Lehr-Lern-Arrangements einzusetzen.

Dieser Beitrag richtet sich an Lehrpersonen, Dozierende und Studierende der beruflichen Lehrkräftebildung und beleuchtet die Frage, wie digitale

Kompetenzentwicklung bereits in der ersten Phase der Lehrkräftebildung praxisintegriert angestoßen werden kann. Im Zentrum steht die Verbindung von Unterrichtsplanung, -durchführung und -reflexion als professionellem Handlungszyklus sowie die Bedeutung schulpraktischer Erfahrungen für die Verknüpfung von Theorie und Praxis.

Anhand des im Projekt *D³@TU macht Schule* entwickelten und curricular verankerten Moduls *Future Class: Zukunftstechnologien sinnvoll anwenden und vermitteln* wird aufgezeigt, wie fachwissenschaftliche Inhalte zu digitalen Zukunftstechnologien theoriegeleitet didaktisch reduziert, in realen Unterrichtssituationen erprobt und reflektiert werden können. Die Lern-App PROSUMIO wirkt dabei als verbindendes Element zwischen Fachwissenschaft, Fachdidaktik und schulischer Praxis.

Der Beitrag skizziert die theoretische Rahmung und Modulkonzeption, erläutert die Einbindung von PROSUMIO und diskutiert ausgewählte Ergebnisse, Gelingensbedingungen sowie Entwicklungsperspektiven für eine praxisintegrierte, digitalitätsbezogene Lehrkräftebildung.

1. Ausgangslage und theoretischer Rahmen

Die Digitalisierung durchdringt nahezu alle Lebensbereiche und treibt sowohl den kulturellen und gesellschaftlichen Wandel als auch die Transformation der Arbeitswelt maßgeblich voran. Insbesondere viele gewerblich-technische Branchen sind in hohem Maße von digitalen Technologien, vernetzten Systemen und datenbasierten Prozessen geprägt, was weitreichende Veränderungen beruflicher Tätigkeiten und Qualifikationsanforderungen nach sich zieht (Bonnes, Wahl & Lachner, 2022). Diese Entwicklungen wirken unmittelbar auf die berufliche Bildung zurück und erfordern eine kontinuierliche Weiterentwicklung von Lehr-Lern-Prozessen bis hin zur Neugestaltung didaktischer Konzepte (Windelband, 2025; Gerholz, Schlottman, Slepcevic-Zach & Stock, 2022).

Berufliche Schulen stehen damit vor der Aufgabe, Auszubildende sowie Schülerinnen und Schüler auf das Leben und Arbeiten in einer digitalisierten Umwelt vorzubereiten. Dies umfasst insbesondere die Förderung eines „verantwortungsbewussten und eigenverantwortlichen Umgang[s] mit zukunftsorientierten Technologien, digital vernetzten Medien sowie Daten- und Informationssystemen“ (KMK, 2021a, S. 14). Die Kultusministerkonferenz betont in diesem Zusammenhang ausdrücklich, dass berufliche Bildung nicht nur technologische Fertigkeiten, sondern auch Reflexionsfähigkeit, Verantwortungsbewusstsein und Handlungsfähigkeit im digitalen Kontext vermitteln muss (KMK, 2021a).

Für die Umsetzung dieses Bildungsauftrags kommt beruflichen Lehrkräften eine zentrale Rolle zu. Sie benötigen ein breites und differenziertes Kompetenzspektrum, das technische Fähigkeiten im Umgang mit digitalen Technologien ebenso umfasst

wie didaktisch-methodische Fähigkeiten zur Gestaltung lernwirksamer, praxisnaher und reflektierter Unterrichtsprozesse. Der europäische Kompetenzrahmen DigCompEdu (2019) verdeutlicht, dass digitale Kompetenz von Lehrkräften nicht auf den Einsatz digitaler Werkzeuge reduziert werden kann, sondern als integrative professionelle Kompetenz zu verstehen ist, die Planung, Durchführung und Evaluation von Unterricht gleichermaßen betrifft.

Daraus folgt, dass die Entwicklung digitaler Kompetenzen bereits im Lehramtsstudium systematisch zu verankern ist, um angehende Lehrkräfte auf die komplexen Anforderungen beruflicher Schulen vorzubereiten. Digitale Technologien sind dabei als fachlicher Lerngegenstand, als didaktisches Instrument sowie als Gegenstand kritischer Reflexion hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf Arbeit, Bildung und Gesellschaft zu bearbeiten.

Als konzeptionelle Grundlage des vorliegenden Beitrags und des Moduls *Future Class* dienen DigCompEdu (2019) sowie das Digital-Pedagogical-Content-Knowledge-Modell (DPACK) nach Döbeli Honegger (2021).

DigCompEdu beschreibt digitale Kompetenz von Lehrenden als Zusammenspiel mehrerer Kompetenzbereiche, darunter die professionelle Nutzung digitaler Ressourcen, die Gestaltung digital unterstützter Lernprozesse sowie die Förderung der digitalen Kompetenz der Lernenden. Das DPACK-Modell erweitert das etablierte Technological-Pedagogical-Content-Knowledge-Modell (TPACK) (Mishra & Koehler, 2006; Koehler & Mishra, 2009; Schmid & Petko, 2020), indem es dessen Fokus auf die instrumentelle Mediennutzung und das Lehrpersonenwissen kritisch weiterentwickelt. Während das TPACK-Modell davon ausgeht, dass die Kenntnis über Werkzeuge ausreicht, um deren pädagogisches Potenzial zu verstehen, betonen Romeike und Döbeli Honegger (2020), dass reine Bedienkompetenz nicht genügt, um digitale Systeme und ihre gesellschaftlichen Auswirkungen zu erfassen. Durch die Integration der technologischen, gesellschaftlich-kulturellen und anwendungsbezogenen Dimensionen des Dagstuhl-Dreiecks (GI, 2016) ersetzt das DPACK-Modell den Aspekt des technologiebezogenen Wissens durch eine umfassendere Digitalitätskompetenz (Döbeli Honegger, 2021).

Des Weiteren besteht die Herausforderung der Lehrkräftebildung nicht allein in der Vermittlung theoretischen Wissens, sondern insbesondere in der Frage, wie dieses Wissen für die professionelle Unterrichtsgestaltung fruchtbar gemacht werden kann. Zentrale Bedeutung kommt hier der Integration von Praxiserfahrungen sowie der gezielten Verknüpfung von Fachwissenschaft und Fachdidaktik zu.

Im Fokus steht die Frage, welche Relevanz der theoretischen Ausbildung für die Planung und Durchführung des Unterrichts als auch der Integration schulpraktischer Erfahrungen und der Ausbildung digitaler Kompetenzen bereits in der ersten Phase der Lehrkräfteausbildung zukommen sollte. Der Beitrag versteht Unterrichtsplanung, -durchführung und -reflexion als zusammenhängenden professionellen Handlungszyklus und zeigt anhand eines curricular verankerten

Moduls, wie Studierende das Fachwissen zu digitalen Anwendungen didaktisch reduzieren und für Berufsschülerinnen und Berufsschüler theoriegeleitet aufbereiten, ihre Unterrichtsplanung in einem realen Lehr-Lern-Arrangement erproben und anschließend systematisch reflektieren. Damit wird der Transfer zwischen theoretischer Ausbildung und schulischer Praxis explizit zum Gegenstand der Lehrkräftebildung gemacht.

2. Das Projekt *D³@TU macht Schule*

Das vom Stifterverband und dem Mercedes-Benz-Fonds in der Förderlinie *Berufsschul-Digi-Teams* (Stifterverband, o.J.) geförderte Projekt *D³@TU macht Schule* verankert digitale Kompetenzentwicklung systematisch in der gewerblich-technischen Lehrkräftebildung an der Technischen Universität Berlin (TU Berlin) und richtet sich damit explizit an die erste Phase der Lehrkräftebildung.

Die Förderlinie zielt auf kooperative Entwicklungsprozesse zwischen Hochschule, Schule und weiteren Akteurinnen und Akteure der beruflichen Bildung ab. Im Projekt *D³@TU macht Schule* stellt die Zusammenarbeit sowohl innerhalb der Universität als auch mit Akteurinnen und Akteuren der beruflichen Bildung eine unverzichtbare Basis dar, die auf die Entwicklung der digitalen Kompetenzen angehender Lehrkräfte durch das Zusammenspiel von Fachwissenschaft, Fachdidaktik und schulischer Praxis einzahlt. Die Relevanz von Kooperation zeigt sich im Projekt beispielsweise in der didaktischen Verzahnung der Lernorte, etwa wenn Erfahrungen an der beruflichen Schule in der universitären Lehre gemeinsam mit den verschiedenen Akteurinnen und Akteuren systematisch reflektiert werden.

Das Projekt ist in die Lehrkräftebildung der TU Berlin eingebettet und wird von einem interdisziplinären Team getragen. Beteiligt sind die Fachdidaktik der gewerblich-technischen Fachrichtungen, drei ingenieurwissenschaftliche Fachgebiete der Fakultät Verkehrs- und Maschinensystem sowie die School of Education der TU Berlin (SETUB). Ergänzt wird diese hochschulinterne Zusammenarbeit durch externe Kooperationen mit dem Oberstufenzentrum Maschinen- und Fertigungstechnik (OSZ MFT, Georg-Schlesinger-Schule, Berlin-Reinickendorf) sowie dem Entwickler*innen Team der Lehr-Lern-App PROSUMIO. Diese Kooperationen ermöglichen praxisnahe Lernorte und Wissenstransfer.

Inhaltlich zielt das Projekt auf die Entwicklung digitaler Kompetenzen in einer doppelten Perspektive, die für die Lehrkräftebildung zentral ist: Digitale Technologien werden einerseits als fachlich-technischer Bestandteil ingenieurwissenschaftlicher Berufsfelder aufgegriffen und andererseits als didaktisch zu gestaltender Lerngegenstand reflektiert. Studierende lernen digitale Werkzeuge im beruflichen Anwendungskontext kennen, reduzieren und transformieren diese didaktisch und übertragen sie auf konkrete Lehr-Lern-Arrangements für Berufsschülerinnen und Berufsschüler. Planung, Durchführung und Reflexion der Unterrichtseinheit sowie die begleitende Reflexion des eigenen Lernprozesses bilden damit eine verbindende Klammer zwischen theoretischer

Ausbildung und schulischer Praxis (Staub & Kreis, 2016; Stiftung Bildungspakt Bayern, 2020).

Diese projektlogische Verzahnung von Fachwissenschaft, Fachdidaktik und Praxis wird im curricular verankerten Modul *Future Class: Zukunftstechnologien sinnvoll anwenden und vermitteln* konkretisiert.

3. Das Modul *Future Class: Zukunftstechnologien sinnvoll anwenden und vermitteln*

Das im Projekt entwickelte Modul *Future Class: Zukunftstechnologien sinnvoll anwenden und vermitteln* ist als Pflichtmodul in den Bachelorstudiengängen des gewerblich-technischen Lehramts verankert und steht zugleich interessierten Studierenden der Ingenieurwissenschaften im Wahlbereich offen. Damit wird Interdisziplinarität nicht nur auf Projektebene, sondern als zentrales Lern- und Arbeitsprinzip im Modul selbst verankert. Das Modul greift den Anspruch der Kultusministerkonferenz (KMK, 2021b) auf, Bildungsformate zu gestalten, „die fachliche und didaktische Inhalte mit professioneller Kompetenzentwicklung im Sinne eines ‘didaktischen Doppeldeckers’ miteinander verknüpfen“ (KMK, 2021b, S. 18). Ziel des Moduls ist es, Zukunftstechnologien (CAD, KI, Sensorik, IoT, additive Fertigung) didaktisch fundiert und praxisnah aufzubereiten sowie digitale Medien zur Unterrichtsgestaltung reflektiert einzusetzen.

Das Modul umfasst ein Semester (4 SWS, 6 ECTS) und wird in kleinen Seminargruppen durchgeführt. Zu Beginn erhalten Studierende die Aufgabe:

Planen Sie einen Unterricht zu einer bisher wenig oder nicht bekannten digitalen/technischen Anwendung unter Einbezug einer Lern-App und führen Sie diesen mit einer Lerngruppe der Georg-Schlesinger-Schule durch.

Diese frühzeitige Transparenz der Anforderung strukturiert den Lernprozess, erhöht die Motivation und ermöglicht eine konsequent zielorientierte Arbeit. Im Modulverlauf wechseln sich Inputphasen (fachwissenschaftlich, fachdidaktisch) mit selbstständigen Arbeitsphasen und gemeinsamer Planung ab. PROSUMIO begleitet als digitales Lehr-Lern-Medium.

3.1 Modulverlauf

Nach einer Einführung in Zielsetzung und Ablauf des Moduls erwerben die Studierenden zunächst in drei aufeinanderfolgenden Seminareinheiten fachwissenschaftliche Kenntnisse zu CAD/CAE/CAM, 3D-Druck, Sensorik/IoT und generativer KI durch Input der Ingenieurfachgebiete (Theorie, Demonstration, Übungen). Die Studierenden vertiefen in dieser Phase vorhandene Kenntnisse oder arbeiten sich neu in diese Themen ein und erwerben damit technologisches Wissen. Im Sinne des DPACK-Modells wird hier die allgemeine, nicht inhaltsbezogene Dimension der Digitalitätskompetenz aufgebaut, die später um pädagogische Kompetenzen erweitert wird.

An die fachwissenschaftliche Phase schließt der Einstieg in die Didaktik der beruflichen Fachrichtungen an, in der die Studierenden in die Planung und Gestaltung beruflichen Unterrichts eingeführt werden. Die fachlichen Inputs werden von den Studierenden in einem dreifachen Perspektivwechsel reflektiert: erstens inhaltlich-fachwissenschaftlich, zweitens aus Studierendenperspektive als Lernende im Hochschulkontext und drittens fachdidaktisch mit Blick auf die Planung einer Unterrichtseinheit für Auszubildende. Dazu wird eine Verknüpfung der erarbeiteten Technologien mit den Ausbildungsinhalten der Industriemechanikerinnen und Industriemechaniker geprüft, wofür die Auseinandersetzung mit dem Rahmenlehrplan und den Lernfeldern der Ausbildung nötig ist.

Ergänzend werden digitale Werkzeuge für kollaboratives Arbeiten (z.B. Etherpad, Padlet) sowie Tools zur Aktivierung und formativen Evaluation (z.B. Quiz- und Feedbackinstrumente) eingeführt. Eine besondere Rolle nimmt dabei die Lern-App PROSUMIO ein, wie weiter unten ausgeführt wird. In dieser Phase werden die pädagogischen Dimensionen der Digitalitätskompetenz adressiert, indem Fragen der didaktischen Reduktion, der medialen Inszenierung und der Lernwirksamkeit digitaler Werkzeuge explizit thematisiert werden. Die Studierenden wählen anschließend eine der vorgestellten Technologien (CAD, KI, 3D-Druck, IoT) aus und vertiefen ihr Fachwissen während einer weiteren Seminareinheit am zuständigen Fachgebiet in interdisziplinär zusammengesetzten Planungsteams (Lehramt + Ingenieurwissenschaften).

Eine im Seminarverlauf integrierte Hospitation am OSZ MFT (Georg-Schlesinger-Schule) mit Beobachtungsaufträgen (Unterrichtsführung, Medieneinsatz etc.) bietet einen ersten Einblick in den Lernfeldunterricht der Industriemechanikerinnen und Industriemechaniker. Die Studierenden erhalten hierzu Beobachtungsaufträge entlang gemeinsam definierter Schwerpunkte, etwa Unterrichtsführung, Performanz der Lernenden, Einsatz und Funktion der Medien, Einstiegssituation oder Kommunikationsformen, und diskutieren ihre Beobachtungen im Anschluss mit den verantwortlichen Lehrkräften. Weiterhin beantworten die Lehrkräfte relevante Fragen, die sich auf den zu planenden Unterricht und die Lerngruppe beziehen. Auf dieser Grundlage entwickeln die Studierendengruppen ihre eigene Unterrichtseinheit, die sie didaktisch aufbereiten, inhaltlich reduzieren und entlang einer berufstypischen Lernsituation oder Problemstellung strukturieren. Hierzu ist der erste Schritt eine Sachanalyse zur gewählten Technologie, in der technologische, gesellschaftlich-kulturelle und anwendungsbezogene Aspekte herausgearbeitet werden. Dies stellt einen Kernschritt der Digitalisierungskompetenz des DPACK-Modells dar (Romeike & Döbeli Honegger, 2020, Folie 23-25.). Die Unterrichtsplanungsphase wird während der gemeinsamen Seminarsitzungen von Coachings begleitet. Die erarbeiteten Konzepte werden als zwei Unterrichtsblöcke von insgesamt 180 Minuten an der TU Berlin in den Seminarräumen der Ingenieurfachgebiete mit den Auszubildenden

(Industriemechanikerinnen und Industriemechaniker 1. und 2. Lehrjahr) umgesetzt und teilweise videografiert. Im Mittelpunkt der an die Unterrichtsdurchführung anschließenden Seminareinheit steht die Selbstreflexion der Studierenden anhand konkreter videografiert Unterrichtssituationen sowie abzuleitender Erkenntnisse für die zukünftige Planung und Durchführung von Unterricht mit einem Fokus auf der Einführung und Anwendung digitaler Technologien sowie dem Einsatz digitaler Lernmedien. Um das Modul abzuschließen, fassen die Studierendengruppen ihre zentralen Lernerfahrungen in einem digitalen Poster zusammen und präsentieren dieses im Plenum zur gemeinsamen Diskussion. Neben der Erstellung und Präsentation des Posters erfolgt die Bewertung des Moduls mittels eines Projektberichts, der ebenfalls in den Arbeitsgruppen erstellt wird.

3.2 Unterrichtsplanung, Praxisintegration und Reflexion als Kernelemente des Moduls

Neben der Förderung digitaler Kompetenzen liegt der Schwerpunkt des Moduls *Future Class* auf der systematischen Verknüpfung von Unterrichtsplanung, Praxisintegration und Reflexion des eigenen Lern- und Professionalisierungsprozesses. Unterricht wird dabei nicht als isolierte Durchführungssituation verstanden, sondern als zusammenhängender professioneller Handlungszyklus, der Planung, Umsetzung und Reflexion umfasst und bereits in der ersten Phase der Lehrkräftebildung explizit erfahrbar gemacht wird.

Die Unterrichtsplanung bildet einen zentralen Lerngegenstand des Moduls. Ausgehend von den kennengelernten Zukunftstechnologien werden fachwissenschaftliche Inhalte didaktisch reduziert, berufsbezogen aufbereitet und in eine konkrete, handlungsorientierte Lernsituation überführt. Die Studierenden planen dabei nicht nur den inhaltlichen Verlauf des Lehr-Lern-Arrangements, sondern entscheiden reflektiert über den Einsatz digitaler Werkzeuge (PROSUMIO, kollaborative Tools, Quiz- und Feedbackinstrumente) zur Förderung von Aktivierung, Kooperation und Reflexion der Lernenden. Die Unterrichtsplanung erfolgt iterativ in interdisziplinären Gruppen mit Feedback von Fachdidaktik, Ingenieurfachgebieten, Berufsschullehrkräften und PROSUMIO-Team. Hierbei wird vor allem auf die Schwerpunkte eines handlungsorientierten Unterrichts wie auch des beruflichen Handlungsbezugs geachtet und die Studierenden hierzu beraten.

Ein zentrales Element der Praxisintegration ist die Hospitation im Unterricht der kooperierenden Berufsschule sowie die eigenständige Durchführung einer Unterrichtseinheit. Die Studierenden gewinnen dadurch erste Unterrichtserfahrungen und Einblicke in die Praxis. Die Bedeutung früher, reflexiv eingebetteter Praxiserfahrungen für die Professionalisierung angehender Lehrkräfte ist empirisch gut belegt (Hascher, 2012; Korthagen, 2010).

Die systematische Reflexion begleitet durchgängig alle Phasen des Moduls, von der fachlichen Erschließung der Technologien über didaktische

Planungsentscheidungen bis über die praktische Umsetzung im Unterricht hinaus. Auf Grundlage leitfadengestützter Reflexionsfragen (Staub & Kreis, 2016) und videografierten Unterrichtssequenzen (Krammer & Reusser, 2005) setzen die Studierenden ihre Planungsentscheidungen, ihr Unterrichtshandeln sowie den Einsatz digitaler Technologien als Lern- und Lehrmedium systematisch zueinander in Beziehung. Auf diese Weise werden die im DPACK-Modell angelegten Verknüpfungen von fachlichem Wissen, pädagogischer Gestaltung und Digitalisierungskompetenz explizit thematisiert und auf die eigene Praxis bezogen. Das abschließende Poster und der Projektbericht dokumentieren den individuellen und kollektiven Lernprozess und unterstützen die Entwicklung eines reflektierten professionellen Selbstverständnisses im Kontext digitalisierter beruflicher Bildung. Die dargestellte Modulstruktur verknüpft fachwissenschaftliche Inhalte, didaktische Planung, schulpraktische Erprobung und Reflexion systematisch miteinander. PROSUMIO übernimmt hierbei eine zentrale Funktion (siehe Kap. 4).

4. Die Einbettung der Lehr-Lern-App PROSUMIO in den Modulkontext

4.1 Kurzbeschreibung der Lern-App und des Coach-Portals

Das Bildungs-Startup PROSUMIO ist als Software-Kooperationspartner im Projekt *D³@TU macht Schule* eingebunden und unterstützt im Modul *Future Class* bei der Integration digitaler Lernmedien in Lehr-Lern-Prozesse. PROSUMIO stellt für Berufsschulen, Ausbildungsbetriebe und weitere Bildungseinrichtungen geschlossene oder offene digitale Lernumgebungen (im Folgenden: Learning Hubs) bereit, die verschiedene Bildungsakteur*innen, insbesondere Lernende und Lehrende, miteinander verbinden.

Für das Modul *Future Class* wurde ein geschlossener Learning Hub (Abb.1) eingerichtet, der das Lernen über die mobile App und das Lehren über ein browserbasiertes Coach-Portal ermöglicht. Studierende des Moduls sowie die beteiligten Berufsschülerinnen und Berufsschüler nutzen die Lern-App für selbstorganisierte und selbstgesteuerte Lernprozesse. Die App ist auf die Anforderungen beruflicher Bildung ausgerichtet und verbindet didaktische Modelle und Methoden der beruflichen Bildung mit digitalen Lernformaten. So enthalten etwa Lernkarten praxisbezogene Lernsituationen und Quiz-Aufgaben sind am Modell der vollständigen Handlung orientiert.

Das Coach-Portal ist eine didaktische Erweiterung für Lehrkräfte. Es ermöglicht unter anderem die Erstellung und Anpassung digitaler Lernmaterialien und gibt Einsicht in die Lernfortschritte der Lernenden. Das integrierte KI-gestützte Erstellungstool unterstützt bei der Entwicklung von Microlearnings für fachwissenschaftliche Inhalte.

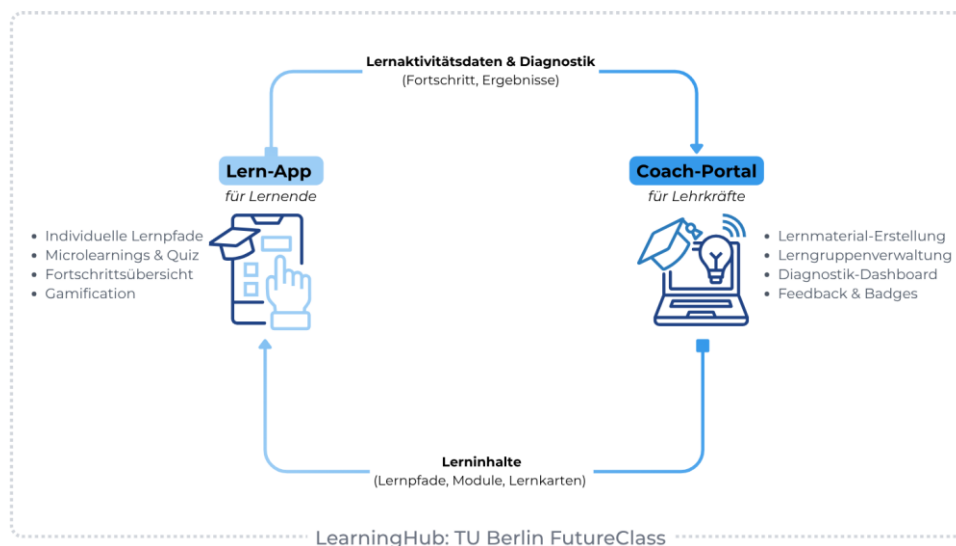


Abbildung 1: Veranschaulichung der digitalen Lernumgebung (eigene Darstellung)

4.2 Kooperationskontext als didaktischer Mehrwert

Der über mehrere Semester angelegte Austausch zwischen Studierenden, Lehrenden und dem Entwickler*innen Team des PROSUMIO-Startups eröffnet zusätzliche didaktische Potenziale. Die Studierenden erhalten Einblicke in Entwicklungsprozesse digitaler Lernsoftware, womit die kritische Reflexion der Nutzung digitaler Medien gefördert wird.

Rückmeldungen zur Nutzung der Lern-App und des Coach-Portals werden in regelmäßigen Reflexionsphasen im Seminar systematisch gesammelt und in den Weiterentwicklungsprozess der Software eingespeist. Auf diese Weise entwickeln die Studierenden ein vertieftes Verständnis für Anforderungen an Bildungssoftware, reflektieren deren Einsatzmöglichkeiten im Unterricht und werden zugleich zur aktiven Mitgestaltung des Learning Hubs angeregt.

4.3 PROSUMIO als Lerngegenstand und als Werkzeug

Die Nutzung von PROSUMIO folgt dem Prinzip des didaktischen Doppeldeckers. In einer ersten Phase erleben die Studierenden die Lern-App aus der Perspektive der Lernenden. In der anschließenden zweiten Phase reflektieren die Studierenden systematisch die Inhalte und die Nutzung der Lern-App aus der Perspektive der Lehrkräfte. Hierauf aufbauend entwickeln sie eigene Lernmaterialien und Lernpfade im Coach-Portal.

In der ersten Modulphase nutzen die angehenden Berufsschullehrkräfte die mobile App zur Erarbeitung fachwissenschaftlicher Inhalte der beteiligten ingenieurwissenschaftlichen Fachgebiete sowie zur Auseinandersetzung mit fachdidaktischen Grundlagen. Diese Inhalte wurden im Learning Hub *TU-Berlin Future Class* als Microlearnings angelegt und als Selbstlernmodule organisiert. Die Lernpfade können zeit- und ortsunabhängig von den Nutzenden abgerufen und bearbeitet werden. Gamification-Elemente, etwa Fortschrittsanzeigen für

Lernkarten, Module und Lernfelder oder das Sammeln von Punkten durch Quizaufgaben, unterstützen die Motivation der Lernenden. Die Lehrenden der Fachwissenschaften setzen die App ergänzend zur Aktivierung, Einführung, Wiederholung und Reflexion von Lerninhalten ein.

In der zweiten Phase wechseln die Studierenden explizit in die Rolle der Lehrkräfte. In dieser Phase können sie das Coach-Portal nutzen, das als Bindeglied zwischen Lehrenden und Lernenden dient und die Planung sowie Begleitung von Unterrichtseinheiten unterstützt. Das Portal bietet u. a. eine Übersicht über die Lernfeldstruktur ausgewählter Ausbildungsberufe, sodass die Studierenden ihre Unterrichtsinhalte curricular verorten und an den Rahmenlehrplänen ausrichten können. Die Studierenden können vorhandene fachwissenschaftliche Inhalte didaktisch reduzieren, anpassen und in Form von Lernkarten in die entsprechenden Lernmodule aufnehmen. Dabei erwerben die Studierenden Kompetenzen in der Formulierung praxisnaher Lernsituationen sowie in der Gestaltung differenzierter Aufgabenformate.

Der Einsatz eines KI-gestützten Assistenzsystems zur Erstellung von Lernkarten fördert zudem die Kompetenz der angehenden Lehrkräfte, automatisierte Prozesse in Bildungssettings kritisch zu steuern, zu überprüfen und zu korrigieren (Human-in-the-Loop). Neben dem Erstellen modularer Lernkarten ermöglicht das Coach-Portal die Binnendifferenzierung innerhalb einer Lerngruppe, etwa durch die Bereitstellung von Lernmaterialien für verschiedene Anforderungsniveaus. Lernkarten mit unterschiedlichen Schwierigkeitsgraden können gezielt an einzelne Schülerinnen und Schüler gesendet werden.

Diagnostische Funktionen des Portals, wie Lernstandserhebungen oder individualisierte Lernpfade, wurden im Modul aufgrund des begrenzten zeitlichen Umfangs der schulpraktischen Phase nicht eingesetzt.

Insgesamt unterstützt die Nutzung des Learning Hubs eine Verschiebung der Lehrtätigkeit von einer primär instruktionalen Wissensvermittlung hin zu einer prozessbezogenen Lernbegleitung und Unterstützung individueller Lernwege.

4.4 Weiterentwicklung und Verstetigung

Durch die enge Zusammenarbeit zwischen dem Bildungs-Startup PROSUMIO und der TU Berlin konnten über mehrere Semester hinweg kontinuierliche Weiterentwicklungen der Lernumgebung realisiert werden. So wurde das Coach-Portal im zweiten Durchgang des Moduls erstmals als Prototyp eingesetzt, wodurch insbesondere die zweite Phase des didaktischen Doppeldeckers gestärkt werden konnte. Die Erstellung eigener Lernkarten und Lernpfade wurde dadurch deutlich erleichtert.

Der Learning Hub wurde über die Semester hinweg sukzessive um zusätzliche Inhalte erweitert. Diese bleiben für die Mitglieder des Hubs verfügbar und können fortlaufend aktualisiert werden. Zur Verstetigung und zum Transfer der Ergebnisse wurde der Learning Hub *TU-Future Class* für weitere Bildungsexpertinnen und

Bildungsexpert*innen geöffnet, sodass die Inhalte über einen Zugangscode erprobt werden können.

Perspektivisch stellt die stärkere Einbindung der kooperierenden Georg-Schlesinger-Schule eine interessante Erweiterung durch die gemeinsame Nutzung des Learning Hubs dar. So könnten geplante Unterrichtseinheiten nachhaltiger in bestehende Lernprozesse der Auszubildenden integriert und digitale Binnendifferenzierung gezielt genutzt werden.

5. Ergebnisse, Erfahrungen und Resonanzen zum Modul *Future Class*

Das folgende Kapitel fasst ausgewählte quantitative und qualitative Rückmeldungen aus den ersten Durchführungen des Moduls zusammen. Die quantitative Vorher-Nachher-Erhebung zur Selbsteinschätzung digitaler Kompetenzen (Teilkompetenzen nach DigCompEdu, 2019) wurde bereits in einem anderen Beitrag ausführlich dargestellt (Derda, Lohse & Blömer, 2026). Im Fokus stehen hier die projektbegleitend erhobenen Reflexionen aus abschließenden Seminarsitzungen, anonymen Rückmeldungen (mentimeter) und den Projektberichten der Studierenden. Die qualitative Auswertung versteht sich als explorative Verdichtung wiederkehrender Themen und zentraler Erfahrungsdimensionen, nicht als vollumfängliche Inhaltsanalyse. Die kleinen Stichproben (N=9 vollständige Fragebögen; qualitative Berichte von 12 Studierenden) erlauben keine Allgemeingültigkeit, liefern jedoch Hinweise auf Entwicklungstendenzen und subjektiv wahrgenommene Lernerträge.

Die quantitative Auswertung der Selbsteinschätzungen der Studierenden zeigt über alle Skalen hinweg einen Anstieg digitaler Kompetenzen in der Lehrendenrolle, besonders im Bereich „Lehren“ (Beispielitem „Ich überlege sorgfältig, wie, wann und warum ich digitale Medien in Präsentationen, Vorträgen oder Lerngruppen einsetze, um sicherzustellen, dass sie genau den Effekt erzielen, den ich mir vorstelle (didaktisch sinnvoll)“), in dem sich die Studierenden im Durchschnitt am Ende des Moduls deutlich kompetenter einschätzen als zu Beginn (Derda, Lohse & Blömer, 2026). Auch fachbezogene digitale Kompetenzen (CAD/CAX, additive Fertigung, Sensorik/IoT, KI) entwickeln sich positiv. Die qualitativen Rückmeldungen bestätigen diesen Kompetenzzuwachs und betonen die lernwirksame Verknüpfung von Fachwissenschaft, Fachdidaktik und Praxis. Die Studierenden heben zudem die kreative Dimension der Unterrichtsplanung sowie den Mehrwert interdisziplinärer Teamarbeit hervor. Darüber hinaus geben sie an, ein vertieftes Verständnis für die Lerngruppenanalyse und die didaktische Reduktion gewonnen zu haben.

Die Hospitation an der kooperierenden Berufsschule wird als zentrales Lernmoment genannt, da sie authentische Einblicke in reale Unterrichtssituationen ermöglicht: „Ein besonderes Highlight des Moduls war die Hospitation an der Georg-Schlesinger-Schule. Die Beobachtung des Unterrichts und der Einsatz digitaler Tools [...] bot wertvolle Einblicke und Anregungen für meine eigene Lehrtätigkeit“ (WiSe24/25_CAX_VB). Ebenso prägend ist die eigenständige Planung und

Durchführung: „Insgesamt war die Möglichkeit, im Rahmen des Moduls einen eigenen Unterricht [zu] gestalten und durchzuführen, besonders lehrreich für mich und hat mir wichtige Einblicke in meinen zukünftigen Beruf als Berufsschullehrer gegeben“ (WiSe24/25_CAx_MT). Es wird betont, dass diese Erfahrungen die Motivation zur weiteren Professionalisierung gestärkt haben und zur Festigung der eigenen Berufswahl beitrugen.

Digitale Technologien werden als strukturierend erlebt: „Insbesondere die Nutzung digitaler Technologien erwies sich für mich als essentiell, um Unterricht effektiv zu planen, durchzuführen und zu evaluieren“ (WiSe24/25_CAx_VB).

Ingenieurstudierende heben den interdisziplinären Charakter des Moduls als „einzigartige Erfahrung“ hervor, der im regulären Ingenieurstudium selten realisiert wird, und betonen die hohe Relevanz: „In der Industrie dreht sich ein großer Teil des Arbeitsalltags um Wissensvermittlung [...]. Die im Modul erlernten Kompetenzen zur didaktischen Reduktion, zur strukturierten Planung und zur flexiblen Gestaltung von Lernprozessen werden es mir ermöglichen, in zukünftigen Schulungssituationen effektiver und zielgerichteter vorzugehen“ (SoSe25_3D). Die kontinuierliche Reflexion wird als nachhaltiger Impuls betont: „[...] wurde mir die Bedeutung einer ständigen Reflexion bewusst. Diese sorgt für stetige Weiterentwicklung und Verbesserung“ (SoSe25_3D).

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass das Modul sowohl zur Entwicklung digitaler Kompetenzen der Studierenden beiträgt als auch wesentliche Planungs- und Gestaltungskompetenzen anbahnt. Die Reflexion des eigenen Lernprozesses wird dabei als zentraler Gewinn hervorgehoben.

Die Erfahrungen im Projekt *D³@TU macht Schule* zeigen, dass Unterrichtsplanung, -durchführung und -reflexion als zusammenhängender professioneller Handlungszyklus bereits in der ersten Ausbildungsphase wirksam angebahnt werden können. Die enge Verzahnung von theoretischer Ausbildung, schulpraktischer Erprobung und systematischer Reflexion trägt nicht nur zur Entwicklung digitaler Kompetenzen im Sinne von DigCompEdu (2019) bei, sondern stärkt auch die Motivation und Professionalisierungsbereitschaft. Abschließend werden zentrale Gelingensbedingungen sowie Entwicklungsperspektiven für eine praxisintegrierte, digitalitätsbezogene Lehrkräftebildung formuliert.

6. Fazit, Gelingensbedingungen und Ausblick

Als zentrale Gelingensbedingung erweist sich zunächst die curriculare Verankerung des Moduls als verpflichtender Studienbestandteil. Sie schafft Verbindlichkeit, zeitliche Ressourcen und ermöglicht systematische Kompetenzentwicklung über punktuelle Projektformate hinaus. Damit wird die Förderung digitaler Kompetenzen nicht additiv, sondern strukturell in der Lehrkräftebildung verankert.

Ein weiterer Erfolgsfaktor ist die konsequente Verbindung von Fachwissenschaft, Fachdidaktik und schulischer Praxis als zusammenhängender professioneller

Handlungszyklus. Die Verknüpfung von didaktischer Reduktion fachwissenschaftlichen Inhalten, theoriegeleiteter Planung, Erprobung in realen Lehr-Lern-Arrangements und anschließender Reflexion wird von den Studierenden als lernwirksam wahrgenommen und unterstützt den Transfer theoretischer Konzepte in pädagogisches Handeln.

Besonders bedeutsam ist in diesem Zusammenhang die frühzeitige Praxisintegration mit realer Verantwortung. Die eigenständige Planung und Durchführung von Unterricht sowie die Hospitation an der kooperierenden Berufsschule ermöglichen authentische Unterrichtserfahrungen, die sowohl zur Entwicklung professioneller Handlungskompetenz als auch zur Stärkung der Studierendenbindung beitragen. Die Rückmeldungen zeigen, dass gerade diese frühen Praxiserfahrungen motivationsfördernd wirken und zur Festigung der Berufswahl beitragen.

Die stetige systematische Reflexion durchzieht das Modul als durchgängiges Prinzip über alle Phasen hinweg. Die Kombination aus angeleiteter Reflexion, videobasierten Analysen und kollektiver Auswertung fördert ein bewusstes, theoriegeleitetes Nachdenken über das eigene Unterrichtshandeln und den individuellen Lernprozess. Die Studierenden erleben Reflexion dabei als zentralen Faktor für kontinuierliche Weiterentwicklung.

Das interdisziplinäre Arbeiten zwischen Lehramts- und Ingenieursstudierenden eröffnet wechselseitige Lernprozesse, fördert Teamarbeit und unterstützt eine vertiefte inhaltliche Auseinandersetzung. Für Studierende der Ingenieursstudiengänge zeigt sich die Relevanz didaktischer Kompetenzen, Reflexionsfähigkeit und Erfahrungen in der Wissensvermittlung auch für spätere Berufsfelder in Industrie und Technik. Zugleich eröffnet das Modul damit Potenziale zur Studierendengewinnung für lehramtsbezogene Qualifizierungswege, etwa im Kontext von Q-Masterstudiengängen.

Digitalisierung fungiert im Modul schließlich doppelt: als Lerngegenstand beruflicher Zukunftsfelder und als didaktisch reflektiertes Werkzeug für Planung, Durchführung und Evaluation von Unterricht. Diese doppelte Perspektive trägt wesentlich zur Entwicklung digitaler Kompetenzen im Sinne von DigCompEdu (2019) bei. Die quantitativen Ergebnisse zur Selbsteinschätzung digitaler Kompetenzen stützen diese Einschätzung und zeigen positive Entwicklungen in den lehrbezogenen digitalen Teilkompetenzen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass das Modul *Future Class* einen deutlichen Mehrwert für eine zukunftsfähige Lehrkräftebildung bietet. Die enge Verzahnung von Theorie, Praxis und Reflexion, die interdisziplinäre Ausrichtung sowie der reflektierte Einsatz digitaler Technologien fördern nicht nur digitale Kompetenzen, sondern auch Motivation, Professionsentwicklung und Studierendenbindung.

Ausblickend ergeben sich mehrere Entwicklungsperspektiven. Eine Verstetigung und curriculare Verankerung des Moduls in weitere Studiengangsordnungen steht bevor; ebenso die nachhaltige Integration der digitalen Infrastruktur (PROSUMIO). Sinnvoll erscheint der Ausbau bestehender Kooperationen sowie die Einbindung weiterer Zukunftstechnologien und ingenieurwissenschaftlicher Fachgebiete, um die fachliche Breite und Aktualität des Moduls weiter zu stärken.

Über den konkreten Kontext hinaus bietet sich ein Transfer des Konzepts auf andere Fächer und Studiengänge, etwa im Bereich Arbeitslehre (Wirtschaft-Arbeit-Technik), an. Übertragbar ist dabei insbesondere das zugrunde liegende didaktische Prinzip, Unterrichtsplanung, -durchführung und -reflexion als zusammenhängenden professionellen Handlungszyklus frühzeitig anzubahnen und theoriegeleitet mit schulpraktischen Erfahrungen zu verzahnen.

Vor dem Hintergrund der digitalen Transformation beruflicher Bildung verdeutlicht das Modul exemplarisch, wie praxisintegrierte, digitalitätsbezogene Lehrformate bereits in der ersten Phase der Lehrkräftebildung zur Professionalisierung beitragen können. Sie ermöglichen es Studierenden, theoretisches Wissen handlungsorientiert zu erproben, digitale Technologien fachlich wie didaktisch reflektiert einzusetzen und ein professionelles Selbstverständnis im Spannungsfeld von Fachwissenschaft, Didaktik und Praxis zu entwickeln.

Literaturverzeichnis

- Bonnes, C., Wahl, J., & Lachner, A. (2022). Herausforderungen für die Lehrkräftefortbildung vor dem Hintergrund der digitalen Transformation – Perspektiven der Erwachsenen- und Weiterbildung. *Zeitschrift für Weiterbildungsforschung*, (1), S. 133–150.
- Derda, M., Lohse, C. & Blömer, L. (2026). Future Class: Zukunftstechnologien sinnvoll anwenden und vermitteln. In K. Hartwich, D. Heisler, P. Lippegaus, M. Schmökel, J. Schwede & C. Sommer (Hrsg.), *bwp@Spezial HT2025: Nachhaltig – Digital – Chancengerecht. Zukunftsszenarien von Arbeit, Bildung und Beruf* (S. 1–18).
https://www.bwpat.de/ht2025/derda_etal_ht2025.pdf
- DigCompEdu - Redecker, C. & Punie, Y. (Hrsg.) (2019). *Europäischer Rahmen für digitale Kompetenzen Lehrender*, Übersetzung: Goethe-Institut e.V.
- Döbeli Honegger, B. (2021). Covid-19 und die digitale Transformation in der Schweizer Lehrerinnen- und Lehrerbildung. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 39(3), S. 411-422. Online verfügbar unter
<https://beat.doebe.li/publications/2021-beat-doebeli-honegger-bzl.pdf>
 [29.04.2026]
- Gerholz, K.-H., Schlottmann, P., Slepcevic-Zach, P., Stock, M. (Hrsg.) (2022). *Digital Literacy in der beruflichen Lehrer:innenbildung*. Didaktik, Empirie und

- Innovation. Bielefeld: wbv Publikation, 295 S., *Berufsbildung, Arbeit und Innovation*; 68. DOI: 10.25656/01:30019; 10.3278/9783763973019
- Gesellschaft für Informatik (GI) (Hrsg.) (2016). Dagstuhl-Erklärung. Bildung in der digitalen vernetzten Welt. Positionspapier. Online verfügbar unter https://gi.de/fileadmin/GI/Hauptseite/Themen/Dagstuhl-Erklärung_2016-03-23.pdf [26.01.2026]
- Hascher, T. (2012). Forschung zur Bedeutung von Schul- und Unterrichtspraktika in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 30(1), S. 87-98. DOI: 10.25656/01:13805
- KMK - Kultusministerkonferenz (2021a). Handreichung für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der Kultusministerkonferenz für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule und ihre Abstimmung mit Ausbildungsordnungen des Bundes für anerkannte Ausbildungsberufe. Berlin. Online verfügbar unter https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2021/2021_06_17-GEP-Handreichung.pdf [15.01.2026]
- KMK - Kultusministerkonferenz (2021b). Lehren und Lernen in der digitalen Welt. Die ergänzenden Empfehlungen zur Strategie „Bildung in der digitalen Welt“. https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2021/2021_12_09-Lehren-und-Lernen-Digi.pdf [15.01.2026]
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1). <https://citejournal.org/volume-9/issue-1-09/general/what-is-technological-pedagogicalcontent-knowledge> [16.01.2026]
- Korthagen, F. A. J. (2010). How teacher education can make a difference. *Journal of Education for Teaching*, 36(4), S. 407–423. <https://doi.org/10.1080/02607476.2010.513854>
- Krammer, K., Reusser, K. (2005). Unterrichtsvideos als Medium der Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 23 (1), S. 35–50, DOI: 10.25656/01:13561
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technologisches pädagogisches Inhaltswissen: Ein Rahmenkonzept für Lehrerwissen. *Teachers College Record*, 108 (6), S. 1017–1054.
- PROSUMIO <https://prosumio.de/> vertreten durch den Geschäftsführer Johannes Vollbehr
- Romeike, R. & Döbeli Honegger, B. (2020). 1001 Fragen zu Digitalisierung und Fachdidaktik. Hauptvortrag von Ralf Romeike und Beat Döbeli Honegger an der Jahrestagung der Gesellschaft für Fachdidaktik (GFD) Regensburg, bzw. Internet, 23.09.2020, <https://beat.doebe.li/talks/gfd20/index.html> [16.01.2026]

- Schmid, M., & Petko, D. (2020). «Technological Pedagogical Content Knowledge» als Leitmodell medienpädagogischer Kompetenz. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, 17 (Jahrbuch Medienpädagogik), S. 121–140.
<https://doi.org/10.21240/mpaed/jb17/2020.04.28.X> [29.01.2026]
- Staub, F., & Kreis, A. (2016). Leitfragen zur Planung und Reflexion von Unterricht [Handreichung]. Institut für Erziehungswissenschaft, Abteilung Lehrerinnen- und Lehrerbildung Maturitätsschulen, Universität Zürich.
https://www.ife.uzh.ch/dam/jcr:42628672-6d2b-4f23-8a91-2891164e5b3d/leitfragen-planung+reflexion_2016.pdf [15.01.2026]
- Stifterverband (o.J.). Berufsschul-Digi-Teams.
<https://www.stifterverband.org/berufsschul-digi-teams> [15.01.2026]
- Stiftung Bildungspakt Bayern. (2020). ProfiLe – Leitfaden für die Praxis.
https://bildungspakt-bayern.de/downloads/ProfiLe_Leitfaden_fuer_die_Praxis.pdf [23.01.2026]
- Windelband, L. (2025). Rolle der Digitalisierung für die Veränderungen in der Berufsbildung bis hin zur Neugestaltung von Lehr-Lern-Prozessen. In: *berufsbildung*, H. 206, 79. Jg., 2/2025. Bielefeld: wbv, S. 29-31.

Derda, Mareen

Dr., Geschäftsführung der School of Education der Technischen Universität Berlin

Blömer, Laurenz

Produkt/App-Entwicklung, PROSUMIO UG (haftungsbeschränkt)