

PATRICK BALVE (Hochschule Heilbronn)

LENA EBERT (Evangelische Hochschule Ludwigsburg)

**Kompetenzen für den Ingenieursberuf – eine Absolvierendenstudie
zur Wirksamkeit von problem- und projektbasierten Lehrformaten**

Herausgeber

BERND ZINN

RALF TENBERG

DANIEL PITTICH

Journal of Technical Education (JOTED)

ISSN 2198-0306

Online unter: <http://www.journal-of-technical-education.de>

PATRICK BALVE / LENA EBERT

Kompetenzen für den Ingenieursberuf – eine Absolvierendenstudie zur Wirksamkeit von problem- und projektbasierten Lehrformaten

ZUSAMMENFASSUNG: Im Rahmen einer Onlinebefragung unter bereits berufstätigen Bachelorabsolventinnen und -absolventen von drei ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen der Hochschule Heilbronn wurde erhoben, welche Kompetenzanforderungen in der Berufspraxis relevant sind und welche dieser Anforderungen durch drei unterschiedliche problem- und projektbasierte Lehrformate besonders gefördert werden. Die Antworten auf die Frage der berufsrelevanten Anforderungen bekräftigt zunächst die hohe Bedeutung der Methoden- und Selbstkompetenzen, die im Durchschnitt als wichtiger eingeschätzt werden, als Fach- und Sozialkompetenzen. Ferner zeigt sich in der Untersuchung, dass in allen drei Lehrformaten in erster Linie Methodenkompetenzen gestärkt werden. An zweiter Stelle stehen Fach- und anschließend Selbstkompetenzen.

Schlüsselwörter: Kompetenzentwicklung, problem- und projektbasierte Lehre, PBL, Absolvierendenstudie

Competences for the engineering profession - a graduate study on the effectiveness of problem- and project-based teaching formats

ABSTRACT: As a part of an online survey, data was gathered from already employed Bachelor graduates of three engineering programs at Heilbronn University of Applied Sciences. It was determined which competence requirements are relevant in professional practice and which of these requirements are particularly promoted by the use of three different problem- and project-based teaching formats (PBL). The answers to the question of job-relevant requirements initially confirm the great importance of methodological and self-competences. They are, on average, regarded as more important than professional and social competences. The study also shows that in all three scrutinized PBL teaching formats it is primarily the methodological competences that are strengthened. Professional competences come second followed by self-competences.

Keywords: Competence development, problem-based and project-oriented learning, PBL, graduate survey

1 Kompetenzerwartungen an Ingenieursabsolvierende

Die beruflichen Anforderungen an den Ingenieursberuf sind in den letzten zwei Jahrzehnten deutlich vielfältiger und komplexer geworden. Nicht zuletzt durch das Zusammenwachsen der globalen Märkte sowie durch die zunehmende Digitalisierung („Industrie 4.0“) arbeiten Ingenieurinnen und Ingenieure an verschiedenen Schnittstellen und mit unterschiedlichsten Technologien (vgl. Winde & Schröder 2016). Vor diesem Hintergrund gewinnen sogenannte Schlüsselkompetenzen immer mehr an Bedeutung, auch und besonders im Rahmen der Ausbildung von Ingenieuren. Die aktuelle Trendanalyse „Future Skills“ zur Zukunft der Arbeitswelt (vgl. Winde & Schröder 2016) zeigt beispielsweise, dass die überwiegende Mehrheit der Unternehmensvertreter eine Bedeutungszunahme von interdisziplinären Kompetenzen erwartet. Diese Trendanalyse zeigt auch, dass neben den verschiedenen technologischen und digitalen Kompetenzen auch klassische Kompetenzen wie Problemlösung und Kreativität weiter an Bedeutung gewinnen werden (Kirchherr et al. 2018).

Wie die Kompetenzerwartungen der Wirtschaft an sich bewerbende Personen mit ingenieurwissenschaftlichem Hintergrund aussehen, wurde in verschiedenen Studien bereits im Detail erhoben. Trotz methodischer Unterschiede zwischen den Studien zeichnet sich auch hier das eindeutige Bild ab, dass gerade im Bereich des Bachelorabschlusses überfachliche Kompetenzen besonders wichtig sind und sogar die Bedeutung von spezialisiertem Fachwissen, methodischen Kompetenzen und Grundlagenfachwissen (in dieser Reihenfolge) noch übertreffen. Dies zeigt zunächst eine Unternehmensumfrage des Stifterverbands für die Deutsche Wissenschaft in Kooperation mit McKinsey (vgl. Winde & Schröder 2016); aber auch die Ergebnisse einer Untersuchung des DIHK bestätigen, dass die wichtigsten Kompetenzanforderungen an Personen mit Bachelorabschluss Teamfähigkeit, selbstständiges Arbeiten, Einsatzbereitschaft und Kommunikationsfähigkeit sind; auf Masterebene legen die Unternehmen hingegen größeren Wert auf fachliche und persönliche Kompetenzen (vgl. Heikaus & Flasdick 2015). Diese Ergebnisse sind grundsätzlich auch auf Ingenieursabsolvierende übertragbar. So wünschen sich Unternehmensvertreter aus dem Bereich des Elektroingenieurwesens von ihren zukünftigen Mitarbeitenden zusätzliche Kenntnisse im Projektmanagement, wirtschaftliches Hintergrundwissen, wie auch Teamfähigkeit und Präsentationskompetenzen (vgl. Becker 2016).

2 Kompetenzentwicklung durch problem- und projektbasierte Lehre

Auf die eingangs angeführten Kompetenzerwartungen in geeigneter Weise hinzuwirken, ist nun Aufgabe der akademischen Einrichtungen wie Universitäten, Fachhochschulen bzw. Hochschulen für Angewandte Wissenschaften und Dualen Hochschulen. Insbesondere fordert die vor zwei Jahrzehnten unter dem Begriff des Bologna-Prozesses initiierte, europäische Studienreform das Erreichen der sogenannten Beschäftigungsfähigkeit (Employability) bereits nach sechs oder sieben Semestern des Bachelorstudiums (AK DQR 2011; HRK 2014). Einen wichtigen Beitrag zur Lösung dieser vielschichtigen Herausforderung leisten innovative Lehr- und Veranstaltungsformate jenseits der klassischen Frontalvorlesung. Speziell im Bereich der Ingenieurwissenschaften werden in dieser Hinsicht gute Erfahrungen mit aktivierenden und studierenden-zentrierten Formaten gesammelt, die sich vor allen Dingen an praktischen Aufgabenstellungen der späteren Absolventinnen und Absolventen orientieren. Konkrete Konzepte, die auch im vorliegenden Beitrag untersucht werden, sind die Projektmethode sowie der Ansatz des Problem-based Learning (Frey 2012; Weber 2007; Junge 2009; Kolmos & Graaff 2014).

Wichtigste Gemeinsamkeiten beider Konzepte sind „das Fehlen von Vorlesungen und das Vertrauen auf die Motivation von Studierenden, zu entdecken und zu verstehen“ (Rummler 2012). In beiden Fällen wird eine dem zukünftigen Berufskontext entnommene, praktische Problem- oder Aufgabenstellung den Studierenden präsentiert. Deren Lösung wird durch eigene Aktivitäten der Studierenden im Rahmen von Gruppen- oder Teamarbeit in einem definierten zeitlichen Rahmen erwartet. In beiden Fällen erfolgt eine Betreuung durch Dozierende, deren Fokus allerdings weniger fachlich-inhaltlicher Natur ist, sondern primär auf der Moderation des durch die Studierenden getragenen Lösungs- und Lernprozesses liegt.

Problem-based Learning sowie die Projektmethode weisen in der praktischen Anwendung zwar viele ähnliche Elemente auf, in ihrer jeweiligen Reinform gibt es jedoch Unterschiede (Rummler 2012; Kolmos & Graaf 2014). Problembasierte Lehrformate legen ein stärkeres Gewicht auf den explorativen Prozess der Wissensaneignung durch die Studierenden im Gesamtkontext der zu erforschenden Problematik; sie eignen sich daher auch gut zum kontinuierlichen Einsatz während des gesamten Studienverlaufs (Kolmos, Grogh & Fink 2004). Ein weiteres Merkmal des problembasierten Ansatzes ist die hohe Bedeutung, die der Reflexion des Lern- sowie des Gruppenprozesses beigemessen wird. Grundsätzlich lassen sich sogar komplette Curricula auf dem problembasierten Ansatz aufbauen (Servant-Miklos 2019; Perrenet, Bouhuijs & Smits 2000; Kolmos, Krogh & Fink 2004). Projektbasierte Lehr- und Lernformate hingegen legen zunächst ihr Augenmerk auf die Anwendung vorab vermittelter Theorien zur konkreten Lösung einer komplexen und praxisnahen Aufgabenstellung, z. B. in Form der Erstellung eines Produktentwurfs oder eines Fertigungsablaufs (Junge 2009; Prince & Felder 2006). Gerade bei projektbasierten Formaten findet in der Regel auch eine mehr oder weniger explizite Kompetenzentwicklung im Projektmanagement statt, wobei die sonstigen Fachinhalte vielfältiger Natur sein können (Feldmüller & Weidenauer 2015; Stöhler, Förster & Brehm 2018). Insbesondere bei der ingenieurwissenschaftlichen Ausbildung im Produktionsumfeld haben sich in den letzten Jahren auch hochschulinterne Lernfabriken etabliert, durch die jeweils sehr spezifischen Kompetenzziele in einem industrienahten Kontext projektorientiert erreicht werden (Abele 2016; Abele, Metternich & Tisch 2019).

In der praktischen Anwendung im Rahmen der ingenieurwissenschaftlichen Ausbildung wird auf Elemente aus beiden Konzepten mit unterschiedlicher Schwerpunktsetzung zurückgegriffen. Dies ist auch für die im Folgenden vorgestellten und untersuchten drei Lehrformate an der Hochschule Heilbronn der Fall. Dessen ungeachtet wird angestrebt, die von den Unternehmen als besonders relevant eingestuften Schlüsselkompetenzen von Bachelorabsolventinnen und -absolventen wie Kommunikations-, Kooperations- und Problemlösungsfähigkeit in Verbindung mit der Fähigkeit, sich schnell in neue Fachgebiete einzuarbeiten und vorhandenes Wissen auf neue Probleme anzuwenden (vgl. Briedis, Heine & Konegen-Grenier 2011), in besonderer Weise zu fördern.

3 Ausgewählte Lehrformate in drei ingenieurwissenschaftlichen Bachelorstudiengängen

An der Fakultät für Technische Prozesse der Hochschule Heilbronn werden in drei Bachelorstudiengängen Studierende mit unterschiedlichen Schwerpunkten ausgebildet. Zwei Studiengänge davon – „Produktion und Prozessmanagement“ sowie „Technisches Logistikmanagement“ – folgen dem Gedanken einer Ausbildung an der Schnittstelle zwischen Technik und Wirtschaft unter besonderer Berücksichtigung des Faktors Mensch. Im dritten Studiengang – „Verfahrens- und Umwelttechnik“ – liegt der Schwerpunkt stärker auf naturwissenschaftlichen Grundlagen. Dem Selbstverständnis von Hochschulen für Angewandte Wissenschaften bzw. Fachhochschulen entsprechend wird in allen drei Studiengängen großer Wert auf praktische Erfahrungen in Verbindung

mit wissenschaftlich fundierter Lehre gelegt. In den folgenden Abschnitten werden die untersuchten drei problem- und projektbasierten Lehrformate und ihre curriculare Einbettung in den jeweiligen Bachelorstudiengang einzeln vorgestellt.¹ Einen Überblick der wesentlichen Veranstaltungsmerkmale zeigt Tab. 1.

Tab. 1: Ausgewählte Merkmale der untersuchten Lehrformate

	Anlagenplanung im Studiengang Verfahrens- und Umwelttechnik (VU)	Veränderungsmanagement im Studiengang Technisches Logistikmanagement (TLM)	Lernfabrik jumpING im Studiengang Produktion und Prozessmanagement (PPM)
Projektaufgabe	Projektieren und Auslegen einer verfahrenstechnischen Anlage	Lösen einer praktischen Verbesserungsaufgabe in der Intralogistik in verschiedenen Partnerunternehmen	Entwickeln eines technischen Produkts mit anschließender Kleinserienfertigung in einem realen Produktionsumfeld
Arbeitspensum und Vorlesungsanteil	8 ECTS (200 Std.) verteilt über 10 Wochen mit vorangehenden 3 Wochen Vorlesung	14 ECTS (350 Std.) verteilt über 13 Wochen mit vorangehenden 1,5 Wochen Blockvorlesung	16 ECTS (400 Std.) reine Projektarbeit ohne Vorlesungen verteilt über 15 Wochen
Veranstaltungsort	Vorlesungsräume an der Hochschule	1-2 Tage pro Woche in den Partnerunternehmen, ergänzt um Teamarbeit an der Hochschule	Rund 2,5 Tage pro Woche in den Räumlichkeiten der Lernfabrik, externe 2-tägige Auftaktveranstaltung
Teamorganisation und -größe	5-6 selbstorganisierte Teams mit jeweils 4-5 Studierenden	6-8 selbstorganisierte Teams mit jeweils 2-4 Studierenden	5-7 selbstorganisierte, funktional spezialisierte und untereinander vernetzte Teilprojektteams mit 2-5 Studierenden
Bewertung der Studienleistungen	Fachbezogene Präsentations- und Schreibkompetenz auf 3 Zeitpunkte verteilt; teambezogene Benotung	Fachbezogene Präsentations- und Schreibkompetenz, vorangehende Klausur; Einzelnoten	Fachbezogene Präsentations- und Schreibkompetenz; Noten auf Einzel-, Team- und Gesamtgruppenebene
Weitere Möglichkeiten für Gruppenarbeit und Präsentationen	16-20 ECTS: Gruppenarbeit im Rahmen von Laborübungen vom 2.-4. Semester, zusätzlich im Rahmen von Wahlfächern 4 ECTS: Präsentation nach der Praxisphase im 5. Semester	44 ECTS: Gruppenarbeit und Präsentationen über alle Semester hinweg 6 ECTS: Präsentationen nach der Praxisphase im 5. Semester sowie im Rahmen der Bachelorthesis	16 ECTS: Gruppenarbeit im Rahmen von Laborübungen im 2., 4. und 7. Semester 6 ECTS: Präsentationen nach der Praxisphase im 5. Semester sowie im Rahmen der Bachelorthesis

Alle drei Studiengänge umfassen sieben Semester und sind so gegliedert, dass in den ersten zwei Semestern die erforderlichen ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen gelegt werden. Im Rahmen des Hauptstudiums im dritten und vierten Semester erfolgt die studiengangsspezifische Vermittlung von Fachwissen. Das fünfte Semester ist als Praxisphase in der Industrie ausgelegt. In den zwei letzten Semestern können die Studierenden in unterschiedlicher Form ihre fachliche Vertiefung ausgestalten. Um über genügend Fachkompetenz zur Lösung anspruchsvoller, komplexer Aufgabenstellungen zu verfügen – gleichzeitig aber eine Konkurrenzsituation zur abschließenden Bachelorthesis zu umgehen – sind alle drei untersuchten problem- und projektbasierten Lehrformate im sechsten Semester angesiedelt.

¹ Die für die Befragungsteilnehmer zum Zeitpunkt der Einschreibung (2011-2013) relevanten Studien- und Prüfungsordnungen (SPO) wurden in der Zwischenzeit von überarbeiteten Curricula abgelöst. Die aus Untersuchungssicht relevanten Strukturmerkmale der drei Lehrformate sowie insgesamt die Ausrichtung der Studiengänge haben dabei jedoch keine nennenswerte Änderung erfahren.

3.1 Anlagenplanung im Studiengang „Verfahrens- und Umwelttechnik“

Der Studiengang „Verfahrens- und Umwelttechnik“ (VU, HHN 2014) richtet sich an Studierende mit Interesse an physikalischen, chemischen und biologischen Stoffumwandlungsvorgängen unter besonderer Berücksichtigung von Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit. Nach Erbringen aller erforderlichen Studienleistungen wird der Grad des „Bachelor of Science“ (B.Sc.) verliehen. Um insbesondere in den Bereichen Simulationstechnik, Verfahrenstechnik, Mess- und Regelungstechnik, Reaktionstechnik sowie der instrumentellen Analytik die erforderlichen praktischen Fähigkeiten auszubilden, finden vor allem im Hauptstudium viele Veranstaltungen im Laborumfeld statt.

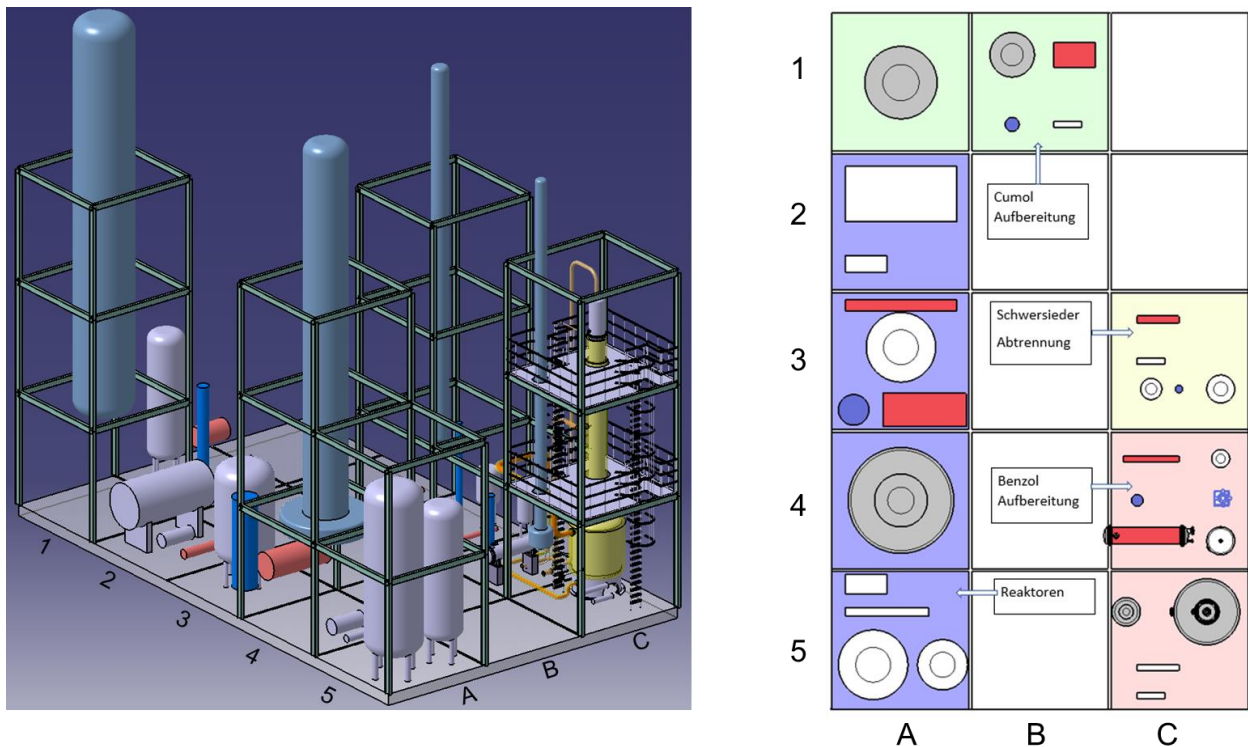


Abb. 1: Beispiel für einen Anlagenaufstellungsplan im Rahmen der Projektierung.

Wer sich im Rahmen des Vertiefungsstudiums für die Ausrichtung „Energieverfahrenstechnik“ entscheidet, absolviert das hier im Fokus stehende Modul Anlagenplanung mit insgesamt 8 ECTS. Die Aufgabenstellung besteht darin, in Teamarbeit eine komplette verfahrenstechnische Anlage zu projektieren (vgl. Abb. 1) und das Gesamtkonzept auch unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten einem fiktiven Kunden gegenüber zu vertreten. Ein Beispiel für eine Projektaufgabe ist die Konzeption und der Aufbau einer Anlage zur Ammoniakrückgewinnung. Zur Bearbeitung erforderliches Spezialwissen, das im bisherigen Studienverlauf noch nicht vermittelt wurde, ist Gegenstand von Blockveranstaltungen in den ersten drei Vorlesungswochen.

Die Studierenden erhalten im Modul Anlagenplanung eine herausfordernde Aufgabenstellung, die unter Berücksichtigung praxisnaher Anforderungen in kleinen, selbstorganisierten Teams mit großer Selbstständigkeit und unter wöchentlicher fachlicher Betreuung gelöst wird. Während des zehnwöchigen Projekts werden zu drei Zeitpunkten Präsentationen gehalten und Projektberichte eingereicht; dabei sind alle Mitglieder eines Teams für die Inhalte und die Präsentationsleistung gemeinsam verantwortlich und erhalten daher in der Regel auch dieselbe Note.

3.2 Veränderungsmanagement im Studiengang „Technisches Logistikmanagement“

Der Studiengang „Technisches Logistikmanagement“ (TLM, HHN 2012) bereitet auf einen beruflichen Einsatz im Feld der Intralogistik vor. Hierzu werden natur- und ingenieurwissenschaftliche Kenntnisse zusammen mit betriebswirtschaftlichen und informationstechnischen Fächern in einem integrierten Ansatz vermittelt. Am Ende des Studiums wird der akademische Grad „Bachelor of Engineering“ (B.Eng.) verliehen.

In TLM wird großer Wert darauf gelegt, dass die Studierenden bereits im Grund- und Hauptstudium zahlreiche Möglichkeiten zur Gruppenarbeit erhalten und in diesem Rahmen ihre Kommunikationskompetenz durch fachbezogene Präsentationen einüben. Diese Vorerfahrungen fließen dann im sechsten Semester in die 14-ECTS-Veranstaltung Veränderungsmanagement ein. Hier haben die studentischen Teams eine konkrete betriebliche Problematik aus dem Bereich der Intralogistik zu lösen. Die Aufgabenstellungen sowie die zugrunde liegenden Daten werden von Partnerunternehmen zu Verfügung gestellt. Jedes Team erhält eine eigene Fragestellung zugeteilt. Beispiele für typische Projektaufgaben sind: innerbetriebliche Materialflussanalyse, Optimierung von Arbeitsplätzen im Versandlager, Ausplanung und Inbetriebnahme eines Außenlagers oder der innovative Einsatz von RFID-Technologien.

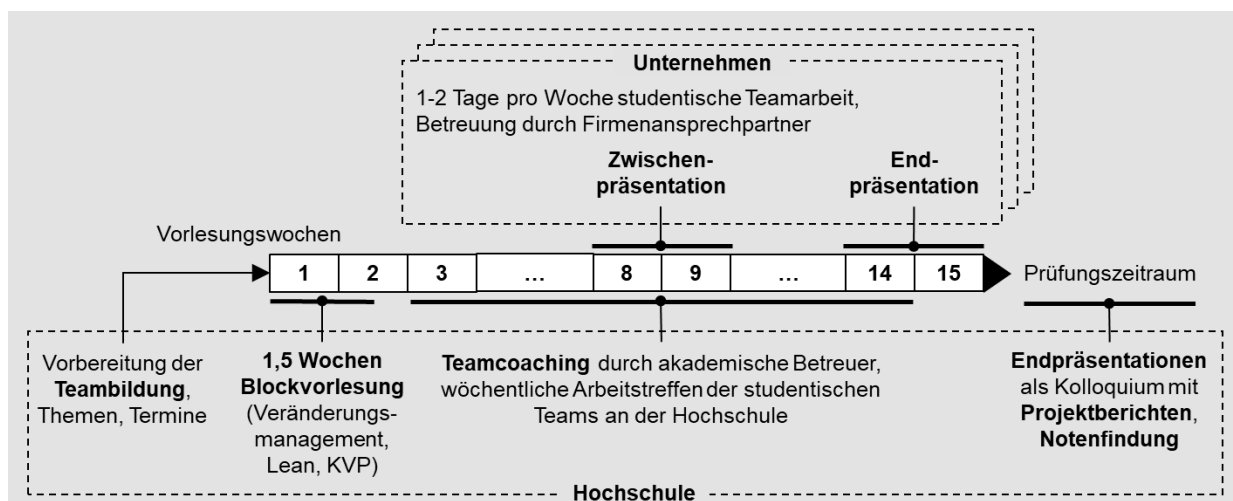


Abb. 2: Einbettung des Moduls Veränderungsmanagement in den Semesterverlauf.

Im Rahmen der Aufgabenanalyse werden erforderliche Daten und Informationen direkt in den Partnerunternehmen erhoben und mit den Mitarbeitenden und Vorgesetzten besprochen. Weitere Gründe für Vor-Ort-Besuche sind die alle zwei Wochen stattfindenden Zwischenbesprechungen zum Projektfortschritt. Konzeptionelle Arbeiten hingegen finden auch in den Räumlichkeiten der Hochschule statt. Die individuelle Abschlussnote eines oder einer Studierenden in diesem Modul setzt sich zusammen aus der Bewertung des Projektabschlussberichts, der Abschlusspräsentation sowie einer Note für die Projektdurchführung.

Der praktischen Arbeit an den Firmenprojekten geht ein anderthalbwöchiger Vorlesungsblock voraus, in dem die erforderlichen Grundlagen der Projektarbeit aufgefrischt und um konkrete Analyse- und Problemlösungsmethoden – insbesondere aus den Bereichen Lean Manufacturing und Lean Logistics – angereichert werden. Die studentischen Teams müssen im weiteren Verlauf des Semesters drei Präsentationen halten und zusätzlich zum Projektende einen schriftlichen Bericht einreichen (vgl. Abb. 2).

3.3 Lernfabrik im Studiengang „Produktion und Prozessmanagement“

Der Studiengang „Produktion und Prozessmanagement“ (PPM, HHN 2013) fokussiert zunächst auf die Ausbildung von Produktionsingenieurinnen und -ingenieuren, beschränkt sich aber nicht auf die dazu erforderlichen technischen Kompetenzen. Um auf eine zukünftige Tätigkeit an der Schnittstelle zwischen Technik und Wirtschaft vorzubereiten, sind zahlreiche Vorlesungen aus angrenzenden Themenfeldern wie Qualitäts- und Produktionsmanagement, IT- und Datenbanksysteme, Kosten- und Leistungsrechnung sowie Projektmanagement Bestandteile des Curriculums. Am Ende des Studiums wird der akademische Grad des „Bachelor of Engineering“ (B.Eng.) verliehen.

Die Lernfabrik mit ihrer Lehrveranstaltung *jumpING* ermöglicht es den Studierenden, ausgehend von einer realitätsnahen Produktentwicklungsaufgabe, den Produktentstehungsprozess projektorientiert und arbeitsteilig in einem authentischen industriellen Umfeld ganzheitlich nachzubilden. Hierzu stehen 570 m² zusammenhängende Fertigungsfläche und zusätzliche 230 m² an studentischen Arbeitsbereichen und PC-Räumen zu Verfügung. Beispiele für typische Projektaufgaben sind: ein Mendocino-Motor, ein Rennkatamaran mit Pulsarmotor („Knatterboot“) sowie verschiedene mechatronische Erzeugnisse (siehe auch: www.hs-heilbronn.de/lernfabrik).

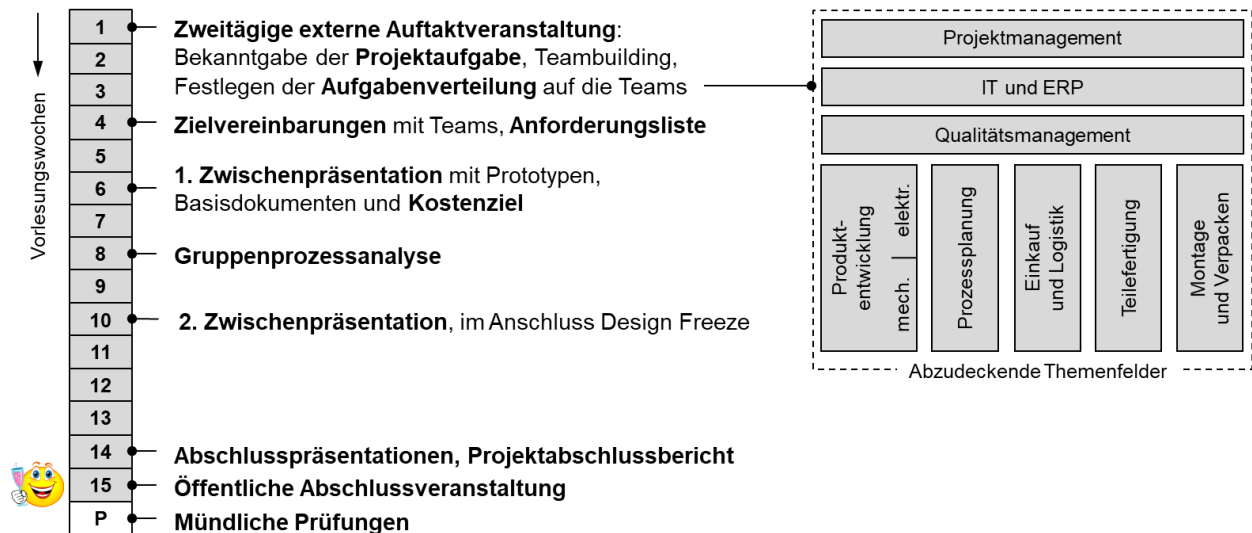


Abb. 3: Standardisierter Semesterablauf des Lehrformats *jumpING*.

Ähnlich wie auch in den anderen geschilderten Formaten basiert der Semesterablauf in der Veranstaltung *jumpING* auf einer standardisierten Zeitleiste (Abb. 3): In der ersten Projektwoche entscheiden sich die Studierenden für eine fachliche Ausrichtung wie bspw. Produktentwicklung, Fertigung, Qualitäts- oder Projektmanagement. Ein wichtiger Ankerpunkt im Semesterverlauf ist die ersten Zwischenpräsentation, bei der den Betreuenden Lösungskonzepte und Prototypen so präsentiert werden, dass eine Entscheidung für die umzusetzende Konzeptalternative gefällt werden kann. Mit dem Ziel, die sozialen Prozesse zu reflektieren und, falls erforderlich, korrigierend eingreifen zu können, wird in der Mitte des Projektzeitraums von jedem studentischen Team eine Gruppenprozessanalyse durchgeführt. Am Ende des Semesters findet eine öffentliche Abschlussveranstaltung statt, zu der Partner aus der Industrie sowie den Fachverbänden und auch Schulklassen eingeladen werden. Ergänzend zu den schriftlichen Projektabschlussberichten erfolgen mündliche Prüfungen. Jeder und jede Studierende hat zum Semesterende fünf Notenbestandteile erhalten, die differenziert auf Einzel-, Team- und Gesamtgruppenebene vergeben werden.

4 Absolvierendenstudie zu Kompetenzanforderungen und -erwerb

Die gemeinsame Zielsetzung der drei vorgestellten problembasierten Lehrveranstaltungen ist offensichtlich: die Studierenden sollen in einem geschützten Umfeld möglichst praxisnahe und realistische Erfahrungen sammeln und somit individuelle Lösungsstrategien für die jeweiligen Herausforderungen ihrer kurz bevorstehenden Berufstätigkeit entwickeln. Alle drei Lehrveranstaltungen basieren auf Teamarbeit: die Studierenden müssen zur Lösung der gestellten Aufgabe ihr Fachwissen einsetzen und darüber hinaus in einer ausgeprägten kooperativen Haltung mit ihren Kommilitonen zusammenarbeiten. Der besondere Mehrwert dieser Lehrformate liegt darin, dass die Studierenden die Möglichkeit haben, sich in Kompetenzbereichen weiterzuentwickeln, die über die reine Fachkompetenz hinausgehen. Durch intensive Teamarbeit und durch die komplexe Aufgabenstellung, zu deren Lösung vielfältige Methoden eingesetzt werden müssen und ein hohes Maß an Selbstorganisation notwendig ist, wird die Entwicklung von sozialen, personalen sowie Methodenkompetenzen angestrebt und gefördert.

Inwiefern diese Kompetenzentwicklung innerhalb der drei Bachelorstudiengänge der Fakultät für Technische Prozesse und speziell innerhalb der drei vorgestellten Lehrformate tatsächlich erfolgt und ob die gestärkten Kompetenzen auch diejenigen sind, die in der Berufspraxis der Bachelorabsolventinnen und -absolventen benötigt werden, wurde im Rahmen des Forschungsprojekts „Wissenschaft lehren und lernen – WILLE“ untersucht.

4.1 Fragestellungen und methodisches Vorgehen

Die Ausgangsfragestellung des Projekts war, ob an der Fakultät für Technische Prozesse die Studierenden optimal auf ihren Berufseinstieg vorbereitet werden. Hierfür war zunächst von Interesse, welche Kompetenzkombinationen von den Absolventinnen und Absolventen in ihrer angehenden Berufspraxis erwartet werden. Die zweite wichtige Frage war, ob die erwarteten Kompetenzen im Rahmen des Studiums auch in einem zufrieden stellenden Umfang entwickelt werden konnten. In diesem Zuge sollte auch untersucht werden, ob bei der Kompetenzentwicklung Unterschiede zwischen den verschiedenen Studiengängen identifiziert werden können, die möglicherweise auf die oben dargestellten Unterschiede der problembasierten Lehrformate zurückzuführen sind. Drittens galt es einzuschätzen, in welchem Umfang das gewählte didaktische Konzept die angestrebte Entwicklung überfachliche Kompetenzen fördert. Die drei Forschungsfragen lauteten somit:

1. Welche Kompetenzen benötigen Absolventinnen und Absolventen ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge in ihrer beruflichen Einstiegsposition?
2. Inwieweit werden die in der Praxis benötigten Kompetenzen im Studium gestärkt?
3. Inwieweit tragen problem- und projektbasierte Lehrveranstaltungen zur Stärkung von überfachlichen Kompetenzen bei?

All diese Fragen lassen sich idealerweise von ehemaligen Studierenden beantworten, die bereits im Berufsleben stehen. Allerdings sollte zum Zeitpunkt der Befragung der Studienabschluss nicht zu lange zurück liegen, damit die Erinnerung an das Studium noch präsent ist. Um ein möglichst breites Bild hinsichtlich der geforderten Kompetenzen zu bekommen, sollte eine größere Anzahl an Alumni befragt werden. Daher fiel die Entscheidung zugunsten einer quantitativen Erhebung, die als Onlinebefragung durchgeführt werden sollte, damit möglichst viele der inzwischen berufstätigen und damit zeitlich eher wenig flexiblen Absolventinnen und Absolventen erreicht werden konnten.

Die Grundgesamtheit der Befragung bestand aus Absolvierenden der drei oben dargestellten Studiengänge, die mindestens drei Monate und längstens zweieinhalb Jahre vor der Befragung ihren Bachelorabschluss an der Hochschule Heilbronn erworben hatten. Da die Erhebung im Frühjahr 2018 stattfand, umfasste dies die Absolvierendenjahrgänge 2015 bis 2017. Die Einladungen erfolgten per E-Mail; zusätzlich wurde über die Social-Media-Kanäle der Hochschule und der Studiengänge auf die Untersuchung aufmerksam gemacht. Die Onlinebefragung war 17 Tage im Feld, und um die Rücklaufquote zu erhöhen, wurden als Anreiz für die Teilnahme im Anschluss an die Befragung unter allen Teilnehmenden drei Online-Einkaufsgutscheine verlost.

4.2 Kompetenzmodell und Erhebungsinstrument

Das Herzstück der Absolvierendenstudie und somit auch zentraler Bestandteil des hierfür entwickelten Fragebogens ist die Erfassung von Kompetenzen. Das zuvor geschilderte methodische Vorgehen schränkt die Möglichkeiten der Kompetenzmessung etwas ein, da im Rahmen einer Onlinebefragung qualitative Kompetenzmessmethoden nicht anwendbar sind. Daher sollte die Kompetenzmessung mithilfe bereits bestehender Instrumente durchgeführt werden, beziehungsweise zumindest daran angelehnt werden.

Die Literaturrecherche zeigte, dass viele unterschiedliche Kompetenzmodelle existieren, die sich nur an manchen Stellen überschneiden. Daher war es notwendig, eigens für diese Studie ein Kompetenzmodell zu entwickeln. Ausgehen sollte dieses zum einen von der für die akademische Lehre grundlegenden Kompetenzdefinition für den Deutschen Qualifikationsrahmen (DQR). Hier wird Kompetenz bezeichnet als „die Fähigkeit und Bereitschaft des Einzelnen, Kenntnisse und Fertigkeiten sowie persönliche, soziale und methodische Fähigkeiten zu nutzen und sich durchdacht sowie individuell und sozial verantwortlich zu verhalten. Kompetenz wird in diesem Sinne als umfassende Handlungskompetenz verstanden“ (Funk 2011, S. 8). Darüber hinaus sollte das neue Kompetenzmodell auch anschlussfähig an etablierte Absolvierendenstudien wie die HIS-Studie des DZHW (vgl. Schaeper & Briedis 2004, Briedis et al. 2011) und die INCHER-Absolvierendenstudie (vgl. INCHER 2016) sein, da die hier verwendeten Items hinreichend gut getestet sind. Ebenfalls galt es, das hausinterne Kompetenzmodell, das im Rahmen der regelmäßigen Evaluation des Lehrformats jumpING (Lernfabrik) schon seit vielen Jahren im Einsatz ist, und das auf der Kompetenzdefinition von Erpenbeck und Rosenstiel (2003) basiert, soweit wie möglich zu integrieren. Dort werden Kompetenzen als Fähigkeiten zur Selbstorganisation definiert.

Sämtliche Items der genannten Studien wurden daher auf Überschneidungen hin geprüft und zusammengefasst. Die Synthese ergab ein Modell mit 42 einzelnen Kompetenzitems. Diese wurden wiederum in die üblichen vier Kompetenzkategorien aufgeteilt, wobei auch diese Aufteilung unter den Quellen nicht einheitlich ist. Um eine bestmögliche Einteilung der Einzelkompetenzen zu erreichen, wurden kognitive Pretests mit PPM-Studierenden durchgeführt. Dabei wurde das Verfahren des Dimensional-Sorting verwendet (vgl. Häder 2015, S. 405). In diesem Rahmen sollten die Studierendengruppen die verschiedenen Kompetenzen den oben erwähnten vier Bereichen zuordnen und für die vorgenommene Zuordnung diskutieren, was sie unter den verschiedenen Kompetenzen verstehen. Die Erkenntnisse aus diesem Pretest sind ebenso in die Erstellung des Kompetenzmodells eingeflossen, wie die zuvor erläuterte Synthese der Modelle.

Mit dem nun vorliegenden Modell, das in Abb. 4 dargestellt ist, wurde die größtmögliche Übereinstimmung mit allen genannten Quellen erreicht, sowohl hinsichtlich der einzelnen Kompetenzen, als auch in Bezug auf deren Einteilung in die vier Kompetenzbereiche Fachkompetenz, Methodenkompetenz, Selbstkompetenz und Sozialkompetenz. Auf die weitere Ausformulierung

einzelner Fachkompetenzen wurde bewusst verzichtet, wodurch die Kompatibilität mit den zuvor genannten Kompetenzmodellen gewährleistet ist und die verschiedenen fachspezifischen Lehrinhalte der eingangs vorgestellten Studiengänge weitgehend gleichwertig in die Bewertung einfließen können.

Zu jeder der 42 Kompetenzen sollten die Befragten angeben, (A) wie wichtig die jeweilige Kompetenz für ihre berufliche Tätigkeit ist und (B) in welchem Maße sie bei Studienabschluss über die Kompetenz verfügten. Beides wurde mit einer 5-stufigen Likert-Skala bewertet; die Bedeutung der Kompetenzen für die berufliche Tätigkeit von 1 ‚unwichtig‘ bis 5 ‚sehr wichtig‘ und das Vorhandensein der Kompetenzen beim Studienabschluss von 1 ‚in geringem Maße‘ bis 5 ‚in hohem Maße‘. Bei beiden Skalen wurden lediglich die Extremwerte 1 und 5 ausformuliert, d. h. mit Sprachankern versehen. Diese Frageformulierung sowie die Skala wurden von der HIS-Absolvierendenstudie übernommen (vgl. Schaeper & Briedis 2004, Briedis et al. 2011).

Fachkompetenz	Methodenkompetenz
<ul style="list-style-type: none"> > Spezielles Fachwissen > Breites Grundlagenwissen > Kenntnis ingenieurwissenschaftlicher Methoden > Fachübergreifendes Denken > Fremdsprachen > Kenntnisse in EDV > Rechtskenntnisse > Wirtschaftskenntnisse > Fähigkeit, Zusammenhänge zu erkennen > Fähigkeit, Relevanz von Informationen zu beurteilen 	<ul style="list-style-type: none"> > Organisationsfähigkeit > Problemlösungsfähigkeit > Fähigkeit, vorhandenes Wissen auf neue Probleme anzuwenden > Fähigkeit, Wissenslücken zu erkennen und zu schließen > Kritisches Denken > Analytische Fähigkeiten > Fähigkeit, sich in neue Fachgebiete einzuarbeiten > Wissen, wo und wie Fachinformationen zu beschaffen sind > Präsentationskompetenz > Wissenschaftliche Ergebnisse/Konzepte praktisch umsetzen > Neue Ideen entwickeln
Selbstkompetenz	Sozialkompetenz
<ul style="list-style-type: none"> > Fähigkeit, konzentriert und diszipliniert zu arbeiten > Sorgfalt > Fähigkeit, Verantwortung zu übernehmen > Fähigkeit, sich auf veränderte Umstände einzustellen > Annehmen berechtigter Kritik > Fähigkeit, Entscheidungen zu treffen > Fähigkeit, sich selbst zu reflektieren > Vor einer Gruppe frei sprechen > Selbstständiges Arbeiten > Zeitmanagement 	<ul style="list-style-type: none"> > Kooperationsfähigkeit > Verhandlungsgeschick > Führungsqualitäten > Kommunikationsfähigkeit > Durchsetzungsvermögen > Schriftliche Ausdrucksfähigkeit > Mündliche Ausdrucksfähigkeit > Konfliktmanagement > Fähigkeit, die Sichtweisen und Interessen anderer zu berücksichtigen > Andere Kulturen kennen und verstehen > Wissen über die Auswirkungen meiner Arbeit auf Natur und Gesellschaft

Abb. 4: Kompetenzmodell für die Absolvierendenstudie an der Hochschule Heilbronn.

Für die Befragung wurden über das Kompetenzmodell hinaus noch weitere Fragen zu den Themen Studienverlauf, Berufseinstieg und zur demografischen Verteilung der Alumni ergänzt. Vor der Erhebung fand eine Prüfung des Fragebogens mit weiteren Pretests statt. Hinsichtlich der Inhalte, der Verständlichkeit und der Reihenfolge der Fragen wurden mit Absolventen Think-Aloud-Tests durchgeführt (vgl. Häder 2015, S. 402f.). Die in diesem Test gewonnenen Erkenntnisse flossen in die Optimierung des Fragebogens ein. Für eine reibungslose Erhebung als Onlinebefragung wurden außerdem Tests hinsichtlich der technischen Durchführbarkeit absolviert.

4.3 Stichprobenbeschreibung

Insgesamt umfasst die Grundgesamtheit der drei Studiengänge 429 Absolventinnen und Absolventen der Jahre 2015 bis 2017. 347 Personen davon wurden per E-Mail angeschrieben, von 126 Rückmeldungen konnten 91 vollständige Datensätze für die Ergebnisauswertung verwendet werden. Die bereinigte Rücklaufquote lag somit bei 26 %, wobei es Unterschiede zwischen den drei Studiengängen gab: von den angeschriebenen Alumni von „Verfahrens- und Umwelttechnik“ haben 21 %, von „Technisches Logistikmanagement“ 20 % und von „Produktion und Prozessmanagement“ 36 % die Befragung komplett beantwortet. Dieser Unterschied kann vermutlich auf die gezieltere Ansprache über die Social-Media-Kanäle des Studiengangs PPM zurückgeführt werden. Diese durch Selbstselektion zustande gekommene – und daher nicht repräsentative – Stichprobe entspricht hinsichtlich der demografischen Merkmale weitgehend der Zusammensetzung der Studierenden der Fakultät: in der Grundgesamtheit sind 17 % Frauen, in der Stichprobe finden sich 21 % Frauen wieder. Knapp die Hälfte der Befragten absolvierte vor ihrem Studium eine Berufsausbildung, davon drei Viertel eine technische und ein Viertel eine kaufmännische Ausbildung. Knapp ein Drittel in der Stichprobe hat einen Migrationshintergrund. Auch die Altersverteilung ist eher typisch für die Fakultät: die Befragungsteilnehmenden sind im Durchschnitt 28,6 Jahre alt, das häufigste Alter innerhalb der Stichprobe, der Modus, ist 27; knapp 15 % der Befragten sind zwischen 30 und 40 Jahre alt.

Hinsichtlich der Berufstätigkeit ist es wenig überraschend, dass die Hälfte der befragten Alumni in der Automobilbranche und weitere 28 % im Maschinen- und Anlagenbau beschäftigt sind. Die Region um den Standort der Hochschule ist stark geprägt durch Wirtschaftsunternehmen dieser beiden Branchen. Doch hier zeigen sich bereits sehr deutlich die Unterschiede zwischen den drei untersuchten Studiengängen, da nur jeder Zehnte des Studiengangs „Verfahrens- und Umwelttechnik“ in der Automobilbranche arbeitet. Die VU-Absolvierenden sind dafür zu 50 % in der Energiebranche tätig, in der wiederum, bezogen auf die gesamte Fakultät, nur jeder zehnte Absolviierende arbeitet. Eine weitere Besonderheit bei der Aufteilung auf die Berufszweige sind die Absolventinnen und Absolventen des Studiengangs „Technisches Logistikmanagement“, die mit 14 % deutlich häufiger in der IT-Branche tätig sind. Die fünfte hier abgefragte Branche, die Elektrotechnik, spielt in allen Studiengängen nur eine unbedeutende Rolle; Befragte, die „Verfahrens- und Umwelttechnik“ studiert haben, sind hier sowie auch in der IT-Branche überhaupt nicht vertreten.

Nicht nur bezüglich der Branchen unterscheiden sich die drei Absolvierendengruppen, auch die Tätigkeiten im ersten Arbeitsverhältnis nach dem Studium zeigen deutliche Unterschiede zwischen den Studiengängen auf. „Logistikplanung“ weist von allen 20 aufgeführten Tätigkeiten den höchsten Einzelwert auf; 74 % der Alumni des Studiengangs „Technisches Logistikmanagement“ zählen diese Tätigkeit zu ihren Aufgaben. An zweiter Stelle wird von diesem Personenkreis „Projektmanagement“ mit 47 % genannt. Diese Tätigkeit wird auch von der Hälfte der Absolvierenden des Studiengangs „Produktion und Prozessmanagement“ dem wichtigsten Aufgabenbereich zugeordnet; darauf folgt mit kurzem Abstand „Prozessplanung“ und mit Werten zwischen 33 % und 28 % „Logistikplanung“, „Prozesssteuerung“, „Arbeitsplanung“, „Qualitätsmanagement“ und „Produktionsmanagement“ (in dieser absteigenden Reihenfolge). Hinsichtlich ihrer Aufgabengebiete unterscheiden sich am deutlichsten die Absolvierenden des Studiengangs „Verfahrens- und Umwelttechnik“. Deren beruflicher Schwerpunkt liegt in den Bereichen „Forschung“ und „Entwicklung“: jeweils 54 % üben diese Tätigkeiten im ersten Arbeitsverhältnis nach dem Studium aus, darauf folgt „Arbeitsplanung“ mit 46 % der Nennungen.

5. Studienergebnisse

Im Rahmen der Absolvierendenbefragung wurden an verschiedenen Stellen des Onlinefragebogens Informationen über Kompetenzen gesammelt. Die beiden oben bereits beschriebenen und von der HIS-Studie übernommenen Fragestellungen – die Kompetenzausprägung zum Zeitpunkt des Studienabschlusses und die Kompetenzanforderungen im Beruf – sind dabei von zentraler Bedeutung. Darüber hinaus wurde auch nach allgemeinen Anforderungen des Berufslebens gefragt, die in erster Linie die Zusammenarbeit mit anderen betreffen. Um explizite Aussagen über die Stärkung einzelner Kompetenzen innerhalb der drei problem- und projektbasierten Lehrformate treffen zu können, wurde außerdem erfragt, welche der Kompetenzen aus dem in Abb. 4 vorgestellten Kompetenzmodell innerhalb der besuchten Lehrveranstaltung besonders gefordert wurden.

5.1 Kompetenzanforderungen für die Berufspraxis

Um zu ermitteln, welche Kompetenzen von den Ingenieurabsolventinnen und -absolventen verlangt werden, wurde die Frage gestellt: „Und welche dieser weiteren Anforderungen zählten außerdem zu Ihrem 1. Arbeitsverhältnis nach dem Studium?“ Hier wurden sechs Möglichkeiten zur Mehrfachauswahl vorgegeben: „Teamarbeit“, „Mitarbeiterführung“, „Kontakte mit dem Ausland“, „Fremdsprache am Arbeitsplatz“, „Präsentation“ und „Moderation“. Die Ergebnisse bestätigten den Eindruck der eingangs beschriebenen Studien, da sich „Teamarbeit“ (85 %) über alle drei Studiengänge hinweg als die wichtigste Nennung beruflicher Anforderung herausstellte. Knapp drei Viertel der befragten Alumni präsentieren und immerhin zwei Fünftel moderieren auch im Rahmen ihrer ersten Arbeitsstelle. Ebenso viele benötigen Fremdsprachenkenntnisse, und etwas weniger haben Kontakte mit dem Ausland. Ein Viertel der Befragten ist außerdem mit Führungsaufgaben betraut.

Zu Beginn des vorliegenden Beitrags wurden die generellen Erkenntnisse von Unternehmensbefragungen bezüglich der Kompetenzanforderungen an Bachelorabsolvierende im Überblick aufgezeigt. Die hier vorliegenden Ergebnisse der Absolvierendenstudie der Hochschule Heilbronn bestätigen diese Erkenntnisse und gehen noch mehr ins Detail. In Abb. 5 sind die Durchschnittswerte bezüglich der Wichtigkeit der einzelnen Kompetenzen für die berufliche Tätigkeit innerhalb der vier Kompetenzbereiche dargestellt. Sie weisen zwischen den drei Studiengängen nur marginale Unterschiede auf. Nach Einschätzung der befragten Alumni, wie groß die Bedeutung der einzelnen Kompetenzen für ihre berufliche Tätigkeit sei, sind die Fachkompetenzen in Summe von geringster Bedeutung. Tatsächlich sind es die Selbstkompetenzen, die einzeln und in Summe als am wichtigsten eingeschätzt werden, dicht gefolgt von den Methodenkompetenzen. Die Sozialkompetenzen werden im Durchschnitt als gleichbedeutend angesehen wie die Fachkompetenzen.

Bei der Betrachtung der einzelnen Kompetenzen ist „Selbstständiges Arbeiten“ besonders hervorzuheben, da diese Kompetenz im Durchschnitt mit 4,6 auf der 5er-Likert-Skala und somit als die wichtigste Einzelkompetenz für die berufliche Tätigkeit bewertet wurde. Aus dem Bereich der Fachkompetenzen entstammt die Einzelkompetenz „Fähigkeit, Zusammenhänge zu erkennen“ mit dem zweithöchsten Wert: 4,5. Auf dem dritten Platz mit dem Durchschnittswert von 4,4 sind alle vier Kompetenzbereiche vertreten: „Zeitmanagement“ und die „Fähigkeit, Entscheidungen zu treffen“ aus den Selbstkompetenzen, „Organisationsfähigkeit“ als wichtigste Einzelkompetenz im Bereich der Methodenkompetenzen, „Kommunikationsfähigkeit“ als höchstgewertete Sozialkompetenz und „Fachübergreifendes Denken“, das den Fachkompetenzen zugeordnet ist. Die in den

Unternehmensumfragen besonders hervorgehobene „Problemlösungsfähigkeit“ hat auch für die befragten Absolventinnen und Absolventen eine wichtige Bedeutung und erhält, wie auch die Items „Fähigkeit, konzentriert und diszipliniert zu arbeiten“, „Fähigkeit, Verantwortung zu übernehmen“ und „Mündliche Ausdrucksfähigkeit“, einen Durchschnittswert von 4,3.

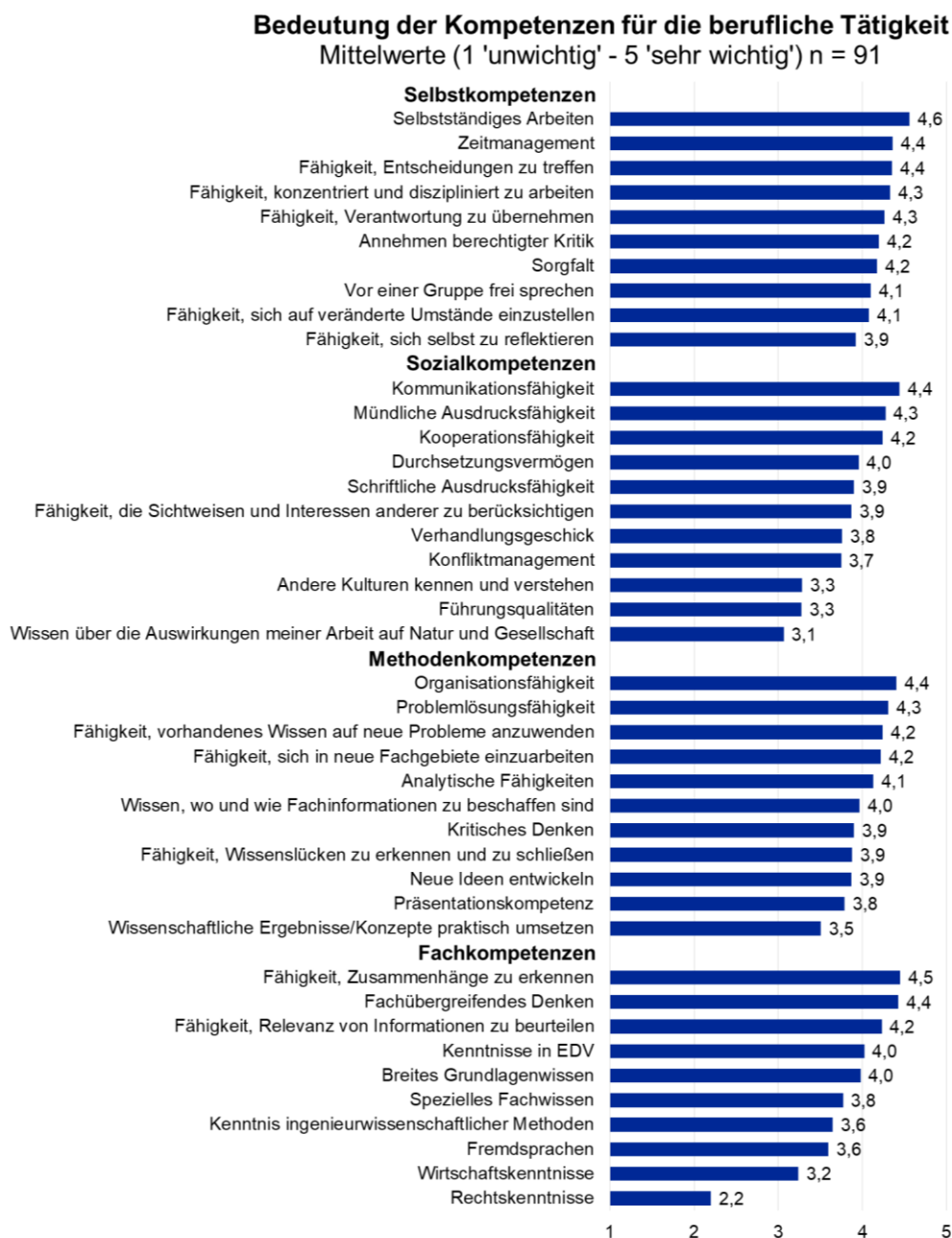


Abb. 5: Kompetenzanforderungen der Berufspraxis.

Das „Bild des Ingenieurs“ kann also gezeichnet werden als das einer selbstständig und konzentriert arbeitenden und sich selbst organisierenden, problemlösenden Person, die durch fachübergreifendes Denken größere, zusammenhängende Fragestellungen löst, dabei Entscheidungen trifft und auch gut kommuniziert. Hinzuzufügen ist an dieser Stelle noch die für die Befragten hohe Bedeutung von Teamarbeit für die erste Phase der Berufstätigkeit.

5.2 Wirksamkeit der Lehrformate

Um einen Eindruck davon zu bekommen, welche Kompetenzen in den drei problem- und projektbasierten Lehrformaten gestärkt werden und, ob dies auch die Kompetenzen sind, die für die frühe Berufspraxis hauptsächlich erforderlich sind, wurden die Alumni bei der Befragung gebeten, aus allen Kompetenzitems diejenigen sechs auszuwählen, die speziell in dem jeweiligen Lehrformat ihres Studiengangs gestärkt wurden. Wie Abb. 6 zeigt, werden hierbei Unterschiede – aber auch große Gemeinsamkeiten – zwischen Anlagenplanung, Veränderungsmanagement und der Lernfabrik jumpING sichtbar.

Alle drei problembasierten Lehrveranstaltungen stärken die zuvor als besonders wichtig bewerteten Kompetenzen: „Organisationsfähigkeit“, „Zeitmanagement“, „Fachübergreifendes Denken“ und vor allem „Problemlösungsfähigkeit“, die wie oben dargestellt von Wirtschaftsvertretern als die notwendige Kompetenz für Zukunftsfähigkeit gilt (vgl. Kirchherr et al. 2018). Diese vier Kompetenzen wurden alle von mindestens 25 % der Befragten aus den jeweiligen Studiengängen ausgewählt, wobei die Gewichtung zwischen den drei Lehrveranstaltungen variiert. „Organisationsfähigkeit“ wird beispielsweise von einem deutlich höheren Anteil der ehemaligen Lernfabrik-Teilnehmenden (47 %) ausgewählt, als von den Ehemaligen von Veränderungsmanagement (32 %). In der Anlagenplanung steht diese Kompetenz dagegen gemeinsam mit „Problemlösungsfähigkeit“ an oberster Stelle der Rangfolge – beide wurden jeweils von 42 % der Absolvierenden von „Verfahrens- und Umwelttechnik“ ausgewählt. Die „Fähigkeit, Zusammenhänge zu erkennen“ ist in den Top Five der gestärkten Kompetenzen in der Lernfabrik jumpING und im Veränderungsmanagement vertreten, spielt in der Veranstaltung Anlagenplanung jedoch keine große Rolle.

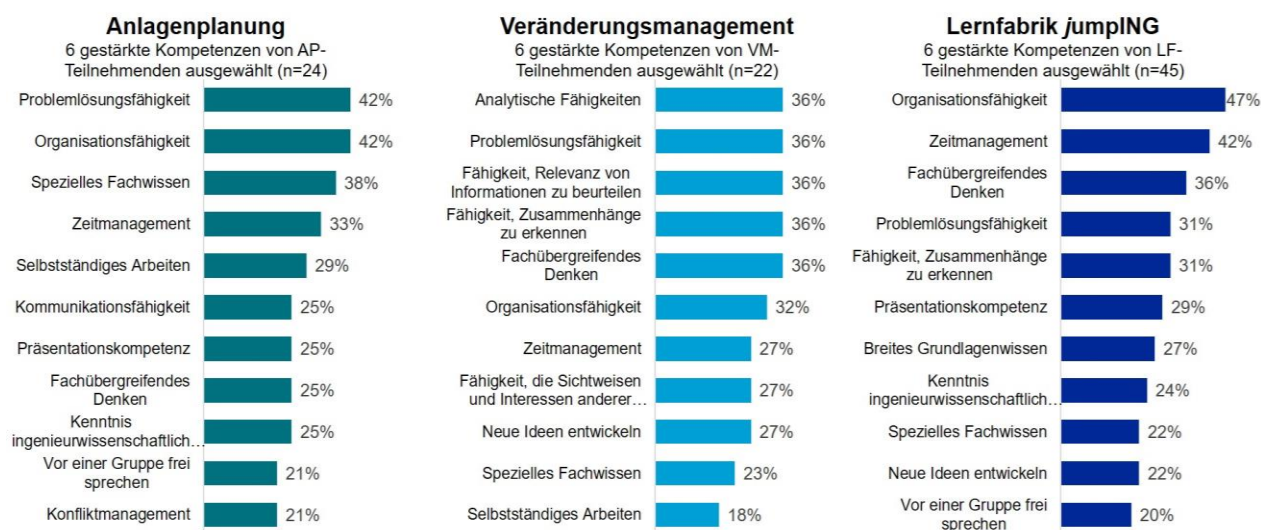


Abb. 6: Top 10 der in den ausgewählten Lehrveranstaltungen gestärkten Kompetenzen.

6. Diskussion der Studienergebnisse

Die Ergebnisse der hier vorgestellten Absolvierendenstudie bestätigen die eingangs dargelegten Ergebnisse anderer Studien, dass fachübergreifende Kompetenzen, wie Methoden- und Selbst-

kompetenzen, insgesamt von höherer Bedeutung für die Berufstätigkeit der Bachelorabsolventinnen und -absolventen sind als reine Fachkompetenzen. In der Berufspraxis sind demnach neben Teamfähigkeit vor allem Kompetenzen gefordert, die Selbstorganisation und selbstständiges Arbeiten ermöglichen. Diese Selbstkompetenzen sind auch unter denjenigen, die in den drei vorgestellten problem- und projektbasierten Lehrveranstaltungen gestärkt werden. Diese Lehrformate legen jedoch besonderen Wert auf die Stärkung von sozial-kommunikativen Kompetenzen, und genau darin liegt auch deren Mehrwert gegenüber klassischen Lehrveranstaltungen, wie beispielsweise Vorlesungen. Auch die Kommentare hinsichtlich der Lehrformate, die als offene Nennungen gesammelt wurden, bestätigen dies. Hier werden vorwiegend die unterschiedlichen Gruppenerfahrungen innerhalb der Lehrveranstaltung als hilfreich für den persönlichen Berufseinstieg hervorgehoben. Aber auch konkrete Praxiserfahrungen sowie ganz allgemein Zeitmanagement, was zu den wichtigsten Selbstkompetenzen zählt, werden ausdrücklich genannt. Es könnte auch angenommen werden, dass die als so wichtig für das Berufsleben eingeordneten Selbstkompetenzen „Zeitmanagement“ genauso wie „Selbstständiges Arbeiten“ auch in einem klassischen Lehrformat durch das hier vorherrschende Selbststudium gestärkt würden. Jedoch ist es sicher auch auf den sozialen Druck innerhalb der teamzentrierten, problembasierten Lehrveranstaltungen zurückzuführen, dass genau diese wichtigen Kompetenzen besonders gestärkt werden. Das zeigt sich zuallererst für das Lehrformat Anlagenplanung des Studiengangs „Verfahrens- und Umwelttechnik“, in der „Selbstständiges Arbeiten“, aber auch „Spezielles Fachwissen“, neben den über alle drei untersuchten Lehrformate wichtigsten Kompetenzen „Organisationsfähigkeit“ und „Problemlösungsfähigkeit“ hervorstechen. In Veränderungsmanagement und in der Lernfabrik jumpING sind es dagegen eher überfachliche Kompetenzen, die besonders gestärkt werden: „Fachübergreifendes Denken“ und die „Fähigkeit, Zusammenhänge zu erkennen“. Darüber hinaus erzielt die Lehrveranstaltung Veränderungsmanagement des Studiengangs „Technisches Logistikmanagement“ durch die von den Partnerunternehmen zu Verfügung gestellten Projektaufgaben besonders ausgeprägte Lerneffekte bei den „Analytischen Fähigkeiten“.

Einige Unterschiede, die zwischen den drei vorgestellten Lehrformaten herausgestellt wurden, sind vermutlich auch auf die in Tab. 1 skizzierten unterschiedlichen Verläufe der Studiengänge zurückzuführen. So werden die Absolvierenden des Studiengangs „Technisches Logistikmanagement“ die Erfahrungen mit Präsentationen und mit Gruppenarbeiten und die damit in Verbindung stehende Kompetenzentwicklung nicht alleine auf die Lehrveranstaltung Veränderungsmanagement zurückführen. Wie sich zeigen lässt, wird in diesem Studiengang über alle Semester hinweg großer Wert auf aktivierende Lehrformate mit zahlreichen Präsentationsmöglichkeiten gelegt. Vor dem Hintergrund des zeitlichen Abstands zum Studium ist trotz präziser Fragestellung im Hinblick auf die Kompetenzentwicklung in einem jeweiligen PBL-Format nicht ganz auszuschließen, dass in die Antworten auch generelle Erfahrungen im jeweiligen Studiengang eingeflossen sind.

Auch wenn die Stichprobe wie oben beschrieben auf Selbstselektion basiert, und somit eine Übertragung der Ergebnisse auf die Grundgesamtheit nicht ohne weiteres möglich ist, kann für alle drei vorgestellten Ingenieurstudiengänge gesagt werden, dass die Ausbildung bis zum Bachelorabschluss durch diese speziellen problem- und projektbasierten Lehrformate deutlich an Wert gewinnt. Die Studierenden können durch die Erfahrungen in diesen Lehrveranstaltungen ihr Kompetenzprofil vor allem in den Bereichen Methoden- und Selbstkompetenzen ausweiten und werden gezielt auf die Herausforderungen des Berufslebens vorbereitet.

Danksagung

Die im vorliegenden Beitrag dargestellte Studie wurde gefördert durch das baden-württembergische Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst (MWK) unter der Programmlinie „Wissenschaft lernen und lehren – WILLE“.

Literatur

- Abele, E. (2016). Learning Factory. In: Laperrière, L., Reinhart, G. (Hrsg.). CIRP encyclopedia of production engineering, Bd. 32. Heidelberg: Springer, S. 1-5, DOI: 10.1007/978-3-642-35950-7_16828-1.
- Abele, E., Metternich, J. & Tisch, M. (Hrsg.). (2019). Learning Factories. Concepts, Guidelines, Best-Practice Examples. Cham: Springer International Publishing, DOI: 10.1007/978-3-319-92261-4.
- AK DQR (Hrsg.). (2011). Deutscher Qualifikationsrahmen für lebenslanges Lernen. Arbeitskreis Deutscher Qualifikationsrahmen. Online verfügbar unter https://www.dqr.de/media/content/Der_Deutsche_Qualifikationsrahmen_fue_lebenslanges_Lernen.pdf. Stand vom 25.07.2019.
- Becker, F. S. (2016). Herausforderungen für Elektroingenieure/innen. Entwicklungen im Arbeitsumfeld, Erwartungen von Personalverantwortlichen sowie Tipps für Berufsstart und Karriere (3. Aufl.) (ZVEI - Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e. V., Hrsg.), Frankfurt am Main. https://www.zvei.org/fileadmin/user_upload/Presse_und_Medien/Publikationen/2016/september/Herausforderungen_fuer_Elektroingenieure/Herausforderungen-fuer-Elektroingenieure-ZVEI-2016.pdf. Stand vom 10. April 2017.
- Briedis, K., Heine, C., Konegen-Grenier, C. & Schröder, A.-K. (2011). Mit dem Bachelor in den Beruf. Arbeitsmarktbefähigung und -akzeptanz von Bachelorstudierenden und -absolventen (Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft, Hrsg.), Essen. Online: <https://www.stifterverband.org/medien/mit-dem-bachelor-den-beruf>. Stand vom 30. März 2017.
- Erpenbeck, J., von Rosenstiel, L. (2003). Einführung. In Erpenbeck, J., von Rosenstiel, L. (Hrsg.). Handbuch Kompetenzmessung. Erkennen, verstehen und bewerten von Kompetenzen in der betrieblichen, pädagogischen und psychologischen Praxis (IX–XI). Stuttgart, Schaeffer-Poeschel, I–XIV.
- Feldmüller, D. & Weidenauer, C. (2015). Projektorientiertes Lernen im Ingenieurstudium. In: projektManagement aktuell 26 (1), S. 61-64.
- Frey, K. (2012). Die Projektmethode – Der Weg zum bildenden Tun. 12., neu ausgestattete Aufl. Weinheim: Beltz.
- Funk, E. (2011). Der Deutsche Qualifikationsrahmen für lebenslanges Lernen (Arbeitskreis Deutscher Qualifikationsrahmen, Hrsg.) (Nr. 3). BMBF, Ständige KMKdL, BA, https://www.dqr.de/media/content/Der_Deutsche_Qualifikationsrahmen_fue_lebenslanges_Lernen.pdf. Stand vom 4. Mai 2017.
- Häder, M. (2015). Empirische Sozialforschung. Eine Einführung (3. Aufl.). Wiesbaden: Springer VS.
- Heikaus, O. & Flasdick, J. (2015). Kompetent und praxisnah – Erwartungen der Wirtschaft an Hochschulabsolventen. Ergebnisse einer DIHK Online-Unternehmensbefragung (DIHK | Deutscher Industrie- und Handelskammertag e.V., Hrsg.), Berlin / Brüssel. https://www.dihk.de/ressourcen/downloads/dihk-umfrage-hochschulabsolventen-2015.pdf/at_download/file?mdate=1453731575017. Stand vom 4. April 2017.
- HHN – Hochschule Heilbronn (Hrsg.). (2012). Besonderer Teil der Studien- und Prüfungsordnung : § 54 Bachelorstudiengang Technisches Logistikmanagement (TLM-B). Hochschule Heilbronn. Online verfügbar unter https://www.hs-heilbronn.de/19247100/spo_03-tlm_b_-senent_2018-07-27-pdf.pdf. Stand vom 25.07.2019.
- HHN – Hochschule Heilbronn (Hrsg.). (2013). Besonderer Teil der Studien- und Prüfungsordnung : § 42 Bachelorstudiengang Produktion und Prozessmanagement (SPO 01 PPM-B). Hochschule Heilbronn. Online verfügbar unter https://www.hs-heilbronn.de/5702412/spo_01_ppm_senatsentscheid_2013-10-16_red_aend_2015_12_16.pdf. Stand vom 25.07.2019.
- HHN – Hochschule Heilbronn (Hrsg.). (2014). Studien- und Prüfungsordnung vom 16.07.2014 des Studiengangs Verfahrens- und Umwelttechnik an der Hochschule Heilbronn. Online verfügbar unter https://www.hs-heilbronn.de/11295764/spo03_vu_senatsentscheid_2014-07-16_red_aend_2016-07-19.pdf. Stand vom 25.07.2019.
- HRK - Hochschulrektorenkonferenz (Hrsg.). (2014). Employability und Praxisbezüge im wissenschaftlichen Studium. HRK-Fachgutachten. Unter Mitarbeit von Wilfried Schubarth und Kasten Speck. Online verfügbar unter

- https://www.hrk-nexus.de/fileadmin/redaktion/hrk-nexus/07-Downloads/07-02-Publikationen/Fachgutachten_Employability-Praxisbezeuge.pdf. Stand vom 25.07.2019.
- INCHER-Kassel (Hrsg.). Fragebogen der KOAB-Absolventenbefragung 2016. International Centre for Higher Education Research (INCHER-Kassel), Kooperationsprojekt Absolventenstudien (KOAB), <http://koab.uni-kassel.de>.
- Junge, H. (2009). Projektstudium als Beitrag zur Steigerung der beruflichen Handlungskompetenz in der wissenschaftlichen Ausbildung von Ingenieuren. Dissertation. Online verfügbar unter <https://eldorado.tu-dortmund.de/bitstream/2003/26213/1/Dissertation.pdf>. Stand vom 25.07.2019.
- Kirchherr, J., Klier, J., Lehmann-Brauns, C. & Winde, M. (2018). Future Skills: Welche Kompetenzen in Deutschland fehlen (Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft & McKinsey, Hrsg.). <http://www.future-skills.net/download/file/fid/118>. Stand vom 15.10.2018.
- Kolmos, A. & Graaff, E. (2014). Problem-Based and Project-Based Learning in Engineering Education. Merging Models. In: Johri, A. & Olds, B. M. (Hrsg.). Cambridge handbook of engineering education research. New York, NY, USA: Cambridge University Press, S. 141–160.
- Kolmos, A., Krogh, L. & Fink, F. K. (2004). The Aalborg PBL model. Progress, diversity and challenges: Aalborg University Press; in co-operation with Centre for University Teaching and Learning, Aalborg University; UNESCO International Centre for Engineering Education, Centre for Problem Based Learning (UCPBL).
- Perrenet, J., Bouhuijs, P. & Smits, J. (2000). The Suitability of Problem-based Learning for Engineering Education: Theory and practice. In: Teaching in Higher Education 5 (3), S. 345–358. DOI: 10.1080/713699144.
- Prince, M. J. & Felder, R. M. (2006). Inductive Teaching and Learning Methods: Definitions, Comparisons, and Research Bases. In: Journal of Engineering Education, S. 123–138, DOI: 10.1002/j.2168-9830.2006.tb00884.x.
- Rummler, M. (Hrsg.). (2012). Innovative Lehrformen. Projektarbeit in der Hochschule; projektbasiertes und problemorientiertes Lehren und Lernen. Weinheim: Beltz.
- Schaeper, H. & Briedis, K. (2004). Kompetenzen von Hochschulabsolventinnen und Hochschulabsolventen, berufliche Anforderungen und Folgerungen für die Hochschulreform (HIS-Hochschul-Informationen-System GmbH, Hrsg.) (Kurz-Information HIS A 6), Hannover.
- Servant-Miklos, V. (2019). Fifty Years on: A Retrospective on the World's First Problem-based Learning Programme at McMaster University Medical School. In: Health Professions Education 5 (1), S. 3–12. DOI: 10.1016/j.hpe.2018.04.002.
- Stöhler, C., Förster, C. & Brehm, L. (2018). Projektmanagement lehren. Studentische Projekte erfolgreich konzipieren und durchführen. Wiesbaden: Springer Gabler. DOI: 10.1007/978-3-658-18279-3.
- Weber, A. (2007). Problem-based learning. Ein Handbuch für die Ausbildung auf der Sekundarstufe II und der Tertiärstufe. 2., überarbeitete Auflage. Bern: hep (Bildung, Medien, Kommunikation).
- Winde, M. & Schröder, J. (2016). Hochschulbildung für die Arbeitswelt 4.0 (Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e.V., Hrsg.) (Hochschul-Bildungs-Report 2020). Essen: Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e. V. Stand vom 17.07.2017.

PROF. DR.-ING. PATRICK BALVE
Hochschule Heilbronn, Fakultät für Technische Prozesse
Max-Planck-Str. 39, 74081 Heilbronn
patrick.balve@hs-heilbronn.de

DIPL. SOZ. LENA EBERT (MBA)
Evangelische Hochschule Ludwigsburg, Institut für Angewandte Forschung (IAF)
Paulusweg 6, 71638 Ludwigsburg
l.ebert@eh-ludwigsburg.de

Zitieren dieses Beitrags:

Balve, P. & Ebert, L. (2020). Kompetenzen für den Ingenieursberuf – eine Absolvierendenstudie zur Wirksamkeit von problem- und projektbasierten Lehrformaten. Journal of Technical Education (JOTED), 8(2), 64–80.