

Ingrid Isenhardt, Marcus Petermann, Martina Schmohr,
A. Erman Tekkaya, Uwe Wilkesmann (Hg.)



RWTHAACHEN
UNIVERSITY

RUHR
UNIVERSITÄT
BOCHUM

RUB

tu technische universität
dortmund

Lehren und Lernen in den Ingenieurwissenschaften

innovativ – digital – international

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Ingrid Isenhardt, Marcus Petermann, Martina Schmoor,
A. Erman Tekkaya, Uwe Wilkesmann (Hg.)

Lehren und Lernen in den Ingenieurwissenschaften

innovativ – digital – international





GEFÖRDERT VOM



Die vorliegende Publikation wurde durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert. Förderkennzeichen des Verbundprojekts: 01PL16082A, 01PL16082B und 01PL16082C.

2020 wbv Publikation
ein Geschäftsbereich der
wbv Media GmbH & Co. KG, Bielefeld

Gesamtherstellung:
wbv Media GmbH & Co. KG, Bielefeld
wbv.de

Umschlagmotiv: Rolf Duscha,
Oberhausen

Bestellnummer: 6004805
ISBN (Print): 978-3-7639-6215-0
DOI:10.3278/6004805w

Printed in Germany

Diese Publikation ist frei verfügbar zum Download unter
wbv-open-access.de

Diese Publikation mit Ausnahme des Coverfotos ist unter
folgender Creative-Commons-Lizenz veröffentlicht:
<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



Für alle in diesem Werk verwendeten Warennamen
sowie Firmen- und Markenbezeichnungen können
Schutzrechte bestehen, auch wenn diese nicht als solche
gekennzeichnet sind. Deren Verwendung in diesem Werk
berechtigt nicht zu der Annahme, dass diese frei verfü-
gbar seien.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie;
detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Inhalt

Vorwort	7
Labore in den Ingenieurwissenschaften: Digitale und didaktische Innovationen	13
<i>Oliver Weishaupt, Natascha Strenger, Marcus Petermann, Sulamith Frerich, Joshua Grodotzki, Alessandro Selvaggio, A. Erman Tekkaya</i>	
Remote-Labore in der Ingenieurausbildung – Leitlinien für Erstellung und Betrieb	15
<i>Monika Radtke, Claudius Terkowsky, Tobias Haertel, Tobias R. Ortelt, Dominik May</i>	
Kreativitätsförderung von Studierenden in ingenieurwissenschaftlichen Laboren	33
<i>Thomas Otte, Christian Scheiderer, Max Hoffmann, Ingrid Isenhardt</i>	
Vorbereitung der Ingenieurlehre auf die Industrie 4.0: ein Erfahrungsbericht für Lehrende in den Ingenieurwissenschaften	51
goING abroad! Förderung von Internationalisierung und Auslandsmobilität	59
<i>Johanna M. Werz, Nina Schiffeler, Esther Borowski, Ingrid Isenhardt</i>	
Warum in die Ferne schweifen? – Strategien zur Förderung internationaler Mobilität von Ingenieurstudierenden	61
<i>Laura-Katharina Schiffmann, Natascha Strenger</i>	
GoING Abroad – Informationsprogramm zur frühzeitigen Beratung zu Auslandsaufenthalten im Ingenieurstudium	75
<i>Silke Frye, Monika Radtke, Dominik May</i>	
Grenzen überwinden mit digitalem Lernen und Lehren – Internationalisierung „on the Web“	85
<i>Diana Keddi, Natascha Strenger, Sulamith Frerich</i>	
Internationalisierung in den Ingenieurwissenschaften: Digitale Vorbereitung internationaler Studierender auf Laborarbeit in Deutschland	99

Fokus Entrepreneurship: „Gründer-Spirit“ entwickeln und umsetzen	111
<i>Johanna M. Werz, Dennis Kreutzer, Esther Borowski, Ingrid Isenhardt</i>	
Den Innovationsgeist wecken: Anforderungen und Erfahrungen aus der Vermittlung eines Entrepreneurial Spirit an Ingenieurstudierende	113
<i>Anna-Lena Rose, Liudvika Leisyte, Tobias Haertel, Claudius Terkowsky</i>	
Zur Bedeutung von Emotionen in der hochschulischen Entrepreneurship Engineering Education	129
<i>Magdalena John, Diana Keddi, Andreas Kilzer, Katharina Zilles</i>	
Projektseminar interdisziplinäre Produktentwicklung im Team	145
Studierende im Mittelpunkt: Förderung einer aktiven und kompetenten Studienverlaufsgestaltung	155
<i>Ute Berbuir, Bianca Wolf</i>	
Wie komme ich an die Uni? Passgenaue Angebote für Schüler*innen	157
<i>Julia Knoch, Katharina Zilles</i>	
Talente fördern – Hochschulzugänge ebnen: Beratungs- und Informations- angebote zur Potentialförderung und Profilbildung in den Ingenieurwissen- schaften	171
<i>Jan Bitter-Krahe, Ingrid Isenhardt</i>	
Digitale Studienbegleitung und -unterstützung mithilfe des E-Guide StartING	181
<i>Kate Konkol, Laura-Katharina Schiffmann, Ute Berbuir</i>	
Orientierungsangebote zur aktiven Karrieregestaltung von Masterstudie- renden in den Ingenieurwissenschaften	193
Forschend – Kreativ – Interdisziplinär: Übergreifende Kompetenzentwicklung in „Modulen mit Mehrwert“	205
<i>Ute Berbuir, Magdalena John</i>	
„Not in my backyard!“ Seminar zur Öffentlichkeitsbeteiligung bei Industrie- und Infrastrukturprojekten	207
<i>Dennis Kreutzer, Silke Frye, Jan Bitter-Krahe, Ingrid Isenhardt</i>	
Lehre mit Mehrwert – Die Ingenieure ohne Grenzen Challenge	219
<i>Julia Treek, Sebastian Ostapiuk, Laura Sievers</i>	
Die Forschungswerkstatt von Studierenden für Studierende	233

Professionalisierung von Lehrenden: Methoden- und Technologietrends in Lehre und Fortbildung	243
<i>Kate Konkol, Diana Keddi, Julia Knoch, Ute Berbuir, Sulamith Frerich</i> Fortbildungen für INGs. Bedarfsorientierte Professionalisierungsangebote für Promovierende und Lehrende in den Ingenieurwissenschaften	245
<i>Nina Schiffeler, Esther Borowski, Ingrid Isenhardt</i> Gamification und Mixed-Reality-Training für Lehrende – mehr als nur spielen ..	253
<i>Kathrin Hohlbaum, Esther Borowski, Ingrid Isenhardt</i> Sehen, Hören, Trainieren. Große Räume durch Mixed Reality erfahrbar machen	267
Autorinnen und Autoren	277
BEETBox – Best Practices in Engineering Education Toolbox	283

Vorwort

Die Bildungs- und Arbeitswelten angehender Ingenieur*innen werden geprägt durch die Auswirkungen weltweiter Trends und Entwicklungen wie Digitalisierung, Entrepreneurship-Bewegungen und Globalisierung. In Folge führen arbeitsorganisatorische Herausforderungen und gesellschaftliche Entwicklungen zu mehr Komplexität auf inhaltlicher und methodischer Ebene. Die Lehre in den Ingenieurwissenschaften hat demnach den Anspruch und die Aufgabe, angehende Ingenieur*innen von morgen so vorzubereiten, dass sie diesen Herausforderungen erfolgreich begegnen können. Hierzu ist es notwendig, die ingenieurwissenschaftliche Lehre kontinuierlich zu modernisieren, neu zu denken und die Methoden, Inhalte und Lehr-Lernformate auf die Bedarfe einer digitalisierten und globalisierten Welt anzupassen.

Im Rahmen des Bund-Länder-Programms Qualitätspakt Lehre (QPL) wurden im Zeitraum von 2011 bis 2020 umfangreiche finanzielle Mittel zur Verbesserung der Studienbedingungen und der Lehrqualität an deutschen Hochschulen zur Verfügung gestellt. Ziel war es, eine qualitativ hochwertige Hochschullehre zu sichern und weiterzuentwickeln. Ein weiterer Schwerpunkt des Programms war die (Weiter-)Qualifizierung des Lehrpersonals sowie die Verbesserung der Betreuung und Beratung von Studierenden. Die geförderten gesellschaftlich relevanten Themenfelder und Maßnahmen bilden die komplexen Herausforderungen ab, die an Universitäten und Hochschulen zu bewältigen sind. Zu diesen zählen in besonderem Maße die Digitalisierung, der Umgang mit Heterogenität in Studium und Lehre und die Förderung individueller Studienerfolge. Als übergreifende Zielsetzung des QPL sollte dies durch eine Optimierung der Studieneingangsphase, die Einbindung digitaler Konzepte und Formate sowie durch die Erhöhung von Praxisbezügen im ingenieurwissenschaftlichen Curriculum erreicht werden.

Zur Adressierung der spezifischen Herausforderungen im Kontext der Ingenieurausbildung wurde das Projekt ELLI – „Exzellentes Lehren und Lernen in den Ingenieurwissenschaften“ – im Rahmen des QPL gefördert. Es handelt sich um ein Verbundprojekt der RWTH Aachen University, der Ruhr-Universität Bochum und der Technischen Universität Dortmund. In zwei aufeinander folgenden Förderphasen (ELLI: 2011–2016; ELLI 2: 2016–2020), d. h. über einen Zeitraum von insgesamt neun Jahren hinweg, entwickelte, implementierte und erforschte der Verbund innovative Lehr-Lernkonzepte für die Lehre in den Ingenieurwissenschaften. An allen drei Standorten wurde eine besondere Form der Projektverankerung realisiert. Diese zeichnet sich dadurch aus, dass das Projekt jeweils in der Fachwissenschaft angesiedelt war – unmittelbar an einem ingenieurwissenschaftlichen Lehrstuhl im Maschinenbau – und sowohl strukturell als auch personell mit der jeweiligen zentralen hochschuldidaktischen Einrichtung verknüpft wurde.

Den beantragten ELLI-Maßnahmen im QPL lag eine datengestützte Bestandsaufnahme über die Stärken und Schwächen von Lehrqualität und Betreuung der

Studierenden an den jeweiligen Standorten zugrunde. Durch diese Bestandsaufnahme an drei forschungsstarken Universitäten und ihre Zusammenführung im Verbund wurde im Projekt ELLI eine breite analytische Basis geschaffen, die sowohl konkrete Bedarfe an den Standorten aufzeigen konnte als auch durch die Zusammenschau im Verbund über diese Standorte hinausweist. Aus dem Zusammenspiel von standortspezifischer Betrachtung und standortübergreifender Identifikation genereller Fragestellungen und Erkenntnisse, verbunden mit dem Blick auf technische Entwicklungen und gesellschaftliche Herausforderungen, wurde ein Gesamtbild der relevanten Herausforderungen und Potentiale in der Ingenieurausbildung entwickelt. In diesem Zuge wurde ein bedarfsorientiertes Maßnahmenpaket zur Erforschung und Entwicklung von Lehre und Organisation ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge abgeleitet. Das Projekt gliedert sich dazu in vier Kernbereiche (KB):

- ❖ KB 1 „Remote Labore und virtuelle Lernwelten“ (ehemals „virtuelle Lernwelten“):
Im Zuge der vierten industriellen Revolution, die zu einer fortschreitenden Verschmelzung von digitaler und realer Welt führt, gewinnt ein ausgeprägtes Verständnis von digitalen Technologien insbesondere in Ingenieurberufen an Bedeutung.
- ❖ KB 2 „Globalisierung“ (ehemals „Mobilitätsförderung & Internationalisierung“):
*Die Berufsanforderungen für Ingenieure*innen umfassen zunehmend ein Zurechtfinden in globalisierten Entwicklungs- und Produktionszusammenhängen und eine Sensibilität für interkulturelle Fragestellungen.*
- ❖ KB 3 „Student Life Cycle“:
An den Übergängen im Studienverlauf werden die Weichen für das Studium und auch die berufliche Zukunft aller Studierenden gestellt. Daher wird die Unterstützung der Studierenden in diesen Phasen fokussiert.
- ❖ KB 4 „Entrepreneurship“ (ehemals „Professionelle Handlungskompetenz“):
*Unternehmerisches Denken und Innovationsfreude kristallisieren sich zunehmend als vordringliche Grundhaltungen für Ingenieure*innen heraus, um den vielschichtigen Herausforderungen in einer globalisierten Wirtschaft und der Entwicklung zur Industrie 4.0 kompetent begegnen zu können.*

Nach den ersten vier Jahren Laufzeit wurde eine Zwischenbilanz gezogen und das Aufgaben- und Maßnahmenpaket in Hinblick auf die sich weiter wandelnden Anforderungen neu justiert. Beispielsweise wurden die Maßnahmen im Kernbereich 4, die grundsätzlich auf die Steigerung professioneller Handlungskompetenz zielen, um die explizite Förderung von Entrepreneurship erweitert. Weiterhin wurden qualifikatorische Herausforderungen im Kontext der Industrie 4.0 adressiert. Dabei lagen diesen Anpassungen zwei Gestaltungsprinzipien zugrunde, die auch für die gesamte Projektentwicklung handlungsleitend waren: zum einen die durchgängige Bedarfsorientierung bei der Entwicklung und Umsetzung von Beratungs-, Orientierungs- und Professionalisierungsangeboten und zum anderen das Ziel, die Lehre an technologische Entwicklungen anzupassen. Daher ist das Projekt durch eine kontinuierliche Entwicklung gekennzeichnet, die auch im weiteren Verlauf zu Anpassungen und Aktualisierungen führte.

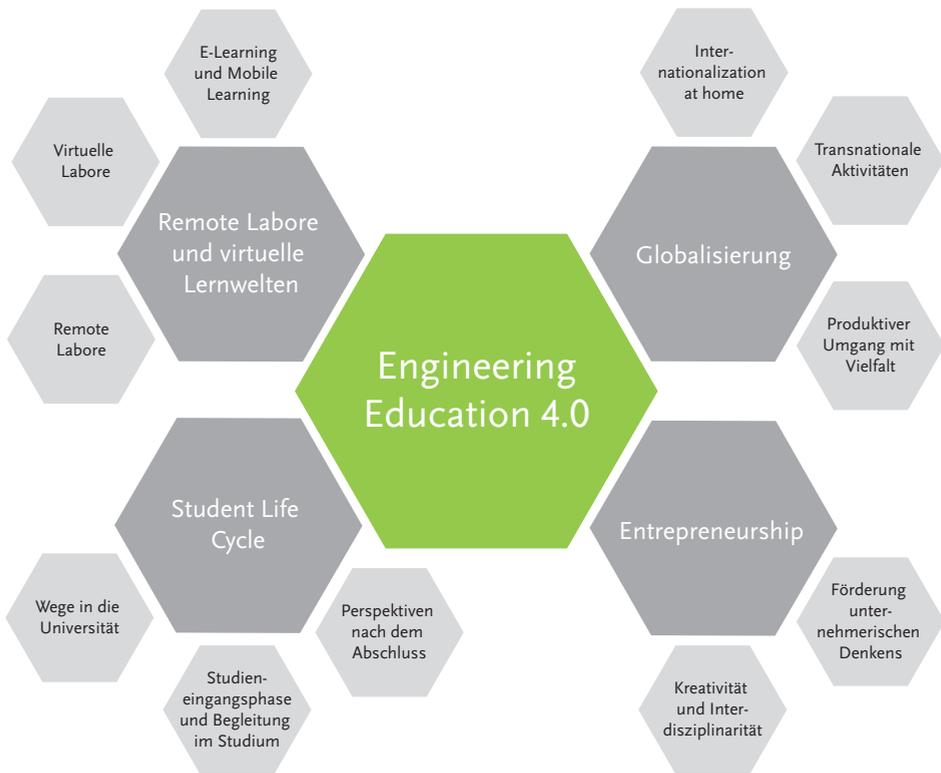


Abbildung 1: Kernbereiche und Handlungsfelder

Die Bandbreite der im Projekt realisierten Ansätze und Maßnahmen, die sich in das Gesamtbild der Entwicklung von Studium und Lehre in den Ingenieurwissenschaften einfügen, spiegelt sich auch in der vorliegenden Handreichung wider. Es finden sich darin Forschungsbeiträge neben Erfahrungsberichten sowie Maßnahmen mit Breitenwirkung neben Darstellungen für spezifische Zielgruppen. Nachvollziehbar verbunden werden diese vielfältigen Ansätze durch ihre thematisch-inhaltliche Einordnung, die sich in die folgenden Kapitel aufgliedert:

- ❖ Labore in den Ingenieurwissenschaften: Digitale und didaktische Innovationen *Vom Aufbau und Betrieb von Remote-Laboren bis hin zu ihrem Einsatz zur Kreativitätsförderung von Studierenden*
- ❖ goING abroad! Förderung von Internationalisierung und Auslandsmobilität *Von Auslandsaufenthalten und internationalen Austauschprogrammen bis hin zu transnationalen Online-Lehrveranstaltungen*
- ❖ Fokus Entrepreneurship: „Gründer-Spirit“ entwickeln und umsetzen *Vom Hands-on-Entrepreneurship bis hin zur Vermittlung des Themas im Rahmen eines interdisziplinären projektbasierten Lehrformats*
- ❖ Studierende im Mittelpunkt: Förderung einer aktiven und kompetenten Studienverlaufsgestaltung

*Vom Praktikum für studieninteressierte Schüler*innen über Studien- und Stipendienberatung bis hin zur Orientierungshilfe nach dem Masterabschluss*

- ❖ *Forschend – kreativ – interdisziplinär: Übergreifende Kompetenzentwicklung in „Modulen mit Mehrwert“
Von Modulen zur (Weiter-)Entwicklung von Soft Skills über die Ingenieure ohne Grenzen Challenge bis hin zur Forschungswerkstatt*
- ❖ *Professionalisierung von Lehrenden: Methoden- und Technologietrends in Lehre und Fortbildung
Von bedarfsorientierten und fachkulturnahen Angeboten bis hin zu Gamification und Mixed Reality in der Hochschullehre*

Jedes Kapitel beinhaltet mehrere Einzelbeiträge zum jeweiligen Thema, das zu Beginn des Kapitels kurz erläutert wird. Die Beiträge innerhalb der Kapitel folgen dabei einer übergreifenden Struktur, beginnend mit der Problemstellung bzw. der Forschungsfrage, die im jeweiligen Beitrag zentral bearbeitet oder untersucht wurde. Darauf aufbauend werden Lösungsansätze vorgestellt und anhand von Umsetzungsbeispielen näher erläutert. Die Beiträge schließen jeweils mit sogenannten „Lessons Learned“, die konkrete Anregungen für den Transfer des dargestellten Inhalts an andere Hochschulen oder in weitere Lehrveranstaltungen bieten. Diese Art der Zusammenstellung in kompakten Beiträgen zielt darauf, einer vielfältigen Leserschaft in den Hochschulen zu dienen. Primär richten wir uns an die Lehrenden in den Ingenieurwissenschaften. Ihnen obliegt die inhaltliche Ausgestaltung der Studiengänge, weshalb sie eine besondere Verantwortung tragen. Weiterhin hoffen wir, dass auch Vertreter*innen zentraler Einrichtungen wie hochschuldidaktische Stabsstellen oder International Offices sowie Professor*innen vielfältige Anregungen in diesem Buch finden. Nicht zuletzt richten wir uns mit diesen Beiträgen auch an die Organisations- und Personalentwickler*innen sowohl in den Zentralverwaltungen als auch in den Fakultäten.

Die in diesem Buch zusammengestellten Beiträge stellen einen Auszug der ELLI-Maßnahmen, -Erfahrungen und -Produkte dar. Detailliertere Angaben zu den hier dargestellten Maßnahmen mit systematischen Beschreibungen und Leitfäden zur Umsetzung sowie Beschreibungen weiterer Maßnahmen finden Sie online in der „ELLI BEETBox“ („ELLI Best Practices in Engineering Education Toolbox“). Weitere Informationen zur Toolbox finden Sie auf der Seite „BEETbox“ am Ende dieses Buchs.

Im Namen aller Beteiligten möchten wir an dieser Stelle dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) als Mittelgeber für die Finanzierung dieser vielfältigen und wirkungsvollen Maßnahmen danken. Darüber hinaus gilt unser Dank dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) als Projektträger für die sehr gute lange und vertrauensvolle Zusammenarbeit.

Die beteiligten Verbundpartner werden auch künftig an den beschriebenen Themen arbeiten. Wir freuen uns sehr, weiterhin in Austausch und Kontakt zu weiteren Hochschulen zu kommen und zur Verbreitung innovativer und zukunftsorien-

tierter Lösungen beizutragen. Wir hoffen, dass auch in Zukunft Mittel bereitgestellt werden, die Hochschulen in der Weiterentwicklung der Lehre unterstützen, um die große Bedeutung dieses Themas weiterhin bewusst zu machen. Mit Blick auf die bestehenden Herausforderungen, die von krisenhaften Entwicklungen in Gesellschaft und Umwelt wie bspw. der Corona-Pandemie und der globalen Erwärmung geprägt werden, bedarf es mehr denn je umfassend und exzellent ausgebildeter Fachkräfte mit Weitblick.

Unser herzlicher Dank gilt dem Redaktionsteam, das maßgeblich an der Entwicklung und Veröffentlichung dieses Buchs beteiligt war. Bedanken möchten wir uns ebenfalls bei allen, die inhaltlich und gestalterisch an diesem Buch mitgewirkt haben, sowie bei allen unseren wissenschaftlichen und studentischen Mitarbeitenden an der RWTH Aachen University, der Ruhr-Universität Bochum und der Technischen Universität Dortmund. Mit ihrem Enthusiasmus, ihren interdisziplinären Kompetenzen und ihrer Fähigkeit, über den Tellerrand hinauszuschauen, haben sie einen wichtigen Beitrag zum Erfolg des Projekts ELLI geleistet.

Wir wünschen allen Leser*innen eine anregende Lektüre und hoffen, mit diesem Handbuch die Lust auf Transfer zu fördern und anschlussfähige Impulse für die Weiterentwicklung der Lehre in den Ingenieurwissenschaften zu liefern.

Die Herausgeber*innen

Prof. Dr. phil. Ingrid Isenhardt
Prof. Dr.-Ing. Marcus Petermann
Dr. Martina Schmohr
Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. A. Erman Tekkaya
Prof. Dr. Uwe Wilkesmann

Das Redaktionsteam

Dr.-Ing. Ute Berbuir
Dr. rer. nat. Esther Borowski
Prof. Dr.-Ing. Sulamith Frerich
Joshua Grodotzki
Kathrin Hohlbaum
Karsten Lensing
Mario Nolte
Nina Schiffeler

Labore in den Ingenieurwissenschaften: Digitale und didaktische Innovationen

Labore verschiedenster Art sind fester Teil der Lehre in nahezu allen Curricula von ingenieur- und naturwissenschaftlichen Studiengängen. Für angehende Ingenieur*innen bieten praktische Versuche in Laboren die Möglichkeit, die Theorie mit der Praxis zu verknüpfen sowie das Arbeiten mit technischem Equipment und Maschinen „hands on“ zu erlernen. Zumeist konzentrieren sich die bestehenden Labore bzw. Versuche auf ein Nachvollziehen und Abarbeiten bekannter Prozessschritte sowie das Generieren bekannter Ergebnisse. Das didaktische Potential solcher Lehr-Lernformen reicht allerdings weit darüber hinaus, insbesondere im Zusammenhang mit der Integration kreativer Aufgaben sowie digitalisierungsgetriebener Fragestellungen. Im Rahmen des ELLI-Projektes wurden die zuvor erwähnten Aspekte von Laboren intensiv bearbeitet, sodass die resultierenden Forschungsergebnisse und die daraus abgeleiteten Handlungsempfehlungen in den folgenden Beiträgen dargestellt werden können. Den Einstieg in das Kapitel bildet die Essenz einer weitreichenden Untersuchung zum Aufbau und Betrieb von Remote-Laboren. Neben einer Reihe von spezifischen Besonderheiten bieten Remote-Labore – beispielsweise insbesondere in Zeiten weltweiter Pandemien – einen innovativen Ansatz, um Laborveranstaltungen in ein Onlinestudium zu integrieren. In diese Studie sind Erfahrungen aus Aufbau und Betrieb von rund einem Dutzend verschiedener Remote-Labore in ingenieurwissenschaftlichen Fächern eingeflossen. In den beiden weiteren Beiträgen werden sowohl spezifische didaktische Aspekte und technologische Innovationen als auch eine umfassende Untersuchung zeitgemäßer Themen im Labor (z. B. Industrie 4.0) diskutiert. Weiterhin werden Konzepte zur Förderung weiterer Kompetenzen wie Teamfähigkeit und Kreativität vorgestellt.

Die nachfolgenden Beiträge liefern Lehrenden, die ihre Laborveranstaltungen analysieren und fortentwickeln wollen, Impulse und Handlungsempfehlungen, um aktuelle Themen und zukunftsweisende Technologien unter Einbezug moderner, didaktischer Konzepte in ihre Labore zu integrieren.

Remote-Labore in der Ingenieurausbildung – Leitlinien für Erstellung und Betrieb

Die Ergebnisse einer qualitativen Interviewstudie von Laborbetreibenden verschiedener Remote-Labore werden dargestellt. Mit Bezug auf die typischen Herausforderungen bei Erstellung und Betrieb von Remote-Laboren werden umfangreiche konkrete Handlungsempfehlungen für Lehrende mit Laborveranstaltungen abgeleitet.

Kreativitätsförderung von Studierenden in ingenieurwissenschaftlichen Laboren

Neben der Darstellung des Status quo bzgl. der Kreativität in Laboren wird anhand eines umformtechnischen Labors exemplarisch gezeigt, wie Labore diesbezüglich analysiert und kreativitätsförderlich Elemente und Aufgabenstellungen integriert werden können. Weiterhin werden übergreifende (Um-)Gestaltungsempfehlungen für die Betreiber von Laboren formuliert.

Vorbereitung der Ingenieurlehre auf die Industrie 4.0: ein Erfahrungsbericht für Lehrende in den Ingenieurwissenschaften

Lehrende, die das Thema Industrie 4.0 in ihre Veranstaltung integrieren wollen oder eine neue Veranstaltung zu diesem Thema planen, finden hier erfahrungsbasierte Empfehlungen bezüglich theoretischer und praktischer Inhalte, die den Kompetenzerwerb von Studierenden in diesem Themenfeld unterstützen.

Remote-Labore in der Ingenieurausbildung – Leitlinien für Erstellung und Betrieb

OLIVER WEISHAUPT, NATASCHA STRENGER, MARCUS PETERMANN, SULAMITH FRERICH, JOSHUA GRODOTZKI, ALESSANDRO SELVAGGIO, A. ERMAN TEKKAYA

Auf einen Blick

- ❖ In Zeiten großer Studierendenkohorten und pandemiebedingter geschlossener Campusse ist das Anbieten von Experimenten in realen Versuchslaboren eine Herausforderung für die Laborbetreibenden.
- ❖ Remote-Labore, also über das Internet kontrollierbare Versuchseinrichtungen, bieten die Möglichkeit, diese Probleme zu lösen. Dazu wurden an der RUB und der TU Dortmund verschiedenste Remote-Labore in den Ingenieurwissenschaften geplant, errichtet und betrieben.
- ❖ Aus Experteninterviews mit den Laborbetreibenden lassen sich die Gelingensbedingungen eine erfolgreiche Erstellung und Betrieb solcher Remote-Labore ableiten. Dabei spielen nicht nur technische, sondern auch personelle und finanzielle Voraussetzungen eine Rolle sowie die didaktisch aufbereitete Einbindung in die Lehre.

1 Problemstellung

Remote-Labore sind in Zeiten digitaler Lehre ein entscheidender Grundpfeiler, um die elementar wichtige Laborausbildung in den verschiedenen Ingenieurdisziplinen zu digitalisieren. In diesem Beitrag wird der Begriff Remote-Labore als die Art eines Labors verstanden, bei der Studierende und Lehrende eine reale, physische Maschine oder Apparatur per Internetzugriff ansteuern und so aus der Ferne Experimente durchführen können. Ihren Ursprung haben Remote-Labore in der Elektrotechnik, wo oft skalierte Varianten komplexerer Versuche fundamentale Zusammenhänge anschaulich erfahrbar machen. Im Gegensatz dazu fußt dieser Beitrag auf acht Jahren Planung, Implementierung und Betrieb von Remote-Laboren aus den Bereichen Maschinenbau, Bauingenieurwesen und Elektrotechnik und ermöglicht daher die Bewertung von Remote-Laboren sehr unterschiedlicher Größenordnungen [1, 2]. Somit sind Lehrende aller Ingenieurwissenschaften und anderer Studiengänge angesprochen, in denen physische Labore Teil der Ausbildung bzw. des Studiums sind.

Remote-Labore haben viele Vorteile gegenüber der klassischen Variante, sogenannten Hands-on-Laboren, bei denen die Lernenden physisch in der Laborumgebung anwesend sein müssen. Dominierend ist die Möglichkeit, zeit- und ortsunabhängig Experimente über das Internet durchführen zu können. Hierdurch entfällt die Notwendigkeit, dass der Arbeitsplatz des Experimentierenden zugleich der Ort des realen Labors ist. Nicht zuletzt in Zeiten einer globalen Pandemie gewinnt dieser Aspekt stetig an Bedeutung. Auch zuvor war der Trend des Lernens und Arbeitens aus der Ferne, z. B. von zu Hause aus, schon deutlich sichtbar. Zusätzlich können Remote-Labore Lernenden zur Verfügung gestellt werden, ohne dass diese eine Sicherheitseinweisung für die Maschine und den Arbeitsplatz benötigen. Dies spart Zeit und Personalkosten gleichermaßen. Darüber hinaus entfällt die Verpflichtung, die Nutzenden eines Labors mit einer entsprechenden Sicherheitsausrüstung auszustatten. Hierdurch können über mehrere Jahre des Betriebs und bei immer größeren Studierendenzahlen auch Kosten sowie Personaleinsatz bei der Vorbereitung und Durchführung des Labors eingespart werden. Schließlich kann ein Remote-Labor einen großen Beitrag zur Ressourcenschonung leisten, indem es von mehreren Orten aus gemeinsam genutzt werden kann und so eine Mehrfachnutzung einzelner Maschinen durch unterschiedliche Universitäten ermöglicht.

Den zahlreichen Vorteilen stehen jedoch auch einige Nachteile bzw. Hürden gegenüber, die es zu beachten gilt, sofern man sich als Laborbetreibende*r für die Remotisierung, d. h. die Überführung eines bestehenden Labors in ein Remote-Labor, entscheidet. Neben dem hohen initialen Zeit- und Personaleinsatz gilt es die Frage zu beantworten, ob Remote-Labore zur Erreichung der definierten Lernziele das bestmögliche Tool darstellen und somit die Anfangsinvestitionen rechtfertigen. Zudem ist es bei Remote-Laboren notwendig, die experimentelle Freiheit zu limitieren, was eine Anpassung der Lernziele erfordern kann. Konkret bedeutet dies, dass die Studierenden in der Remote-Variante nur auf einen eingeschränkten Funktionsumfang des Labors zurückgreifen können.

Um die Entscheidung von Laborbetreibenden, ein Labor in ein Remote-Labor umzurüsten, zu unterstützen und ihnen bei der Planung, Umsetzung und dem Betrieb eines solchen Labors nützliche Hilfestellung zu geben, ist es das Ziel dieses Beitrags, drei Leitfragen rund um das Thema Remote-Labore zu beleuchten:

- I) Was spricht für, was gegen die Remotisierung eines bestehenden Labors? Was sind mögliche Alternativen?
- II) Wenn die Eignung eines Remote-Labors festgestellt wurde, welche Aspekte und möglichen Stolperfallen gibt es beim Aufbau zu beachten?
- III) Wie müssen Einsatz und Betrieb in Lehre und Forschung gestaltet werden, um ein einmal erstelltes Remote-Labor erfolgreich zu erhalten?

Hierzu wurden Experteninterviews von erfahrenen Remote-Laborbetreibenden durchgeführt, die anschließend systematisch analysiert wurden. Die dadurch gewonnenen Erkenntnisse wurden kategorisiert und als Grundlage zur Beantwortung der o. g. Leitfragen herangezogen.

Im folgenden Kapitel werden die an der Ruhr-Universität Bochum (RUB) und der Technischen Universität Dortmund (TUD) entwickelten und untersuchten Remote-Labore den beteiligten Ingenieurdisziplinen zugeordnet. Anhand zweier exemplarisch ausgewählter Labore wird eine detailliertere Beschreibung des Aufbaus und Einsatzes in der Lehre gegeben. Diese Labore wurden aufgrund ihres fortgeschrittenen Entwicklungsstandes und des vielfältigen erprobten Einsatzes in der Lehre ausgewählt. In Kapitel 3 wird der gewählte Lösungsansatz vorgestellt. Dieser besteht aus der Durchführung von Experteninterviews und einer qualitativen Inhaltsanalyse. Anschließend werden in Kapitel 4 die durchgeführten Experteninterviews ausgewertet und darauf aufbauend die Erfahrungen und Erkenntnisse aus acht Jahren Aufbau und Betrieb verschiedener Remote-Labore geschildert. In Kapitel 5 werden die Erkenntnisse zu elementaren Stichpunkten zusammengefasst, um die drei o. g. Leitfragen zu beantworten.

2 Untersuchte Remote-Labore

Für einen kurzen Überblick der im ELLI-Projekt entwickelten Remote-Labore werden für diese zehn Remote-Labore die zugehörigen Fakultäten und Forschungsbereiche in Tabelle 1 vorgestellt. Für die zwei ausgewählten Labore „Teleoperative Prü fzelle zur Materialcharakterisierung“ und „Strömungsmessung“, die aufgrund ihres technologischen Entwicklungsstandes und des vielfältigen Einsatzes in der Lehre ausgewählt wurden, wird nachfolgend eine detailliertere Beschreibung gegeben. Eine umfangreichere Übersicht aller Remote-Labore mit zugehörigen Beschreibungen, Aufgabenstellungen und Ansprechpartnern ist im Internet zu finden [3].

Tabelle 1: Übersicht über die entwickelten Remote-Labore

Fachbereich	Labor	Symbol	Lehrstuhl	Forschungsfeld
Bau- und Umwelt-ingenieurwesen	Laborkläranlage		Siedlungswasserwirtschaft und Umwelttechnik	Siedlungswasserwirtschaft
Elektro- und Informationstechnik	Fahrsimulator		Eingebettete Systeme der Informationstechnik	Elektro- und Informationstechnik, Angewandte Informatik
Maschinenbau	Scheitelrollenprüfstand für Elektrofahrzeuge		Energiesysteme und Leistungsmechatronik	Elektromobilität
	Sil-O-Lab		Hochfrequenzsysteme, Elektronische Schaltungstechnik und Feststoffverfahrenstechnik	Hochfrequenztechnik, Elektronische Schaltungstechnik Mechanische Verfahrenstechnik

(Fortsetzung Tabelle 1)

Fachbereich	Labor	Symbol	Lehrstuhl	Forschungsfeld
Maschinenbau	Strömungsmessung		Feststoffverfahrenstechnik	Verfahrenstechnik, Strömungsmechanik, Messtechnik
	Geräuschmessung		Industrie- und Fahrzeugantriebstechnik	Getriebetechnik, Akustik, Messtechnik, Signalverarbeitung
	Teleoperative Prüfzelle		Umformtechnik und Leichtbau	Materialcharakterisierung in der Umformtechnik
	Temperaturprofil im Wärmeübertrager		Fluidverfahrenstechnik	Energie- und Verfahrenstechnik
	Thermophysikalische Stoffdaten		Experimentelle Thermodynamik der Verfahrenstechnik	Verfahrenstechnik, Thermodynamik
	Virtuelles Labor für SPS-Programmierung		Produktionssysteme	Produktionsautomatisierung

2.1 Remote-Labor zur Strömungsmessung am FVT der Ruhr-Universität Bochum

Das Remote-Labor „Strömungsmessung“ dient der Untersuchung des auftretenden Druckverlustes innerhalb der Einbauten einer verfahrenstechnischen Anlage bzw. einer Partikelschüttung. Der Aufbau ist in Abbildung 1 dargestellt. Die Anlage umschließt ein Volumen von ca. 45 m³, ist für einen Druck von 16 MPa und für Temperaturen bis zu 200 °C ausgelegt. Innerhalb der Anlage wird von einem Kreiselpumpenmodul (A) mit 18 kW Leistung kinetische Energie auf die Strömung übertragen. Die durch diese Energie in Bewegung gesetzte Strömung verliert beim Durchlaufen der Anlage einen Teil ihrer enthaltenen Energie, was als Verringerung des vorliegenden Drucks messbar ist und daher als Druckverlust bezeichnet wird. Dieser Druckverlust tritt in allen Anlagen auf – von allgegenwärtigen Heizungskreisläufen in Gebäuden bis hin zum großen Industriemaßstab eines Chemieparks. Dementsprechend wichtig ist es für Studierende der Verfahrenstechnik, die Auswirkungen von Rohreinbauten auf den Druckverlust und den sich einstellenden Betriebspunkt einer Kreiselpumpe zu verstehen. Dazu dienen z.B. die pneumatisch regelbare Drossel (B) sowie die Kugelschüttung (C), die je nach angewähltem Strömungspfad untersucht werden können. Anhand einer Veränderung der Anlagenkennlinie, welche durch die Drossel beeinflusst wird, lernen Studierende die Abhängigkeit des optimalen Betriebspunkts der Pumpe vom Druckverlust kennen. Anhand des Differenz-

drucksensors (D) wird der Druckverlust über der Kugelschüttung gemessen und die Gültigkeit verschiedener Vorhersagemodelle untersucht.

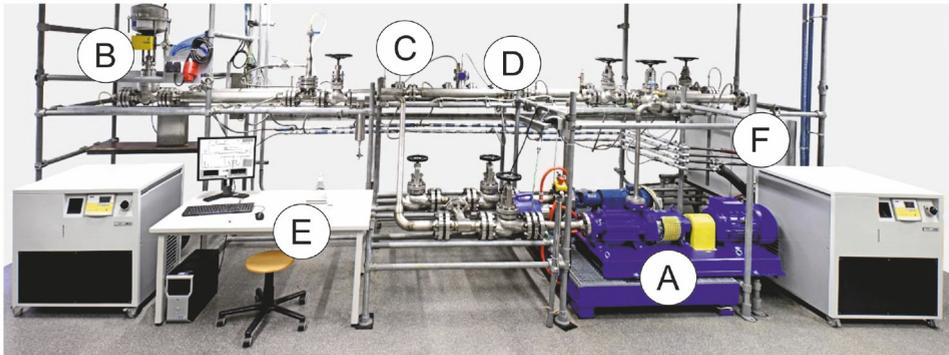


Abbildung 1: Remote-Labor „Strömungsmessung“

Der Aufbau wird mittels eines auf dem Labor-PC (E) installierten LabVIEW-2014-Programms gesteuert, das mit einer übergeordneten Nutzer-Verwaltungsplattform verbunden ist und den Aufbau softwareseitig absichert. Entsprechend können Studierende den Strömungsweg und die Leistung der Pumpe nur innerhalb der von der Software vorgegebenen Grenzen beeinflussen. Die Kommunikation zwischen dem Labor-PC und der Anlage erfolgt über ein NI-cDAQ-System, das zur Erfassung und Ausgabe der verschiedenen Mess- und Steuergrößen mit mehreren NI-Modulen bestückt ist. Mittels der im Schaltschrank (F) verbauten Sicherheitstechnik, z. B. in Form einer Watch-Dog-Schaltung zur automatischen Abschaltung, wird die hardwareseitige Absicherung des Prüfstandes realisiert. Zusätzlich wird die Anlage über das Nutzer-Verwaltungssystem vor Fremdzugriffen auf die Software abgeschirmt. Das Labor ist einerseits in einem Messtechnik-Laborpraktikum im Bachelorstudiengang einsetzbar mit dem Ziel, die allgemeine Arbeitsweise von Kreiselpumpen kennenzulernen, andererseits im Masterstudium zur Analyse des Druckverlusts infolge komplexer Strömungsformen, die bspw. in reaktiven Festbetschüttungen entstehen.

2.2 Remote-Labor zur Materialcharakterisierung in der Umformtechnik am IUL der TU Dortmund

Dieses Remote-Labor ermöglicht, wie in Abbildung 2 gezeigt, die Durchführung verschiedener Experimente mit einer Universal-Prüfmaschine (1) für Remote-Zug- und Druckversuche sowie einer Blechprüfmaschine (2) für Näpfchen-Versuche (Tiefziehen). Beide Maschinen und die an ihnen durchführbaren Experimente sind von grundlegender Bedeutung in der Umformtechnik. Sie liefern Materialkennwerte, die für analytische Berechnungen der Prozesskräfte, Computersimulationen oder Bauteilauslegungen genutzt werden. Die Maschinen, der Roboter (4), der die Proben automatisch in die Maschinen einlegt, und der Mikrocontroller (5), sind durch ein übergeordnetes Steuerungs- und Sicherheitssystem (6) miteinander verbunden, das

auf der Software LabVIEW NXG basiert. Im Falle der Blechprüfmaschine kann das Experiment neben den im Raum verbauten Webcams noch über ein hochauflösendes optisches Messsystem (3) beobachtet und ausgewertet werden. Der Zugriff auf das Remote-Labor erfolgt über eine selbst entwickelte Steuerungs- und Benutzerverwaltungsplattform. Aufgrund der hohen Anzahl an Livestreams musste ein neuer Breitbandanschluss in die Versuchshalle gelegt werden, um die Daten performant verarbeiten zu können. Über den gesamten Entwicklungszeitraum hinweg bestand das multidisziplinäre Team aus Fertigungsingenieuren, Elektrotechnikingenieuren und Automatisierungs- und IT-Spezialisten.

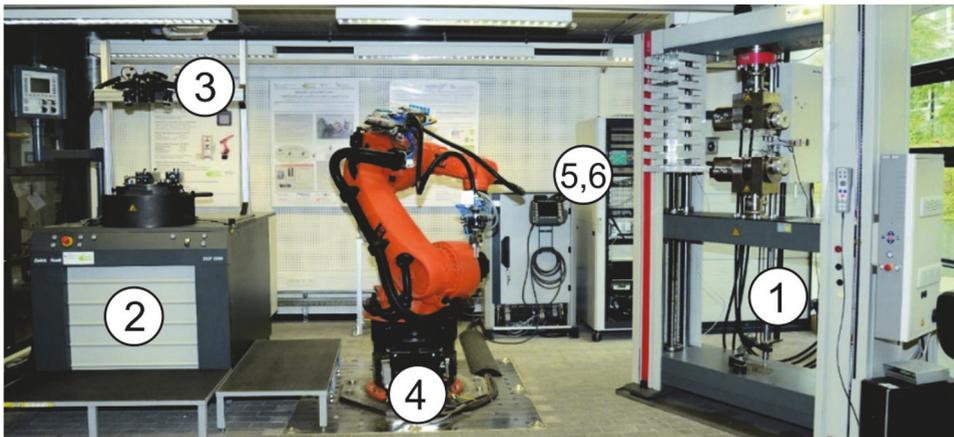


Abbildung 2: Automatisierte, teleoperative Prü fzelle zur Materialcharakterisierung

In den Grundlagenvorlesungen des Bachelorstudiums wird das Remote-Labor für Live-Demonstrationen während Vorlesungen und Übungen genutzt. Die Dozierenden erfragen mit Hilfe von Audience-Response-Systemen die von den Studierenden erwarteten Ergebnisse, z. B. die aufzubringende Kraft oder die erreichte Spannung im Bauteil, die dann direkt live überprüft werden. Im späteren Bachelorstudium wird die Remote-Prü fzelle für selbstständig durchzuführende Experimente von den Studierenden direkt genutzt. Hierbei stehen neben Parametereinflüssen der generelle Ablauf und die Auswertung sowie der Umgang mit experimentellen Messdaten im Vordergrund. Dank des Remote-Labors konnte eine solche Form des selbstständigen Experimentierens erstmals im Bachelorstudium verankert werden. Im Masterstudium wird das Remote-Labor im Zuge der Vorbereitung für die internationalen Studierenden genutzt. Sie nutzen das Equipment von ihren Ländern aus, um ihre erste ingenieurwissenschaftliche Aufgabe noch vor ihrer Ankunft in Deutschland zu bewältigen. Über die letzten sieben Jahre gab es daher Zugriffe aus mehr als zwei Dutzend Ländern weltweit.

3 Lösungsansatz

Zur Sicherung der Erfahrungen, Herausforderungen und Ergebnisse auf den Gebieten der Erstellung und des Betriebs von Remote-Labore wurde eine systematische Befragung der Laborentwickler*innen bzw. der aktuellen Laborbetreiber*innen durchgeführt. In diesen Experteninterviews, in denen die Befragten nicht aufgrund ihrer Person, sondern aufgrund ihres Fachwissens bezüglich des relevanten Fachbereichs befragt werden [4], wurde ein semistrukturierter Interviewleitfaden mit offenen Fragen verwendet. Er wurde unter Einbezug von ehemaligen Studierenden, die jetzt als Mitarbeitende der Lehrstühle arbeiten, optimiert. In einem abschließenden Test wurde der Interviewleitfaden in einem Gespräch mit einem ehemaligen Mitarbeiter, der selbst ein Remote-Labor aufgebaut und Experimente damit durchgeführt hat, erprobt. Die resultierenden fünf Themenfelder des Interviewleitfadens sind in Tabelle 2 aufgeführt. Somit werden alle Phasen von der anfänglichen Planungsphase bis hin zur dauerhaften Implementierung in der Ausbildung abgedeckt. Aufgrund der offenen Fragestellungen wurden immer dann Folgefragen gestellt, wenn nach Meinung der Interviewenden bestimmte Aspekte unerwähnt geblieben waren oder die Antworten weiterer Erklärungen bedurften. Die Interviews wurden sowohl an der RUB als auch an der TUD mit zwei bis drei Interviewpartner*innen, bestehend aus Professor*innen und beteiligten Mitarbeitenden, über einen Zeitraum von 60 bis 90 Minuten durchgeführt. Alle Interviews wurden mit einem Diktiergerät aufgezeichnet, transkribiert und mittels der strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse ausgewertet. Dazu wurden im Vorfeld analytische Kategorien gebildet, denen die Interviewinhalte zugeordnet werden konnten. Infolge der Zuordnungen zu den Hauptkategorien wurden weitere thematische Unterkategorien gebildet, um innerhalb der Kategorien Differenzierungen zu ermöglichen. Diese Kategorien blieben jedoch während der Interviews und der Analyse neu entstehenden Kategorien und Themenfeldern gegenüber offen, um eine dynamische Strukturierung zu ermöglichen [5].

Tabelle 2: Themenfelder des Interviewleitfadens

Themenfeld 1	Allgemeine Fragen und Geschichte des Remote-Labors
Themenfeld 2	Planungsphase des Labors
Themenfeld 3	Entwicklung und Implementierung
Themenfeld 4	Durchführung von Experimenten
Themenfeld 5	Schlussfolgerungen und Ausblick

Im Rahmen der durchgeführten Auswertung der Remote-Labore beider Universitäten wurden vier Hauptkategorien erstellt, anhand derer die „Lessons Learned“ gegliedert wurden.

4 Auswertung der Experteninterviews

Die Kategorisierung der Ergebnisse erfolgte zuerst gemäß den Bereichen: „Technische Herausforderungen“, „Didaktisches Konzept und Lernziele“ und „Projektmanagement“ [7]. Aufgrund der Untersuchungen an der TUD wurde im Rahmen der dynamischen Analyse die vierte Kategorie „Verstetigungsbedingungen“ hinzugefügt, deren Inhalte nicht durch die drei bestehenden Kategorien abgedeckt wurden. Die Ergebnisse bezüglich der teleoperativen Prüfwelle zur Materialcharakterisierung am IUL der TUD werden nachfolgend vorgestellt und mit den Ergebnissen aus der an der RUB durchgeführten Befragung verglichen. Dadurch werden Gemeinsamkeiten und Unterschiede bei der Erstellung mehrerer Remote-Labore im Vergleich zum Fokus auf ein einzelnes, komplexeres Labors aufgezeigt [6].

4.1 Technische Herausforderungen

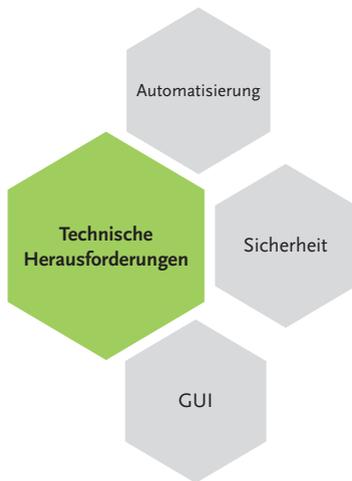


Abbildung 3: Die wichtigsten technischen Herausforderungen bei der Implementierung von Remote-Laboren

In diesem Kapitel werden die Erkenntnisse und Erfahrungen mit der implementierten Technologie vorgestellt. Die wichtigsten technischen Herausforderungen, die in den Interviews benannt wurden, bezogen sich einerseits auf die Automatisierung und Steuerung der Hardwarekomponenten, die zu den Maschinen, Kameras sowie Steuereinheiten gehören, andererseits auf die Softwarekomponenten, die grafische Darstellung des Labors sowie die Sicherheitskonzepte.

Die physischen Komponenten der teleoperativen Prüfwelle wurden aus kommerziell erhältlicher Hardware ausgewählt. Daher wurde die Entwicklung auf die erforderliche Software und Steuerung konzentriert, die in ihrem heutigen Zustand eine mehrjährige Entwicklungszeit beinhaltet. Die Interviewten gaben an, dass die Programmierung der automatisierten Fernsteuerung, insbesondere an den Kommunikationsschnittstellen zwischen den Geräten, stellenweise durch Ausprobieren erfolgen musste, obwohl die installierten Kommunikationsprotokolle bekannt waren. In diesen Fällen waren die Speicherorte bestimmter Daten auf den vorhandenen Steuergeräten nicht bekannt. Dies führte zu individualisierten und hochkomplexen Systemen, welche die Eigenentwicklung einer Verwaltungsplattform verlangten. Diese neu entwickelte Plattform, getauft HALO – **H**aus der **L**abore, fungiert einerseits als Benutzerverwaltungs- und Zeitplanungssystem und ermöglicht andererseits die Kommunikation mit einer beliebigen Anzahl von Experimenten. Für die Interviewten war vor allem die Sicherheit von Mensch und Maschine von Bedeutung. Dazu wurde das Labor unter hohem Aufwand mit einem Sicherheitssystem zur

Vermeidung von Sach- oder Personenschäden ausgestattet. Die Software limitiert ausführbare Befehle innerhalb sicherer Betriebsgrenzen und genehmigter Bewegungsabläufe und dient der Vermeidung von Sachschäden. Zusätzlich ist eine Notabschaltung implementiert. Hardwareseitig wird ein Laservorhang verwendet, um die Sicherheit von Personen zu garantieren. Dieser ist von der Steuerung getrennt und erlaubt die Verwendung des Labors nur bei einem kontinuierlich eingehenden Signal, sodass ein Ausfall oder Bewegungen in der Nähe der Maschinen eine Notabschaltung auslösen. Nach einer Notabschaltung durch eines der beiden Systeme ist eine Analyse der Fehlerquelle und ein manueller Neustart erforderlich. Dies ist nach Meinung der Experten*innen ein wichtiges Merkmal, um den unsachgemäßen Weiterbetrieb nach einer Störung zu unterbinden.

Beim Vergleich der Ergebnisse der Experteninterviews beider Universitäten zeigte sich, dass die Komplexität der Remote-Labore eine Herausforderung darstellt. Dabei wurde zwischen der Komplexität der Benutzerschnittstelle und der Komplexität des zugrunde liegenden Steuerungssystems unterschieden. Um ein stabiles System zu schaffen, mussten an beiden Universitäten Einschränkungen und Vereinfachungen vorgenommen werden. Besonders deutlich wurde dies bei einigen Laboren an der RUB, die ursprünglich konzipiert wurden, um „übliche“ Experimente ferngesteuert durchführen zu können. Diese mussten im Vergleich zu den vor Ort durchgeführten Experimenten verändert bzw. in ihrem Umfang reduziert werden. Das Labor an der TUD wurde explizit aufgrund seiner leichteren Remotisierbarkeit gewählt, da der Messvorgang bereits hochautomatisiert war, sodass fast keine sensorische Rückmeldung verloren ging und es dadurch weniger Anpassungen gegenüber dem realen Labor bedurfte. Dies erlaubte den Erhalt des hohen Realitätsgrades und des Lernpotentials. An der RUB sind die meisten Labore auf eine gewisse Abstraktion der GUI angewiesen, während an der TUD eine GUI gewählt wurde, die den Studierenden unter Einbezug von Videostreams und experimenteller Rohdaten eine möglichst realistische Laborerfahrung ermöglichen sollte. Rückblickend gaben die meisten an der RUB befragten Expert*innen an, sie würden heute auch empfehlen, mehr sensorisches Feedback in die Interfaces zu integrieren. An beiden Universitäten wurden die implementierten Sicherheitskonzepte sowohl auf der Hardware- als auch der Softwareseite umgesetzt. Für alle Labore erlegten diese Konzepte dem Versuchsaufbau Einschränkungen und Restriktionen auf, um die Sicherheit und Stabilität im Remote-Betrieb zu gewährleisten. Die Stabilität der Systeme wurde jeweils durch eine Einschränkung der auswählbaren Parameter erreicht.

4.2 Didaktisches Konzept und Lernziele



Abbildung 4: Die wichtigsten didaktischen Herausforderungen bei der Implementierung von Remote-Laboren

Die in diesem Kapitel vorgestellten didaktischen Elemente berücksichtigen die Einbeziehung der Perspektive der Studierenden, die Zusammenarbeit mit Fachdidaktikern, die für die Lernzielerreichung erforderliche grafische Darstellung, die Vorbereitung der Studierenden auf die Experimente sowie die Nutzung des Remote-Experiments als Lehrmittel.

Die Zielgruppe des Remote-Labors an der TUD sind primär Bachelor-Studierende der Fachrichtungen Maschinenbau, Maschinenbauinformatik, Logistik und Wirtschaftsingenieurwesen. Die Perspektive der Studierenden wurde nur durch die Reflexion und Erfahrung der Entwicklerteams berücksichtigt, da die meisten Mitglieder des Entwicklungsteams mindestens einen vergleichbaren Studiengang belegt hatten. Dennoch empfahl das Team der TUD, mindestens für den letzten Schliff der Entwicklung die Meinung der Studierenden einzuholen. Von Anfang an unterstützte ein fachdidaktisches Team das technische Team, indem es Lernziele analysierte und den Nutzen des Remote-Labors durch eine kontinuierliche Evaluation erhöhte. Dabei wurde die Fähigkeit der eigenständigen Planung und Auswertung von Experimenten zur Beantwortung wissenschaftlicher Fragen als wichtigstes Lernziel definiert, anstatt die Bedienung der Geräte in den Vordergrund zu stellen. Diese letztgenannte Fähigkeit setzt eine haptische Mensch-Maschine-Interaktion voraus und kann nur durch Hands-on-Labore erworben werden. Für die Remotisierung des Labors wurde ein Aufbau gewählt, der hinsichtlich des Funktionsumfangs nur geringfügige Unterschiede zum Hands-on-Labor aufweist. Der Wegfall der manuellen Interaktion lenkt die Konzentration auf die Lernziele, indem nur Aktionen ermöglicht werden, die zur Erreichung dieser Ziele förderlich sind. Darüber hinaus wurde die GUI so getreu wie möglich an das praktische Experiment angelehnt, um einen realistischen Eindruck vom „Arbeiten im Labor“ zu vermitteln. Den Studierenden stehen für die Nutzung des Labors nur begrenzte Zeitfenster zur Verfügung; daher müssen die Gruppen einen Versuchsplan aufstellen und relevante Daten im Team kombinieren, sodass das Erreichen des Lernziels sichergestellt ist. Alle Interviewten empfahlen, erforderliches Hintergrundwissen aus den Vorlesungen vor Beginn der Experimente in einem digitalen Quiz zu überprüfen. Hierzu wird zusätzlich vor der Durchführung des Experiments eine Einführung in die Steuerungs- und Benutzerverwaltungsplattform und die GUI durch Präsentationen und Video-Tutorials angeboten. An der TUD werden diese Einführungen zukünftig durch eine interaktive Demo ersetzt, um Studierende mit der Bedienung des Remote-Labors vertraut zu machen.

Die anfängliche Zielgruppe für das Remote-Labor an der TUD waren ausschließlich Studierende im Bachelor-Studiengang, während die anfängliche Zielgruppe an der RUB auch Studierende im Master-Studiengang einschloss. Das Remote-Labor an der TUD wurde jedoch aufgrund der kleineren Gruppengröße zunächst zu Testzwecken in einem internationalen Master-Vorkurs genutzt. Die Teams an beiden Universitäten bezogen nur selten die Perspektive der Studierenden für die Erstellung der GUI ein – dies führte rückblickend zu einer Erhöhung des Arbeitsaufwandes. Ein Unterschied wurde bei der Zusammenarbeit mit Fachdidaktiker*innen festgestellt. Die Mitarbeiter*innen der RUB gaben an, dass sie selbst ihre Expertise in der Lehre für ausreichend hielten und das erforderliche Verständnis für hochkomplexe Messtechniken für die Entwicklung geeigneter Lehransätze am wichtigsten sei. Dementsprechend wurden kaum Didaktiker*innen zur Erstellung des didaktischen Konzepts einbezogen. Demgegenüber arbeitete das Entwicklungsteam an der TUD von Beginn des Projekts an eng mit einem Team von Fachdidaktiker*innen derselben Universität zusammen. Das didaktische Team unterstützte bei der Auswahl der Experimente, der Definition von Lernzielen und der Formulierung von Aufgaben sowie beim generellen Verständnis der Unterschiede zwischen vor Ort durchgeführten Experimenten und Remote-Experimenten. Der erforderliche Grad an Automatisierung und Benutzerfreundlichkeit war an beiden Universitäten ähnlich hoch. Dies erlaubt es erfahrenen Internetnutzer*innen, Experimente durchzuführen, ohne die beteiligten Mechanismen des Remote-Labors an sich verstehen zu müssen. An der RUB ergab sich daher teilweise im Nachhinein die Notwendigkeit, die Komplexität einiger Laboraufbauten zu reduzieren. Die ursprünglichen Lernziele wurden angepasst, und der Schwerpunkt verlagerte sich weg vom Verständnis und der Durchführung einer Messtechnik hin zum Erzeugen von experimentellen Daten und die anschließende Auswertung. Letztere sind Lernziele, die an der TUD bereits zu Beginn für die schon hoch automatisierte Ausrüstung und weniger anspruchsvollen Messtechniken definiert wurden. Als letzter Punkt wurde von einigen Entwicklern an der RUB geäußert, es sei unwahrscheinlich, dass ein Remote-Experiment ein vor Ort durchgeführtes Experiment vollständig ersetzen könne. Als Gründe wurden die Bedeutung der umfassenderen, aber meist unbemerkten Sicherheitskonzepte, die fehlende Förderung manueller Fertigkeiten und ein falsches Zeitempfinden genannt. Das Team an der TUD betrachtet sein Labor als validen und umfassenden Ersatz, der jedoch am besten in Kombination mit zusätzlichen praktischen Experimenten genutzt werden kann, da nur so alle Lernziele bestmöglich erreicht werden können.

4.3 Projektmanagement

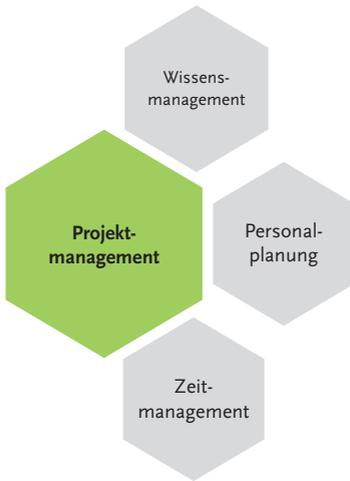


Abbildung 5: Die wichtigsten Herausforderungen für das Projektmanagement bei der Implementierung von Remote-Laboren

Das so verfügbare Wissen erlaubte es, nur erfolgreiche Ideen zu dokumentieren und Ideen auszulassen, die sich wegen ihres zu hohen Aufwandes als nicht realisierbar erwiesen hatten. Das Zeitmanagement wurde oft durch externe Faktoren beeinträchtigt, was manchmal die Reduzierung selbst gesteckter Ziele erforderte, um den Zeitplan einzuhalten. Viele Interviewte gaben an, dass insbesondere nachträgliche Anpassungen des Sicherheitskonzepts zu Verzögerungen im Projektplan geführt hatten. Nach Angaben der Befragten wurde ein volles Arbeitsjahr benötigt, bis das jeweilige Labor mit seinen Basisfunktionen genutzt werden konnte. Im Hinblick auf das Gesamtprojektmanagement musste stets die Verhältnismäßigkeit des Aufwands jedes Entwicklungsschritts sorgfältig geprüft werden. Änderungen an ursprünglichen Konzepten waren nur durchführbar, wenn sie für eine hohe Anzahl von Remote-Experimenten einen reduzierten Aufwand während des Betriebs ermöglichten, sich also rechneten. Teilweise konnte die Entwicklung in Form von wissenschaftlichen Abschlussarbeiten ausgelagert werden, wodurch der Aufwand aufseiten der Mitarbeitenden reduziert wurde. Dabei erhielten Studierende die Möglichkeit, an einem realen Projekt zu arbeiten und zusätzliche Fähigkeiten im interdisziplinären Kontext von Wissenschaft, Didaktik und Industrie 4.0 zu erlangen.

Bei allen Laboren kam es aufgrund unvorhergesehener Herausforderungen in der Entwicklungsphase zu Verzögerungen im ursprünglichen Zeitplan. Die Anforderungen an die Entwicklung von Hardware- oder Softwarelösungen wurden von den Forschungsmitarbeitern oft unterschätzt und führten bei den meisten Projekten zu erheblichen Verzögerungen. Für einige der komplexeren Laboratorien an der RUB mussten sowohl die Lerninhalte als auch die Hardware während der Entwicklung mehrfach angepasst werden. Die Wahl eines technisch und didaktisch geeigne-

Erkenntnisse zum Projektmanagement, d. h. insbesondere zur Teamarbeit, zum Wissensmanagement, zum Zeitmanagement und zu unvorhergesehenen Verzögerungen, werden in diesem Abschnitt zusammengefasst.

Die Auswertung aller Interviews zeigte, dass sich während der Entwicklungsphasen sowohl an der RUB als auch an der TUD die Teamarbeit weg von überwiegend individueller Arbeit hin zu gemeinsamer Projektarbeit wandelte. Regelmäßige Teamsitzungen wurden genutzt, um aktuelle und anstehende Entwicklungen zu besprechen. Dies hat sich besonders in Zeiten als nützlich erwiesen, in denen Mitarbeiter*innen wegen auslaufender Verträge das Team verlassen oder andere sich ihm neu angeschlossen haben. Darüber hinaus haben einige Teammitglieder nahezu von Anfang an das Projekt bearbeitet.

ten Labors an der TUD machte diese Iterationen überflüssig. Der Aufbau eines dezentralen Labors erfordert generell ein interdisziplinäres Zusammenwirken von Kompetenzen aus dem jeweiligen Fachgebiet jener Ingenieurdisziplin, in der das Remote-Labor genutzt werden soll, mit der Elektro- und Regelungstechnik, Automatisierungstechnik sowie der Informatik. Die Befragten erwähnten oft, dass deshalb zusätzliches Fachwissen erworben werden musste. In den Interviews an der RUB wurde empfohlen, dass mindestens eine Person das Projekt während der gesamten Entwicklungszeit betreut und daran arbeitet, um Kenntnisse in den erforderlichen Bereichen zu erwerben und zusätzlich als eine Form der Dokumentation zu dienen. Als Gegenbeispiel dient das Remote-Labor an der TUD, da das gemischte Team hier aus Maschinenbauern, Informatikern sowie Automatisierungs- und Elektrotechnikern keine derartigen Probleme meldete. Das multidisziplinär aufgestellte Team ermöglichte einen einfacheren Aufbau der Experimente und eine striktere Konzentration auf das Steuerungssystem und didaktische Aspekte. Für alle Labore erwähnten die Befragten, dass Standardverfahren für die Dokumentation ungeeignet waren und angepasst werden mussten.

4.4 Verstetigungsbedingungen



Abbildung 6: Die wichtigsten Verstetigungsbedingungen bei der Implementierung von Remote-Laboren

Dieser vierte und letzte Absatz enthält die Erkenntnisse, die aus dem Übergang zu einem dauerhaft betriebenen und gewarteten Remote-Labor gewonnen wurden sowie andere nützliche Aspekte hinsichtlich der Entwicklung und Synergien.

Das voll ausgebaute Remote-Labor, das anfänglich einen enormen Aufwand erforderte, reduziert die Arbeitsbelastung des Personals und die Betriebskosten erheblich, da keine Sicherheits- und Betriebsanweisungen und keine persönliche Schutzausrüstung für die Teilnehmenden erforderlich sind. Aufgrund seiner Einschränkungen bezüglich der Sicherheitskonzepte und Lernziele erwies sich das Remote-Labor als alleiniges Mittel zur Durchführung wissenschaftlicher Forschung jedoch als ungeeignet. Dennoch wird die Ausrüstung in ihrer Vor-Ort-Version, die nur geringfügige Modifikationen erfordert, im großen Umfang für wissenschaftliche Forschung und Studienarbeiten genutzt. Dadurch entstehen Synergieeffekte bzw. ein „zweiter Anwendungsfall“. Dieser trägt dazu bei, das Remote-Labor über die Finanzierungsphase hinaus zu erhalten, da die Geräte auch in ihrer normalen, nicht ferngesteuerten Betriebsart einen wissenschaftlichen Mehrwert generieren. Daher müssen Vereinbarungen zwischen Auszubildenden und Forschenden bezüglich der Abstimmung von Remote-Experimenten und wissenschaft-

licher Forschung getroffen werden. Dazu muss die Remote-Konfiguration des Labors nach jeder Forschungsphase wiederhergestellt werden. Die Interviewten empfehlen, das Wechseln zwischen der Remote-Konfiguration für die Ausbildung von Studierenden und der regulären Konfiguration zum Einsatz im wissenschaftlichen Forschungsbetrieb, von Anfang an zu berücksichtigen. Nach ihrer Meinung sollte die Beantragung von Forschungsgeldern mit der Nutzung im Ausbildungskontext kombiniert werden, um die Erfolgsaussichten zu erhöhen. Die Entwicklung eines Remote-Labors auf der Basis bereits vorhandener Ausrüstung sollte sich auf solche Geräte konzentrieren, die wissenschaftlich genutzt werden, gleichzeitig aber eine ausreichende Stillstandzeit aufweisen und über Steuereinheiten verfügen, die leicht für die Remote-Steuerung konfiguriert werden können.

5 Lessons Learned

Die Erkenntnisse aus acht Jahren Entwicklung, Betrieb und Beforschung von Remote-Laboren an den Standorten Dortmund und Bochum werden im Folgenden zusammengefasst. Als Grundlage dient die Auswertung der Experteninterviews, die im vorangegangenen Kapitel erläutert wurden. Dabei wird auf die drei eingangs definierten Leitfragen Bezug genommen. Die allgemeingültigen Vor- und Nachteile von Remote-Laboren wurden bereits im ersten Kapitel behandelt.

Was spricht für, was gegen die Remotisierung meines bestehenden Labors? Was sind mögliche Alternativen?

Für die Remotisierung spricht, wenn ...

- ❖ die Lernziele klar definiert und durch Wegfall der physischen Anwesenheit nicht gefährdet sind. Es sollten frühzeitig Ingenieurdidaktiker*innen konsultiert werden, um diese Diagnose zu bestätigen und ggf. beim Feinschliff der Lernziele zu unterstützen.
- ❖ Sicherheitsbedenken seitens der Studierenden in Bezug auf die physische Durchführung der Labore vorliegen.
- ❖ Ressourcen durch gemeinsame, ortsübergreifende Nutzung der Labore geschont werden sollen.
- ❖ die Kapazität des klassischen Labors mit ca. 6 Stunden/Tag nicht ausreicht bzw. Personalengpässe bestehen (durch einen 24-Stundentag im Remote-Betrieb wird die Kapazität ohne zusätzliches Personal vervierfacht).
- ❖ die Maschine bzw. das Labor entsprechende technische Voraussetzungen liefert, z. B. Schnittstellen. Daher sollten neue Remote-Labore mit Hardware entwickelt werden, die bereits viele Funktionen für einen Remote-Betrieb unterstützt. Es muss generell bewertet werden, wie hoch der technische Aufwand der Remoti-

sierung ist. Die Automatisierung der Prozesskette muss auch das Nachlegen, Einlegen und Herausnehmen von Proben(-material) beinhalten.

- ❖ finanzielle Mittel für Personal (bspw. Entwickler*innen) sowie Hard- und Software vorhanden ist und eine Person mit dauerhafter Position der Entwicklung vorsteht. Nutzen Sie ggf. bei der Beantragung von Mitteln das Einsatzszenario als Remote-Labor als besonderen Synergieeffekt zwischen Lehre und Forschung: Maschinen können dank eines Remote-Labors gleichzeitig für die Forschung im Nicht-Remote-Betrieb und die Lehre im Remote-Betrieb genutzt werden.

Gegen die Remotisierung spricht, wenn ...

- ❖ die Maschine bzw. das Labor nicht fernsteuerbar ist oder nicht zu jedem Zeitpunkt ein Übergang in einen sicheren Betriebszustand gewährleistet werden kann, z. B. bei einem Stromausfall oder Netzwerkproblemen.
- ❖ der Aufwand und die Kosten gegenüber den Vorteilen überwiegen. Damit sind auch potentielle Einsparungen im Dauerbetrieb gemeint, sofern sich das Remote-Labor mit deutlich weniger Personalaufwand betreiben lässt.
- ❖ es eine herunterskalierte Version bzw. Variante des Versuchs gibt. Dann sollte vorzugsweise die skalierte Variante als Basis des Remote-Labors dienen, da hierdurch hohe Anschaffungskosten gespart werden. Oft ist die Anschaffung inkl. Remotisierung einer skalierten, kleinen Version eines Versuches immer noch günstiger als die Remotisierung der großen, bestehenden Anlage. Hierdurch wird die Lernzielerreichung ebenfalls nicht gefährdet.

Alternativen sind:

- ❖ eine Videodatenbank von Versuchen an realen Maschinen. Dieses Konzept ist nur dann zu erwägen, wenn die Lernziele eindeutig keine unerwarteten Ergebnisse voraussetzen sowie keine Anforderungen an das Experimentieren (im analogen oder digitalen Raum) haben.
- ❖ die Live-Übertragung des Experimentierenden, welche*r den Versuch durchführt und z. B. mit Hilfe einer HoloLens einen Videostream erstellt, der aufgezeichnet wird. Über ein Audio-Interface können die Studierenden dem bzw. der Experimentierenden dann etwa Anweisungen zu gewünschten Parametersätzen geben. Aufgrund der Erfahrung der Lehrperson wird ein sicherer Betrieb der Anlage gewährleistet. Die Interaktion der Studierenden mit dem Versuchsstand ist in diesem Szenario nicht mehr zeitunabhängig, da nur über den Livestream interagiert werden kann. Dennoch entfallen jedwede Entwicklungskosten zur Remotisierung des Labors. Zudem entfällt der Aufwand, eine Videodatenbank im Vorfeld der Veranstaltung zu erstellen. Die aufgezeichneten Streams können über mehrere Jahre hinweg zu einer Videodatenbank zusammengeführt werden. Die Ortsunabhängigkeit ist damit weiterhin gegeben.

Wenn die Eignung eines Remote-Labors festgestellt wurde, welche Aspekte und mögliche Stolperfallen gibt es beim Aufbau zu beachten?

- ❖ Das Sicherheitskonzept für den Remote-Betrieb muss frühzeitig mit der Universität in Bezug auf Arbeitssicherheitsaspekte kommuniziert werden. Es sollte Sicherheitsmechanismen auf der Hard- und Softwareebene umfassen, um Anlagen- sowie Personensicherheit zu gewährleisten. Entsprechende IT-Security zur Vermeidung einer mutwilligen Fehlbedienung muss heutzutage mitbedacht werden.
- ❖ Es sollte geprüft werden, ob die zu treffenden Sicherheitsmaßnahmen den Umfang des Remote-Labors einschränken, z. B., weil bestimmte Features nicht per Remote-Zugriff angeboten werden können oder dürfen. Ein Beispiel ist etwa die Nutzung von Hochtemperatur-Versuchen, die bei Fehlbedienung eine erhebliche Gefahr für die Maschinen darstellen und generell Brandgefahr bedeuten können.
- ❖ Das Remote-Labor muss in der Lage sein, sich selbstständig in einen sicheren Grundzustand zu bringen, sobald es durch Probleme bei der Nutzung zu einer Notabschaltung gekommen ist. Es kann zudem überlegt werden, nach einer Notabschaltung eine manuelle Intervention erforderlich zu machen, um einen Störbericht zu erstellen und zukünftig Fehlervermeidungsstrategien zu implementieren.
- ❖ Eine Reduktion der von den Nutzenden wählbaren Prozessparameter bzw. die generelle Simplifizierung des Versuchsstands erhöht insgesamt die Prozessstabilität beim Remote-Betrieb, da weniger Faktoren berücksichtigt werden müssen. Dadurch wird auch erheblicher Arbeitsaufwand bei der Erstellung des Sicherheitskonzeptes sowie der Implementierung eingespart. Dieser Aspekt muss aber im Einklang mit den definierten Lernzielen abgestimmt werden.
- ❖ Die Benutzeroberfläche sollte möglichst viele Informationen des realen Labors widerspiegeln können. So sollten neben einer Liveübertragung der relevanten Messgrößen auch ein Video- sowie Audiostream zur Verfügung gestellt werden. Dies erhöht die Akzeptanz der Studierenden nachhaltig und erhöht so den Ausblick, Lernziele erfolgreich zu erlangen. Zugleich sollte die Benutzeroberfläche so gestaltet werden, dass sie die Erreichung der Lernziele unterstützt. Durch gezielte Simplifizierung gegenüber der realen Bedienoberfläche können beispielsweise unerfahrene Anwendende unterstützt werden.
- ❖ Die Perspektive der späteren Zielgruppe sollte von Anfang an mitberücksichtigt werden. Dies umfasst das Design der Benutzeroberfläche, aber auch die generelle Einbettung des Remote-Labors in das Lehr-/Lernszenario. Es ist von Vorteil, wenn die entwickelnden Personen früher Mitglieder der Zielgruppe waren.
- ❖ Mindestens eine Person sollte während der gesamten technischen Entwicklung an dem Projekt beteiligt sein, um eine effektive Wissensvermittlung und -dokumentation des Projektes zu gewährleisten.
- ❖ Es wird empfohlen, zunächst eine einfache Version des Remote-Labors mit reduzierten Basisfunktionen zu erstellen und anzubieten. Diese kann beispiels-

weise von den Lehrenden in Vorlesungen und Übungen integriert oder von kleinen Studierendengruppen für spezielle Anwendungszwecke genutzt werden. Komplexere Aspekte sollten dann schrittweise unter kontinuierlichem Feedback der Studierenden implementiert werden. Bei ausreichendem Entwicklungsfortschritt und stabilem Betrieb des Remote-Labors kann es dann einer zunehmenden Anzahl von Studierenden angeboten werden, z. B. in Rahmen von Laborpraktika.

- ❖ Um Funktionen der Hardwaresteuerung und Laborverwaltung getrennt entwickeln zu können, sollte ein Benutzer- und Versuchsdatenmanagement verwendet werden, analog zur HALO-Plattform. Diese wird als Open-Source-Plattform anderen Betreibenden zur Verfügung gestellt.
- ❖ Entwicklungsschritte können an Studierende mittels Abschlussarbeiten ausgelagert werden: An der Schnittstelle zwischen Maschinenbau, Elektrotechnik und Informatik erleben Studierende anregende Themenfelder im Bereich Industrie 4.0. Gleichzeitig werden dadurch Entwicklungskosten gesenkt.

Wie müssen Einsatz und Betrieb in Lehre und Forschung gestaltet werden, um ein einmal erstelltes Remote-Labor erfolgreich zu erhalten?

- ❖ Kontinuierliche Konsultation der Ingenieurdidaktiker*innen zur Sicherstellung eines erfolgreichen Einsatzes in der Lehre.
- ❖ Nahtlose Integration in das geplante Lehr-/Lernszenario.
- ❖ Ist der Zugriff pro Studierenden zeitlich begrenzt (meist der Fall), empfiehlt sich ein Demo-Modus, in dem sich die Studierenden vorab mit der Benutzeroberfläche vertraut machen können.
- ❖ Kommunikation der Lernziele, die direkt oder indirekt an das Remote-Labor geknüpft sind. Demgegenüber können auch offen die Lernziele kommuniziert werden, die eben nicht durch das Remote-Labor abgedeckt werden können.
- ❖ Kommunikation der Einschränkungen gegenüber dem echten Labor: Welche Prozessparameter sind wählbar und welche nicht? Hierdurch können die Studierenden ihren Zeitslot bestmöglich vorbereiten.
- ❖ Das Remote-Labor bzw. seine Maschinen sollten stets auch für Forschungszwecke genutzt werden; so werden Stillstandzeiten reduziert.
- ❖ Nationale und internationale Promotion des Remote-Labors: Die Community freut sich über jedes neue Mitglied! Die Lehre wird somit auch außerhalb des eigenen Lehrbetriebs verbessert.

Remote-Labore sollten allgemein als ein modernes didaktisches Werkzeug gesehen werden, welches das Spektrum in der Lehre erheblich bereichern kann, sofern es korrekt angewendet wird. Dies gilt insbesondere dann, wenn Remote-Labore den Studierenden ergänzend zu klassischen Hands-on-Laboren zur Verfügung stehen. Zugleich spielen insbesondere komplexe Remote-Labore dann ihr volles Potential aus, wenn sie in einer Doppelfunktion für Forschung und Lehre agieren. Dies gewährleistet den langfristigen Erhalt des Remote-Labors und reduziert zugleich die Stillstandszeiten der Anlagen.

Literatur

- [1] S. C. Frerich, T. Meisen, A. S. Richert, M. Petermann, S. Jeschke, W. Wilkesmann, A. E. Tekkaya, *Engineering Education 4.0: Excellent Teaching and Learning in Engineering Sciences* (English and German Edition). Springer, 2016.
- [2] J. Grodotzki, T. R. Ortelt, A. E. Tekkaya, “Remote and Virtual Labs for Engineering Education 4.0 – Achievements of the ELLI project at the TU Dortmund University”, *Procedia Manufacturing*, Vol. 26, pp. 1349–1360, 2018.
- [3] R. Kuska (2016). *ELL-ELLI Lab Library* [Online]. Available: <http://www.elli-lab-library.de/index.php/de/>.
- [4] R. Kaiser, *Qualitative Experteninterviews: Konzeptionelle Grundlagen und praktische Durchführung (Elemente der Politik)* (German Edition) (2014. Aufl.). Springer VS, 2014.
- [5] P. Mayring, *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken* (11., aktual. und überarb. Aufl.). Beltz Verlag, 2010.
- [6] D. Kruse, S. Frerich, M. Petermann, T. R. Ortelt, A. E. Tekkaya, “Remote labs in ELLI: Lab experience for every student with two different approaches”. In *2016 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 2016, pp. 469–475. <https://doi.org/10.1109/educon.2016.7474595>.
- [7] N. Strenger, S. C. Frerich, “How To Design Digitalized Laboratories? Lessons Learned From Implementing Virtual and Remote Labs”, *Proceedings of the 17th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation* (1. Aufl.). Springer Publishing, 2020. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-52575-0>.

Kreativitätsförderung von Studierenden in ingenieurwissenschaftlichen Laboren

MONIKA RADTKE, CLAUDIUS TERKOWSKY, TOBIAS HAERTEL, TOBIAS R. ORTELT, DOMINIK MAY

Auf einen Blick

- ❖ Kreativität gilt als eine der wichtigsten Schlüsselqualifikationen für das Lernen und Arbeiten 4.0. Dabei erlauben ingenieurwissenschaftliche Labore grundsätzlich ein vielgestaltiges Spektrum an neuartigen Möglichkeiten zur Kreativitätsförderung.
- ❖ In der hier vorgestellten explorativen Fallstudie werden zunächst die Lernziele im untersuchten Labor der Fertigungstechnik auf ihren Bezug zur Kreativität hin untersucht. Unterstützend wird dann auf Remote-Labore und virtuelle Labore eingegangen, die vielfältige Möglichkeiten zur Kreativitätsförderung bieten können, wenn sie didaktisch fundiert implementiert werden – z. B. mittels des eingeführten Sechs-Facetten-Modells zur Kreativitätsförderung in der Hochschulehre.
- ❖ Eine Neuausrichtung ingenieurwissenschaftlicher Labore entlang kreativer Lernziele in Verbindung mit dem ergänzenden Einsatz von Remote-Laboren und virtuellen Laboren kann den Grundstein für eine Überarbeitung der Curricula hin zu einer zielgerichteten Förderung von Ingenieurkreativität legen.

1 Einführung

“The toughest problems facing our society ... are not likely to be solved by easy or conventional methods. If they could be, they would have been now. To tackle these problems successfully, STEM professionals will need the creativity to improve or replace existing processes and products.”[1] (Die Abkürzung STEM steht hier für „Science, Technology, Engineering and Mathematics“ und ist analog der deutschen Bezeichnung MINT zu verstehen.)

Da Kreativität als eine der wichtigsten angestrebten Schlüsselqualifikationen im Kontext von Lernen und Arbeiten 4.0 gilt (vgl. [2], [3], [4], [5]), wird in diesem Beitrag das Potential von Experimentierlaboren zur Kreativitätsförderung von Studierenden im Rahmen des ingenieurwissenschaftlichen Studiums untersucht.

Belski versteht unter Ingenieurkreativität in erster Linie die Fähigkeit, neuartige Ideen generieren zu können oder Methoden zur Lösung offener Problemstellungen zu entwickeln [6]. Solche Ansätze erscheinen Expert*innen von ingenieurwissen-

schaftlichen Disziplinen nicht unbedingt als gängig, können aber von ihnen als potentiell nützlich angesehen werden. Goldberg und Somerville weisen darauf hin, dass Ingenieurwissenschaften ein von Natur aus kreatives Feld darstellen [7]. Während Naturwissenschaftler*innen in der Lage sein müssen, die Frage nach dem „Warum?“ zu stellen (und zu beantworten), sollten Ingenieur*innen eher fragen: „Warum nicht?“ Denn: Sie sind in erster Linie dafür zuständig, Neuartiges zu entwickeln – und dann alles Notwendige zu tun, um es zu realisieren.

Kazerounian und Foley machten in ihren Studien zur Auffassung von Kreativität unter Lehrenden und Studierenden allerdings gegensätzliche Beobachtungen, die sie zu folgender pointierender Frage führen: „If creativity is so central to engineering, why is it not an obvious part of the engineering curriculum at every university?“ [8]. Aus der Perspektive des „constructive alignment“ [9], einer in der Hochschulbildung weitverbreiteten Methode zur didaktischen Analyse, stellt sich darüber hinaus die Frage, warum Kreativität als angestrebtes Lernziel in ingenieurwissenschaftlichen Curricula so weitgehend vernachlässigt wird [10].

1.1 Potentiale des ingenieurwissenschaftlichen Labors im Hinblick auf Kreativität

Zunächst einmal ist anzumerken, dass der Begriff Labor durchaus unterschiedlich verwendet wird: Erstens kann unter ihm die Räumlichkeit verstanden werden, in der spezielle Maschinen vorhanden sind, mit denen Experimente durchgeführt werden, zweitens kann darunter das eigentliche experimentelle Vorgehen verstanden werden, und drittens wird mit Labor auch eine bestimmte Lehrveranstaltung an Hochschulen bezeichnet. Der hier verwendete Begriff Fachlabor zur Materialcharakterisierung bezieht sich auf Lehrveranstaltungsformate, in denen Studierende dazu angeleitet werden, eigenständig ingenieurwissenschaftliche Experimente durchzuführen und auszuwerten.

Moderne, technisch erweiterte Experimentierlabore sind fester Bestandteil des ingenieurwissenschaftlichen Studiums; sie dienen dazu, praktische Erfahrungen zu ermöglichen und nehmen auf vielfache Weise Einfluss auf das Lernen. Das Labor birgt für Studierende das Potential, theoretisch Erlerntes mit der Praxis zu verknüpfen. Des Weiteren lassen sich dort während des Studiums oft erstmals unabhängig erlernte mathematische Verfahren zielgerichtet zur Problemlösung anwenden. Erfahrungen im Labor können sowohl zum Theorieverständnis der Studierenden beitragen als auch zu kreativem und kritischem Denken anregen. Das Labor ermöglicht es Studierenden, Tätigkeiten kennenzulernen und zu erproben, die die Basis für die Entwicklung und Konstruktion technischer Lösungen unterschiedlichster Art bilden [11].

Dieses Potential scheint jedoch oft nicht ausgeschöpft zu werden, da der Fokus bei gängigen Lernmaterialien und Übungen immer wieder auf dem korrekten Abarbeiten von Routinen zum Erreichen eigentlich schon bekannter Lösungen liegt, statt offene Fragestellungen in den Vordergrund zu rücken, für die es eben noch keine Standardlösungen gibt ([12]; [13], [14]). Nach Keys kommen Lernende in solchen „traditionellen“ Laboren so schnell zu dem Schluss, dass es das Ziel sei, den von den

Lehrenden erwarteten Lösungsweg und die dazu passende Lösung zu finden, statt eigene, möglicherweise innovative Lösungswege zu suchen und zu testen. “They must somehow generate, copy, or paraphrase the knowledge claim that is desired by the teacher and thus laboratory report writing can easily become a rote activity” [12].

Eine aktuelle empirische Studie zum Laborlernen in der Umformtechnik bestätigt, dass der althergebrachte theorieverifizierende Ansatz, dessen Grundzüge oben beschrieben werden, nach wie vor der häufigste ist [15]. Obwohl das Ingenieurwesen per definitionem ein durch und durch kreativer Bereich ist, scheinen kreative Prozesse eher im beruflichen Umfeld eine Rolle zu spielen, weniger in studentischen Laboren – und vor allem nicht in „Grundlagenlaboren“ im Bachelorstudium.

Obwohl inzwischen eine eigene Taxonomie aus 13 Lernzielen für die Laborlehre in den Ingenieurwissenschaften ausformuliert wurde [16] und weite Verbreitung findet, wird Ingenieur Kreativität weiterhin nur am Rande adressiert. In einer der dreizehn Lernzieldefinitionen heißt es, Studierende sollten in der Lage sein, unabhängiges Denken, Kreativität und Problemlösefähigkeit in angemessenem Umfang zu demonstrieren [16]. Dies wirft drei Fragen auf:

- ❖ Wie müssen Laboraufgaben gestaltet werden, um die Kreativität der Studierenden stärker zu adressieren?
- ❖ Wie können die Tätigkeiten Studierender im Labor im Sinne des „Constructive Alignment“ bzgl. von Kreativität analysiert und evaluiert werden?
- ❖ Welche Rolle können Online-Labore bei der Förderung von Kreativität in den Ingenieurwissenschaften spielen?

1.2 Ziele des untersuchten Labors

Materialcharakterisierung ist ein wichtiger Bestandteil der Umformtechnik, denn experimentell ermittelte charakteristische Größen bilden die Grundlage sämtlicher Umformprozesse. Um theoretische Konzepte, empirische Methoden und praktische Relevanz miteinander zu verknüpfen, absolvieren Studierende im Laufe ihres Studiums eine Reihe unterschiedlicher Labore. Das hier untersuchte Fachlabor in der Umformtechnik befasst sich mit dem Zugversuch, einem grundlegenden Versuch zur Bestimmung von Materialparametern. Die im Versuch ermittelten Kenngrößen beschreiben das Verhalten von Materialien und sind zur Durchführung von Simulationen notwendig [17].

Vor allem im Leichtbau, einem Teilbereich der Umformtechnik, ist die Bestimmung exakter Materialparameter wichtig, um neue, innovative Produkte und Prozesse zu planen und zu erzeugen. So beschreibt das Young Modul (Elastizitätsmodul) die Elastizität von Stoffen, also ihre Eigenschaft, nach einem Umformprozess in ihre Ursprungsform zurückzukehren. Wird beispielsweise ein Material mit der Kraft F bis zu einem bestimmten Winkel α_1 gebogen, „springt es“ nach Beendigung der Kraftzufuhr zurück zu einem neuen, kleineren Winkel α_2 . Dieses Materialverhalten kann unter Verwendung des Elastizitätsmoduls mittels des Hookschen Gesetzes bestimmt werden. Dabei besitzen alle Stoffe eigene, für sie charakteristische Elastizitätsmodule. So beträgt das Elastizitätsmodul von Stahl 210.000 N/mm^2 , während das von Aluminium bei 70.000 N/mm^2 liegt. Daraus lässt sich für Aluminium ein deut-

lich stärkeres „Zurückspringen“ ableiten als für Eisen. Die Kenntnis solcher Zusammenhänge und die Fähigkeit, diese zu nutzen, sind angestrebte Lernziele im untersuchten Labor.

Das Fachlabor zur Materialcharakterisierung zielt also ab auf ein Tiefenverständnis von Materialparametern und die Fähigkeit, diese zu beschreiben. Darüber hinaus sollte das Durchlaufen des Labors die Sozialkompetenz, Präsentationstechniken sowie technische Fertigkeiten der Studierenden fördern. Dazu wird am Ende des Labors ein mündliches Abschlusskolloquium absolviert. Dabei haben die Studierenden gruppenweise die Aufgabe, eine kurze wissenschaftliche Präsentation anzufertigen und vorzustellen, gefolgt von einer kurzen Diskussion der Ergebnisse mit den zuständigen Lehrenden [17].

Üblicherweise testen die Studierenden in Dreier- oder Vierergruppen zwei verschiedene Materialien, etwa Stahl und Aluminium. Dabei durchlaufen sie fünf verschiedene Phasen:

- ❖ **Vorbereitung der theoretischen Grundlagen zum Zugversuch:** Hierzu gibt es ein kurzes Laborskript (ca. 20 Seiten) mit dem relevanten theoretischen Hintergrund, einer Beschreibung und allen Richtlinien zum Experiment. Zusätzlich wurde der theoretische Hintergrund bereits in vorangegangenen Vorlesungen behandelt.
- ❖ **Bedienung der Testmaschine:** Um zu prüfen, ob die Studierenden angemessen vorbereitet sind, müssen sie zunächst dem/der zuständigen Laborbegleiter*in ihre anstehenden Aufgaben beschreiben. Im Folgenden beschreibt er oder sie ihnen dann detailliert die Bedienung der Testmaschine.
- ❖ **Messung der Proben:** Bevor die eigentlichen Experimente durchgeführt werden, müssen die Studierenden die Maße der zu untersuchenden Proben unter Verwendung eines Messschiebers bestimmen.
- ❖ **Durchführung der Experimente:** Nach dem Einlegen der Proben in die Testmaschine können die Studierenden das Experiment starten und die ermittelten Daten am Computer empfangen und betrachten.
- ❖ **Berechnung der Kenngrößen aus den ermittelten Daten:** Zuletzt können die Studierenden die von ihnen ermittelten Daten in ein Excel-Dokument exportieren und daraus die gefragten Kenngrößen ermitteln.

Die Durchführung von Lehrveranstaltungen im Labor ist in der Regel zeit- und kostenintensiv. Die Versuche müssen fachmännisch begleitet werden, um die Sicherheit der Studierenden zu gewährleisten und sicherzustellen, dass keine Gerätschaften beschädigt werden. Aus diesem Grunde kann jeder Studierende üblicherweise nur einen bis drei Versuche durchführen. Dies ist insofern kritisch, als eine Variation der Parameter und der Vergleich mehrerer Versuche die Studierenden zu neuen Erkenntnissen führen könnten. Daher wurde ergänzend ein Remote-Labor entwickelt. Es bietet einen flexibleren Zugang zu zusätzlichen Versuchen, unabhängig vom Zeitpunkt und Aufenthaltsort [17].

2 Theorie

2.1 Constructive Alignment zur Formulierung und Evaluation von Lernzielen

In den vergangenen Jahren hat sich „Constructive Alignment“ in der Hochschuldidaktik als Ansatz zur Planung und Evaluation von Lehre etabliert [18]. Gemäß Constructive Alignment muss vorab klar formuliert werden, was Studierende nach einer Lehr-Lernaktivität in der Lage sein sollen, zu tun und wie sie das Gelernte zum Ausdruck bringen können. Die Lehre muss dann so organisiert werden, dass Studierende zu genau den Lernaktivitäten angeregt werden, die ihnen helfen, die angestrebten Ziele zu erreichen. Dabei sollten Aufgaben aufeinander aufbauen, um mittels Lehr-Lernerfolgskontrolle klar beurteilen zu können, bis zu welchem Grad diese Ziele erreicht werden [19].

Im hier exemplarisch untersuchten umformtechnischen Fachlabor wurde der Ansatz des Constructive Alignment genutzt, um zu beurteilen, bis zu welchem Grad Ingenieur Kreativität adressiert wird. Hierzu wurde das an der TU Dortmund empirisch entwickelte Sechs-Facetten-Modell zur Förderung von Kreativität in der Hochschullehre [20] zur Formulierung, Adressierung und Analyse kreativer Lernziele und darauf bezogener Lehr-Lernaktivitäten genutzt.

2.2 Entwicklung kreativer Lernziele

Das BMBF-Projekt Da Vinci (2009–2011) befasste sich mit der empirischen Analyse kreativitätsförderlicher Potentiale und der Entwicklung von Lehr-/Lernszenarien zur Einführung von Kreativitätsförderung in der universitären Lehre. In einer qualitativen Studie wurden 20 Interviews mit Expertinnen und Experten durchgeführt und analysiert [21]. Daraus resultierte ein Modell zur Kreativitätsförderung in der universitären Lehre für alle Fachdisziplinen, das sechs verschiedene Facetten von Kreativität aufzeigt (s. Abbildung 1).

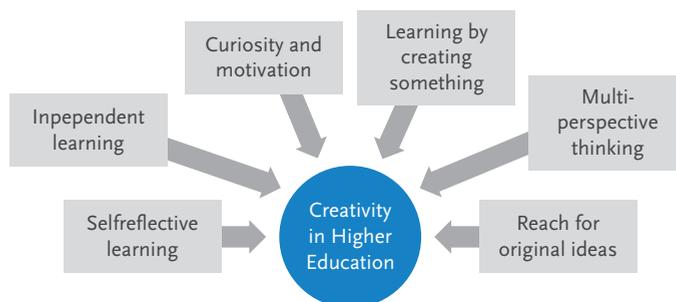


Abbildung 1: 6 Facetten der Kreativitätsförderung in der Lehre

Dieses Modell wurde im Folgenden durch eine Onlinebefragung von rund 300 Lehrenden aus drei Universitäten validiert und erweitert [20].

Aus Sicht der Lehrenden kann die Kreativität von Studierenden in die nachfolgend beschriebenen sechs Facetten unterteilt werden. Sie beschreiben das kreative Verhalten der Studierenden und ermöglichen es Lehrenden, die neugewonnenen Erkenntnisse zur Um- oder Neugestaltung von Lehrveranstaltungen zu nutzen. Formuliert als ergebnisbasierte Ziele lauten die sechs Facetten nach [5] und [20]:

Facette 1: Förderung des reflektierenden Denkens

Lernende handeln nicht nur repetitiv, sondern können Informationen von Lehrenden kritisch hinterfragen. Es findet ein innerer Dialog statt und Wissen wird erarbeitet.

Facette 2: Förderung selbstständigen Lernens

Lehrende geben nicht mehr detailliert den Weg vor, wie Studierende lernen. Stattdessen sind Lernende z. B. in der Lage, relevante Literatur selbstständig zu finden und ihren Lernprozess eigenständig und eigenverantwortlich zu steuern – von der Strukturierung eines Textes über das Entwickeln eigener Fragestellungen bis hin zum Finden geeigneter Methoden, um diese zu beantworten.

Facette 3: Neugier und Begeisterung fördern, Lernmotivation steigern

Hier sind alle Aspekte beinhaltet, die zur Steigerung der Motivation beitragen. Lehrende können z. B. eine theoretische Fragestellung mit einem praktischen Beispiel verknüpfen, Lernende können Strategien zur Förderung der eigenen Motivation (Zeit- und Selbststeuerung) anwenden.

Facette 4: Förderung kreierenden Lernens

Studierende lernen, indem sie etwas zum Thema „erschaffen“. Je nach Fachdisziplin kann das eine Präsentation, ein Interview, ein Fragebogen, eine Maschine, eine Website, ein Computerprogramm oder vieles mehr sein. Studierende werden so an die Rolle echter Wissenschaftler*innen herangeführt, die ihre Arbeiten diskursiv verteidigen.

Facette 5: Förderung einer neuen Denkkultur

Studierende betrachten ein Thema aus mehreren Perspektiven und stellen Bezüge zu anderen Disziplinen her. Sie reflektieren die eigene Denkstruktur und finden sinnvolle Abweichungen zu eingeübten Routinen.

Facette 6: Entwicklung origineller, völlig neuer Ideen

Studierende bereiten sich so gut wie möglich darauf vor, vollkommen neue Ideen zu entwickeln und zu kommunizieren. Die Entwicklung origineller Ideen kann nicht erzwungen werden; dennoch können die Anwendung von Kreativitätstechniken sowie eine geeignete Lernumgebung dazu beitragen: Fehler werden zugelassen, und ungewöhnliche Gedanken können ausgesprochen werden, ohne ausgelacht oder zurückgewiesen zu werden.

2.3 Inhaltsanalyse auf Basis des Sechs-Facetten-Modells zur Kreativitätsförderung

Das beschriebene Sechs-Facetten-Modell der Kreativitätsförderung in der universitären Lehre wurde bereits in zahlreichen hochschuldidaktischen Workshops von Lehrenden erfolgreich zur Analyse und Entwicklung kreativitätsförderlicher Aufgabenstellungen genutzt. So wurde etwa in einer Pilotstudie auf Ebene der Modulbeschreibungen untersucht, inwieweit in den Bereichen Maschinenbau und Elektrotechnik an den Universitäten in Aachen, Bochum und Dortmund kreative Lernziele angestrebt oder eben nicht angestrebt werden (Abbildung 2). Es zeigte sich, dass die

Facetten 1 (reflektierendes Denken), 3 (Neugier und Motivation) und 4 (learning by doing) in beiden Fachdisziplinen und an allen drei Standorten stark gefördert werden, während die Facetten 2 (selbstständiges Lernen) und insbesondere 5 (Vielperspektivität) und 6 (Streben nach originellen Ideen) weniger (in den Facetten 5 und 6 mit unter 10 Prozent) angesprochen werden [5], [22], [23].

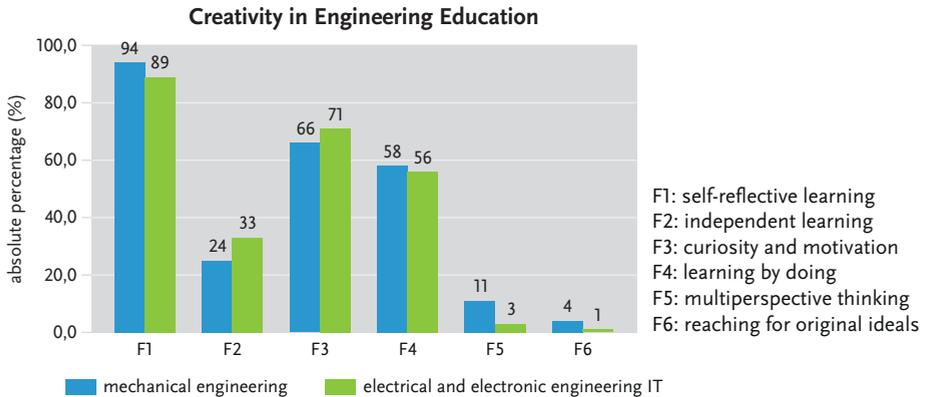


Abbildung 2: Beispielhafte Analyse ingenieurwissenschaftlicher Curricula entlang des Sechs-Facetten-Modells zur Kreativitätsförderung

Das Modell hat sich zur Identifikation und Beschreibung einiger Best-practice-Labore für jede der sechs Facetten bewährt [24], [25] und wurde für die hier beschriebene Studie herangezogen.

3 Methodenmix aus teilnehmender Beobachtung und Inhaltsanalyse

Die hier beschriebene Studie wurde im Wintersemester 2015/16 durchgeführt. Das Fachlabor zur Materialcharakterisierung setzte sich aus zwei Teilen zusammen, die an zwei unterschiedlichen Orten stattfanden. Der Versuchsteil mit dem Hands-on-Experiment wurde im Labor selbst an der Zugmaschine durchgeführt. Nachfolgend präsentierten die Studierenden in einem Seminarraum während eines Kolloquiums ihre Versuchsergebnisse und diskutierten ihren Laborbericht.

Von 30 Gruppen mit je drei bis vier Studierenden wurden zehn Gruppen sowohl im Labor als auch beim Abschlusskolloquium von einer Gruppe von insgesamt fünf Wissenschaftler*innen beobachtet, die sich vorab über die Standards ihres gemeinsamen methodischen Vorgehens verständigt hatten [26]. Jede*r Wissenschaftler*in beobachtete in der Folge zwei Gruppen. Hierzu stellte er oder sie sich den Studierenden vor der Labor-session zunächst vor und fragte sie nach ihrem Einverständnis. Alle untersuchten Studierendengruppen waren einverstanden. Anschließend, während der eigentlichen Session, setzten sich die Beobachtenden so in den

Raum, dass sie das Experimentiersetting einerseits gut überblicken konnten und andererseits die Studierenden so wenig wie möglich durch ihre Anwesenheit ablenkten oder störten. Die Ergebnisse der teilnehmenden Beobachtungen wurden auf Beobachtungsbögen notiert. Als Beobachtungsleitfaden wurden folgende Kategorien entwickelt: Zeit (Phase, Intervall), Personen (Studierende, Lehrende, Laborbetreuende, andere), Gegenstände (Versuchsstand, Werkzeuge, Messinstrumente, Anzeigen, Computer, andere), Handlungen, Ergebnisse beruhend auf Handlungen bzw. Übungen.

Im Anschluss an die Beobachtungen wurden alle Protokolle digitalisiert und die Daten mit einem Mixed-Methods-Ansatz, bestehend aus quantitativen und qualitativen inhaltsanalytischen Vorgehensweisen, analysiert. Auf diese Weise konnte das Labor auf kreativitätsförderliche Potentiale entlang des Sechs-Facetten-Modells zur Kreativitätsförderung untersucht werden. Dazu wurden die Daten aller zehn Laborbeobachtungen mit der Software MAXQDA so kodiert, dass die Beobachtungen, die sich dem Modell zuordnen ließen, identifiziert und analysiert werden konnten. Im Nachgang wurden die Ergebnisse gemäß der Forschendentriangulation nach Denzin gemeinsam kritisch diskutiert und so weit als möglich kommunikativ validiert [27].

4 Ergebnisse der kategorienbasierten Inhaltsanalyse

Für die kategorienbasierte Inhaltsanalyse wurden alle Daten entlang des Sechs-Facetten-Modells kodiert, um die Beobachtungen den jeweiligen Facetten zuzuordnen. Die Säulendiagramme in den folgenden Abbildungen zeigen, welche Facetten im Labor (blaue, linke Säulen) und im Kolloquium (grüne, rechte Säulen) in welchem Ausmaß adressiert bzw. gefördert wurden. Für die zehn jeweils zweistündigen Laboreinheiten konnten insgesamt 298 Codes dem Sechs-Facetten-Modell zugeordnet werden; für die zehn einstündigen Kolloquien ließen sich 212 Codes dem Modell zuordnen (Abbildung 3).

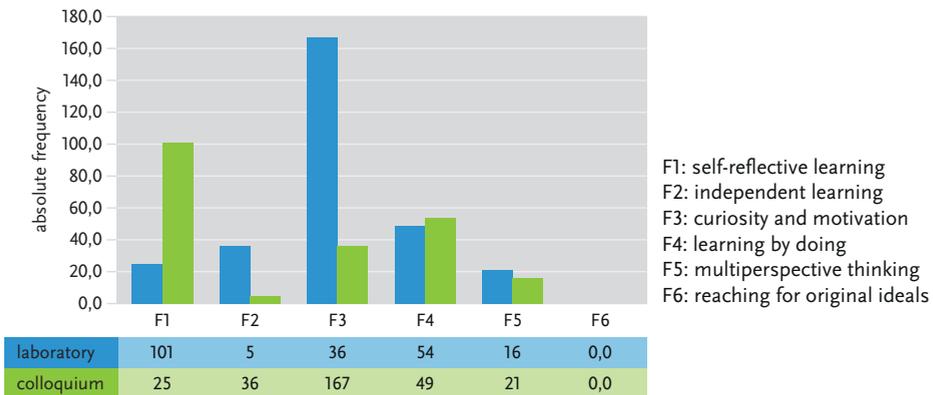


Abbildung 3: Anzahl der dem Sechs-Facetten-Modell der Kreativitätsförderung zugeordneten Codes aus der Laborbeobachtung (10 beobachtete Gruppen, n = 298) und den Kolloquia (dieselben 10 Gruppen, n = 212)

Während das Säulendiagramm in Abbildung 3 einen Überblick über die Gesamtheit der identifizierten Interaktionen für jede der sechs Facetten liefert, zeigt Abbildung 4 die relative Häufigkeit für das Auftreten der einzelnen Facetten. Wäre das Labor darauf ausgelegt, alle Facetten in gleichem Ausmaß zu adressieren, läge jede der sechs Facetten bei einem Wert von etwa 16,6 %. Tatsächlich wird im Versuchsteil des Labors aber vor allem die Facette F3 (Neugier und Motivation) stark angesprochen, über 55 %. Während die Facetten F2 (selbstständiges Lernen) und F4 (learning by doing) etwa im Durchschnittsbereich von 16,6 % liegen, werden F1 (reflektierendes Denken) und F5 (Vielperspektivität) im Labor mit nur unter 10 % adressiert. Die Facette F6 (Streben nach originellen Ideen) ließ sich nicht beobachten.

Im Kolloquium wird vor allem Facette F1 (reflektierendes Lernen) mit über 45 % adressiert. Der Facette F4 (learning by doing) konnten 25 % der kodierten Interaktionen zugeordnet werden. F3 (Neugier und Motivation) wird von etwa 18 % der Codes repräsentiert. Während F 5 (Vielperspektivität) mit etwa 8 % unterrepräsentiert ist, werden F2 (selbstständiges Lernen) und F6 (Streben nach originellen Ideen), wenn überhaupt, nur marginal adressiert. Zusammengefasst werden im Versuchsteil des Labors Neugier und Motivation (F3) stark gefördert, während selbstreflektierendes Lernen (F1) und das Finden neuer Denkstrukturen (F5) keine besondere Rolle spielen und ein Streben nach originellen Ideen (F6) nicht beobachtet werden kann. Kreierendes Lernen (F4) und selbstständiges Lernen (F2) werden in etwa durchschnittlich stark gefördert. Im Gegensatz dazu liegt der Schwerpunkt im Kolloquium beim selbstreflektierenden Lernen (F1, Studierende können in mündlichen Überprüfungen wie den Kolloquia sehr gut zu Aktivitäten wie „lautem Denken“ angeregt werden). Neugier und Motivation (F3) sowie kreierendes Lernen (F4) werden durchschnittlich gefördert, während neue Denkstrukturen (F5) kaum angestrebt werden. Selbstständiges Lernen (F2) und ein Streben nach originellen Ideen (F6) spielten hier keine beobachtbare Rolle.

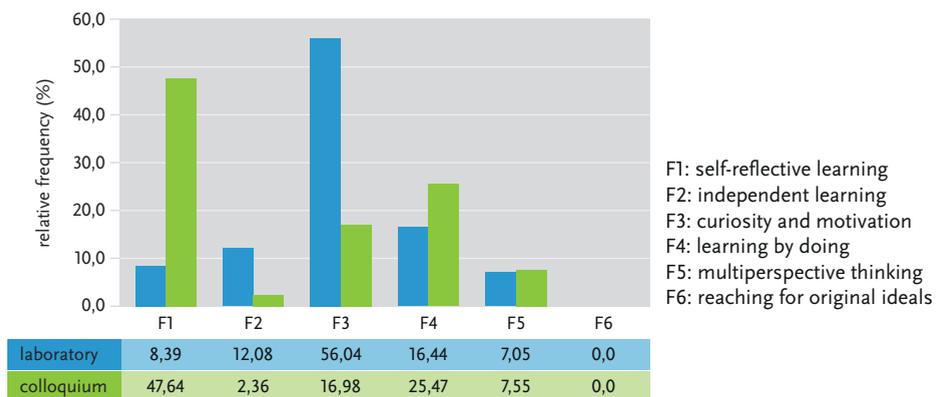


Abbildung 4: Prozentuale Verteilung der zugeordneten Interaktionen im Labor und Kolloquium

Betrachtet man die Kombination der beiden Phasen des Labors Versuchsdurchführung und Kolloquium, werden dort vor allem die Facetten Neugier und Motivation (F3), selbstreflektierendes Lernen (F1) und kreierendes Lernen (F4) gefördert. Dagegen scheinen die Facetten selbstständiges Lernen (F2), Vielperspektivität (F5) und das Streben nach originellen Ideen (F6) bislang nicht im Fokus des Labors zu liegen (vgl. Abbildung 5).

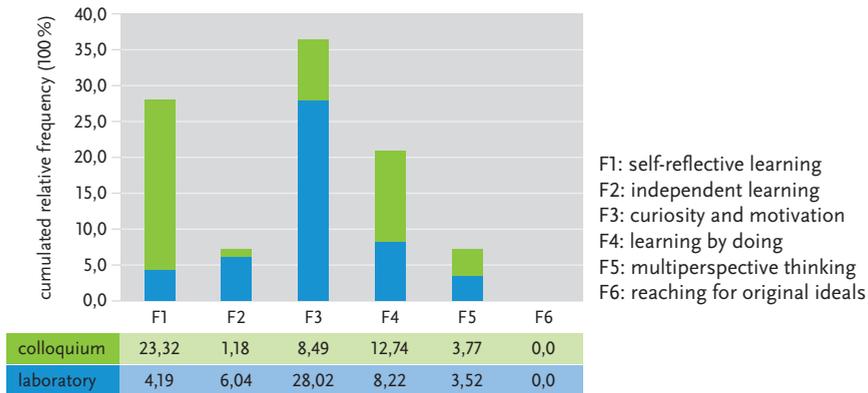


Abbildung 5: Relative Häufigkeit der zugeordneten Interaktionen für Labor und Kolloquium in Kombination

Verglichen mit der Analyse der ingenieurwissenschaftlichen Curricula (vgl. 2.3) zeigt sich ein übereinstimmendes Bild: Die Förderung von Unabhängigkeit, Vielperspektivität und originellen Ideen sind bislang keine vorrangigen Ziele des ingenieurwissenschaftlichen Studiums, weder formell (im Rahmen der Modulbeschreibungen) noch in der Praxis (im Laborkontext).

Als vorläufiges Ergebnis lässt sich demnach festhalten, dass

- das Erschaffen von etwas vollkommen Neuem, Andersartigem [28],
- eine Ermutigung zum Bruch mit traditionellen Normen und eine Art intellektuelle Rebellion [29]
- oder sogar eine Auseinandersetzung mit den Herausforderungen der gesellschaftlichen Einbettung der Ingenieurwissenschaften (Bestandteil vielperspektivischen Denkens)

keine angestrebten Lernziele des untersuchten Labors darstellen.

5 Interaktive Online-Labore zur Kreativitätsförderung

Da der Zeitaufwand im Labor und die Kosten für angemessene Laborausstattung zumeist hoch sind, bergen interaktive Online-Labore das Potential für neuartige technische und didaktische Entwicklungsmöglichkeiten in der ingenieurwissenschaftlichen Lehre [30–36]. Sogar Experimente, die bei direkter Interaktion zwischen Studierenden und Geräten/Maschinen zu gefährlich sein könnten sowie Experi-

mente mit teurem, aufwendigem Equipment können in Remoteversuchen oder komplett virtuell durchgeführt werden [37]. Virtuelle Labore sind skalierbar und ermöglichen vielen Nutzern gleichzeitigen Zugang, erzeugen allerdings üblicherweise nur durch Software simulierte Ergebnisse. Dagegen haben Remote-Labore den Vorteil, reale Ergebnisse zu liefern.

Abbildung 6 zeigt die vollautomatische teleoperative Testzelle des Instituts für Umformtechnik und Leichtbau (IUL) an der TU Dortmund zur Materialcharakterisierung mit Hilfe des Zug- und Tiefungsversuchs. Der Roboter in der Mitte ist in der Lage, verschiedene Proben automatisch in beide Testmaschinen einzulegen und zu entfernen. Die Remotesteuerung ermöglicht einen zeit- und ortsunabhängigen Zugang zum Labor [15]. Die Versuche können am Computer gesteuert und verfolgt werden, und die Messwerte werden aufgezeichnet. Abbildung 7 zeigt die verwendete I-Lab-Interface [38].

Obwohl der Großteil der Labore nach dem traditionellen Verifikationsansatz entwickelt wurde, wurden bereits auch einige Online-Labore unter kreativitätsförderlichen Lernaspekten neu konzeptualisiert [22], [38], [5].

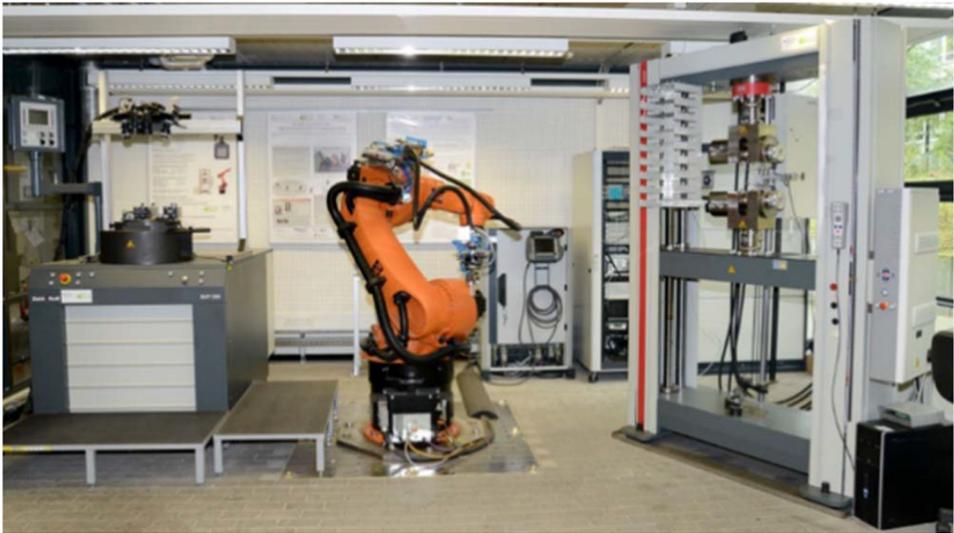


Abbildung 6: Vollautomatische teleoperative Testzelle zur Materialcharakterisierung mit Zugversuch (rechts) und Tiefungsversuch (links).

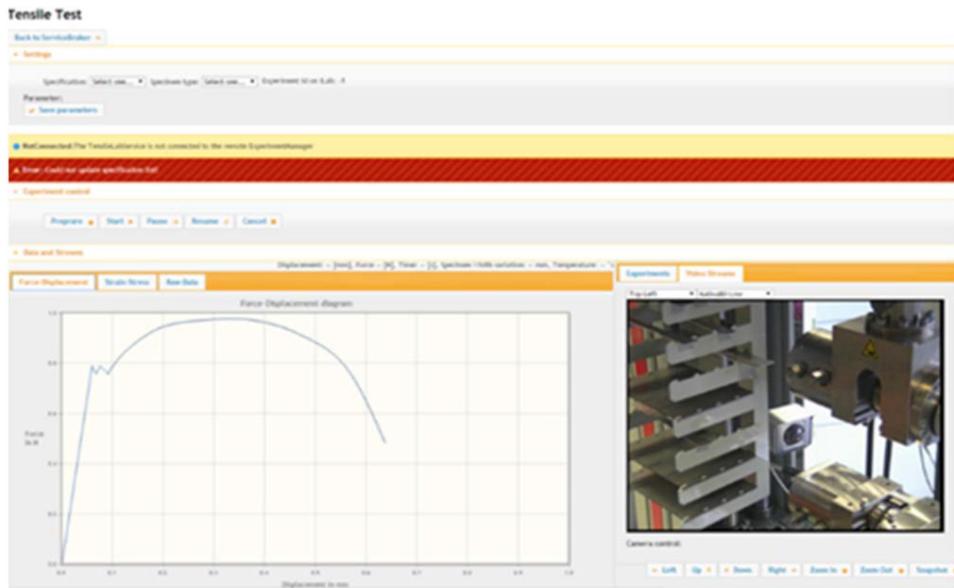


Abbildung 7: I-Lab-Interface für die Materialcharakterisierung mittels Remoteversuch

6 Gestaltungsempfehlungen für die Kreativitätsförderung im Labor

Um kreativitätsförderliche Lernaktivitäten im Labor unter Berücksichtigung des Sechs-Facetten-Modells zu planen, zu reflektieren und zu analysieren, können sie je nach Komplexität in unterschiedliche Lernzielstufen kategorisiert werden (Tabelle 1). In der ersten Stufe können die Studierenden beispielsweise einem aufgezeigten Lernpfad (Skript) folgen, um ein vorgeplantes Experiment auf der Basis eines Interpolations-Problems durchzuführen. Die Laborlehrenden strukturieren und unterstützen den Prozess aktiv.

Tabelle 1: Drei aufeinander aufbauende Lernzielstufen zur Kreativitätsförderung im Labor

Learning Level	Facilitator's control	Didactic approach	Problem type	Creativity facet
1. level: beginner	structured inquiry	scripted learning paths	interpolation problems	F1: self-reflective learning F2: independent learning skills
2. level: intermediate	guided inquiry	real world scenarios	synthesis problems	F3: curiosity and motivation F4: learning by creating something
3. level: advanced	open inquiry	research-based learning	dialectic problems	F5: multi-perspective thinking F6: reach for original ideas

Um Studierende mit zum Teil potentiell gefährlicher oder empfindlicher Laborausstattung und arbeits- und sicherheitsrelevanten Aspekten vertraut zu machen, ist ein solcher Ansatz in Kombination mit erfahrenem Personal zur Gefahrenintervention dringend ratsam. Er korrespondiert mit dem zuvor beschriebenen, auf Verifikation basierenden Labortyp, liefert aber Möglichkeiten zur Erweiterung. Eine Option könnte es sein, Studierende zunächst mit dem realen Laborequipment und der Situation im Labor vertraut zu machen, um in darauf aufbauenden Remoteversuchen höhere Lernzielstufen anzustreben. In der zweiten Stufe besitzen die Studierenden flexiblere Spielräume zur Lösung realweltlicher Probleme aus der Ingenieurpraxis, wobei das Vorgehen begleitet wird, aber weniger angeleitet erfolgt. In der dritten Stufe ist es möglich, dass Lernende ihre eigenen Forschungsfragen formulieren und Experimente zur Lösung der selbst identifizierten Problemstellung planen und durchführen (vgl. [5], [25], [38], [39]).

Um diese Konzepte in die Praxis zu übertragen ist es denkbar,

- Studierende mit jeder Facette der Kreativitätsförderung auf allen Lernzielstufen zu konfrontieren,
- die Facetten F1 und F2 in der ersten Stufe, F3 und F4 in der zweiten Stufe und F5 und F6 in der dritten Stufe zu adressieren
- oder individuell zu entscheiden, welche Facetten in welcher Stufe adressiert werden sollten.

Die dritte Variante ermöglicht die meisten Freiheiten bei der Planung der Laborlehre. Ein Überschreiten der ersten Stufe kann allerdings zu Problemen bezüglich des Workloads der Studierenden und Lehrenden führen und bedarf eventuell einer Neuanpassung der Lehrpläne. Dennoch kann dieser konzeptuelle Rahmen zur Kreativitätsförderung in ingenieurwissenschaftlichen Laboren beitragen. Er ist von Nutzen bei der Entwicklung kreativer Aufgabenstellungen. Für eine Sammlung von Beispielen, wie sich die einzelnen Facetten gezielt adressieren lassen, siehe [24]. Darüber hinaus entwickelten Haertel und Terkowsky mit „Kreativität im Labor“ eine hochschuldidaktische Weiterbildung, die sich in ganz Deutschland großer Nachfrage erfreut und in der die Teilnehmenden speziell dazu angeleitet werden, die Facetten zur Gestaltung und Überarbeitung ihrer Laborpraxis anzuwenden.

7 Zusammenfassung und Diskussion

Die zu Beginn durchgeführte Literaturanalyse kommt zu dem Schluss, dass die didaktische Gestaltung von Laboraufgaben im ingenieurwissenschaftlichen Studium in der Regel selten bis gar nicht unter besonderer Berücksichtigung kreativitätsförderlicher Aspekte durchgeführt wird. Stattdessen orientieren sich die verwendeten Laborübungsmaterialien oft an bewährten theorieverifizierenden Ansätzen [13].

Für den empirischen Teil dieses Beitrags wurden zunächst mittels einer explorativen Feldstudie Beobachtungsdaten erhoben, die dann mittels einer katego-

riebasierten Inhaltsanalyse ausgewertet wurden [40]. Dieser Ansatz zielte auf eine Charakterisierung klassischer ingenieurwissenschaftlicher Labore hinsichtlich ihrer kreativitätsförderlichen Aspekte sowie das Auffinden von Potentialen zur Kreativitätsförderung von Studierenden im Rahmen der Laborlehre ab. Beide Ansätze orientierten sich am Sechs-Facetten-Modell zur Kreativitätsförderung in der Hochschullehre.

Als ein Hauptergebnis der kategorienbasierten Untersuchung lässt sich festhalten, dass das untersuchte Labor vor allem die Facetten Neugier und Motivation (F3), selbstreflektierendes Lernen (F1) sowie kreierendes Lernen (F4) unterstützt. Die Facetten eigenständiges Lernen (F2), Vielperspektivität (F5) und Streben nach originellen Ideen (F6) stehen nicht im Fokus des beobachteten Labors. Eine Förderung der Studierenden hin zu

- Unabhängigkeit, dem Brechen bewährter Regeln und intellektueller Rebellion,
- einem Einbezug gesellschaftlicher Einflüsse auf ingenieurwissenschaftliche Fragestellungen sowie zuletzt
- Originalität und die Fähigkeit, Neuartiges, Innovatives zu erschaffen

lassen sich nicht als Lernziele ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung und der damit verbundenen Labore feststellen. Dies lässt sich sowohl auf der formalen Ebene der Modulbeschreibungen beobachten als auch auf der Interaktionsebene auf dem Shop-Floor.

Aus diesem Grund wurde ein hochschuldidaktisches Workshopkonzept für Laborlehrende entwickelt, um Laborkonzepte speziell entlang des Sechs-Facetten-Modells zur Kreativitätsförderung zu reflektieren und zu überarbeiten.

Darüber hinaus können Remote-Labore und virtuelle Labore ein großes Spektrum neuartiger Möglichkeiten zur Kreativitätsförderung liefern – zumindest, sofern sie auch unter didaktischen Aspekten sinnvoll implementiert werden.

Diese Studie hat bei der Laborbeobachtung jene Arbeitsphasen nicht berücksichtigen können, in denen sich die Studierenden individuell oder kooperativ innerhalb der Gruppen auf die Versuchsdurchführung und die abschließenden Kolloquien vorbereiteten. Eine Beobachtung dieser Phasen könnte Einfluss auf die Ergebnisse haben und wäre eine sinnvolle Erweiterung dieser Studie. Weiterhin wäre es erstrebenswert, den zur Untersuchung der Laborlehre verwendeten Methodenmix zu erweitern und zusätzliche Laborbeobachtungen zu ergänzen, um die Ergebnisse zu festigen und weiterzuentwickeln. Die hier vorgestellten Forschungsergebnisse könnten eine Grundlage für die weitere Entwicklung einer quantitativen Studie zu Kreativität im ingenieurwissenschaftlichen Studium im Allgemeinen sowie in ingenieurwissenschaftlichen Laboren sein.

8 Fazit

Moderne, technisch erweiterte ingenieurwissenschaftliche Labore bieten ein weites Spektrum an neuartigen Möglichkeiten zur Kreativitätsförderung. Dennoch nutzen herkömmliche Labore dieses Potential kaum, sondern fokussieren zumeist auf traditionell verankerte Lernziele, Lehr-Lernaktivitäten und Ergebnisse. Die vorgestellte Studie deckt einen Mangel an Lernzielen mit Bezug zu Kreativität im untersuchten Labor der Fertigungstechnik auf. Remote-Labore und virtuelle Labore bieten vielfältige Möglichkeiten zur Kreativitätsförderung, sofern sie didaktisch fundiert implementiert werden. Hier bietet sich die Möglichkeit, aus verschiedenen Gründen nicht genutzte Potentiale aus realen Laboren ergänzend zu diesen umzusetzen. Eine Neuausrichtung ingenieurwissenschaftlicher Labore entlang kreativer Lernziele kann den Grundstein für eine Überarbeitung der Curricula hin zu einer zielgerichteten Förderung von Ingenieurkreativität legen.

Literatur

- [1] R. M. Felder, R. Brent, *Teaching and learning STEM: A practical guide*. San Francisco, CA: Jossey-Bass [TM], a Wiley brand, 2016.
- [2] C. Terkowsky, S. Frye, D. May, D., „*Labordidaktik: Kompetenzen für die Arbeitswelt 4.0*“, in *Hochschullehre & Industrie 4.0: Herausforderungen – Lösungen – Perspektiven*, T. Haertel, C. Terkowsky, S. Dany, and S. Heix, Eds. 1st ed., Bielefeld: wbv Media, pp. 89–103, 2019.
- [3] C. Terkowsky, S. Frye, D. May, “Online engineering education for manufacturing technology: Is a remote experiment a suitable tool to teach competences for ‘Working 4.0?’”, *Eur J Educ*, vol. 54, no. 4, pp. 577–590, 2019. doi: 10.1111/ejed.12368.
- [4] C. Terkowsky, S. Frye, D. May, “Is a Remote Laboratory a Means to Develop Competences for the ‘Working World 4.0’? A Brief Tentative Reality Check of Learning Objectives”, in *2019 5th Experiment International Conference (exp.at'19)*, Funchal (Madeira Island), Portugal, pp. 118–122, 2019.
- [5] T. Haertel, C. Terkowsky, I. Jahnke, “Where have all the inventors gone? Is there a lack of spirit of research in engineering education curricula?”, in *2012 15th International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL)*, Villach, Austria, pp. 1–8, 2012.
- [6] I. Belski, “Engineering Creativity – How To Measure It?”, in *Proceedings of the 28th Annual Conference of the Australasian Association for Engineering Education (AAEE 2017)*, Manly, Sydney, Australia, pp. 321–328, 2017. Accessed: Dec. 6 2019. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/321873988_Engineering_Creativity_-_How_To_Measure_It.
- [7] D. E. Goldberg, M. Somerville, *A Whole New Engineer: The coming revolution in engineering education*, 1st ed. Douglas, Mich.: ThreeJoy Associates, 2014.

- [8] K. Kazerounian, S. Foley, "Barriers to Creativity in Engineering Education: A Study of Instructors and Students Perceptions", *J. Mech. Des.*, vol. 129, no. 7, p. 761, 2007, doi: 10.1115/1.2739569.
- [9] J. Biggs, "Constructive alignment in university teaching", *HERDSA Review of Higher Education*, Vol. I, pp. 5–22, 2014. [Online]. Available: www.herdsa.org.au.
- [10] C. Terkowsky, T. Haertel, T., "Where have all the inventors gone? Fostering creativity in engineering education with remote lab learning environments", in *2013 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, Berlin, 2013, pp. 345–351, 2013.
- [11] S. D. Sheppard, S. D., *Educating engineers: Designing for the future of the field*. San Francisco, Calif.: Jossey-Bass, 2009.
- [12] C. W. Keys, "Revitalizing instruction in scientific genres: Connecting knowledge production with writing to learn in science", *Sci. Ed.*, vol. 83, no. 2, pp. 115–130, 1999. doi: 10.1002/(SICI)1098-237X(199903)83:2 <115::AID-SCE2 > 3.0.CO;2-Q.
- [13] D. W. Sunal, C. S. Sunal, C. Sundberg, E. L. Wright, "The Importance of Laboratory Work and Technology in Science Teaching", in *Research in science education, The impact of the laboratory and technology on learning and teaching science K-16*, C. Sundberg, D. W. Sunal, E. Wright, Eds. Charlotte, N. C: IAP/Information Age Pub, pp. 1–28, 2008.
- [14] P. Tamir, "How are the laboratories used?", *J. Res. Sci. Teach.*, vol. 14, no. 4, pp. 311–316, 1977. doi: 10.1002/tea.3660140408.
- [15] A. E. Tekkaya, U. Wilkesmann, C. Terkowsky, C. Pleul, M. Radtke, F. Maevus, *Das Labor in der ingenieurwissenschaftlichen Ausbildung: Zukunftsorientierte Ansätze aus dem Projekt IngLab*. München: Herbert Utz Verlag, 2016.
- [16] L. D. Feisel, A. J. Rosa, "The Role of the Laboratory in Undergraduate Engineering Education", *Journal of Engineering Education*, vol. 94, no. 1, 2005, pp. 121–130, 2005. doi: 10.1002/j.2168-9830.2005.tb00833.x.
- [17] C. Terkowsky, T. Haertel, T. R. Ortelt, M. Radtke, A. E. Tekkaya. (2016). "Creating a place to bore or a place to explore? Detecting possibilities to establish students' creativity in the manufacturing engineering lab", *International Journal of Creativity & Problem Solving*, vol. 26, no. 2, pp. 23–45, 2016.
- [18] J. B. Biggs, C. S.-K. Tang, *Teaching for quality learning at university: What the student does*, 4th ed. Maidenhead u. a.: McGraw-Hill, 2011.
- [19] J. Biggs, C. Tang, C. (2019). "Applying constructive alignment to outcome-based teaching and learning". [Online]. Available: <https://drjj.uitm.edu.my%2FDRJJ%2F2FMQAGGPAS-Apr2011%2FWhat-is-CA-biggs-tang.pdf&usg=AOvVaw3s66c9pN-gyaUtZLGZDnU1##>.
- [20] I. Jahnke, T. Haertel, J. Wildt, "Teachers' conceptions of student creativity in higher education", *Innovations in Education and Teaching International*, pp. 1–9, 2015. doi: 10.1080/14703297.2015.1088396.
- [21] A. L. Strauss, *Grundlagen qualitativer Sozialforschung: Datenanalyse und Theoriebildung in der empirischen soziologischen Forschung*. München: Fink, 1991.

- [22] C. Terkowsky, T. Haertel, “Fostering the Creative Attitude with Remote Lab Learning Environments: An Essay on the Spirit of Research in Engineering Education”, *Int. J. Onl. Eng.*, vol. 9, S5, 2013, p. 13, doi: 10.3991/ijoe.v9iS5.2750.
- [23] C. Terkowsky, T. Haertel, “Where have all the inventors gone? The neglected spirit of research in engineering education curricula”, in *Proceedings of the 2012 Conference on Actual Problems of Development of Light Industry in Uzbekistan on the Basis of Innovations*, Tashkent, Uzbekistan, pp. 5–8, 2012.
- [24] C. Terkowsky, T. Haertel, “On learning objectives and learning activities to foster creativity in the engineering lab”, in *2014 International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL)*, Dubai, United Arab Emirates, pp. 745–750, 2014.
- [25] C. Terkowsky, T. Haertel, E. Bielski, D. May, “Creativity@School: Mobile Learning Environments Involving Remote Labs and E-Portfolios. A Conceptual Framework to Foster the Inquiring Mind in Secondary STEM Education”, in *IT Innovative Practices in Secondary Schools: Remote Experiments*, J. García-Zubía, O. Dziabenko, Eds. Bilbao, Spain: University of Deusto Bilbao, pp. 255–280, 2013.
- [26] N. K. Denzin, *The Research Act: A Theoretical Introduction to Sociological Methods*. Chicago, London: Aldine, 1970.
- [27] N. K. Denzin, *Handbook of Qualitative Research*, 2nd edn (Eds. with Yvonna S. Lincoln). Thousand Oaks: Sage, 2000.
- [28] J. C. Kaufman, R. J. Sternberg, “Preface,” in *Cambridge handbooks in psychology, The Cambridge handbook of creativity*, J. C. Kaufman, R. J. Sternberg, Eds. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 2010, pp. xiii–xv.
- [29] R. C. Schank, P. G. Childers, *The creative attitude: Learning to ask and answer the right questions*. New York: Macmillan, 1988.
- [30] L. Gomes, J. García Zubía, Eds. (2007), *Advances on remote laboratories and e-learning experiences*. Bilbao: University of Deusto. [Online]. Available: <http://www.digitaliapublishing.com/a/19230/>.
- [31] J. García Zubía, G. R. Alves, Eds. (2012), *Using remote labs in education: Two little ducks in remote experimentation*. [Place of publication not identified]: Publicaciones De La Unive.
- [32] J. García-Zubía, O. Dziabenko, Eds. (2013), *IT Innovative Practices in Secondary Schools: Remote Experiments*. Bilbao, Spain: University of Deusto Bilbao. [Online]. Available: www.deusto-publicaciones.es/deusto/pdfs/otraspub/otraspub04.pdf.
- [33] M. Savin-Baden, M., *A practical guide to problem-based learning online*. London, New York, NY: Routledge, 2008.
- [34] M. Savin-Baden, M., *Rethinking learning in an age of digital fluency: Is being digitally tethered a new learning nexus?* London, New York, NY: Routledge, 2015.
- [35] M. E. Auer, A. K. M. Azad, M. Edwards, T. d. Jong, Eds. (2018). *Cyber-Physical Laboratories in Engineering and Science Education*. Cham, Switzerland: Springer International Publishing. [Online]. Available: <https://books.google.de/books?id=6JpYDwAAQBAJ>.

- [36] P. Orduña, L. Rodriguez-Gil, I. Angulo, U. Hernandez, A. Villar, J. Garcia-Zubia, “WebLabLib: New Approach for Creating Remote Laboratories”, in *Lecture Notes in Networks and Systems, volume 80, Cyber-physical Systems and Digital Twins: Proceedings of the 16th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation*, M. E. Auer, K. R. B., Eds. Cham, Switzerland: Springer Nature; Springer, pp. 477–488, 2019.
- [37] C. Terkowsky, C., Pleul, I. Jahnke, A. E. Tekkaya, “Platform for e-Learning and Telemetric Experimentation (PeTEX). Tele-operated laboratories for production engineering education”, in *2011 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, Amman, Jordan, pp. 491–497, 2011.
- [38] C. Terkowsky, T. Haertel, E. Bielski, D. May, “Bringing the inquiring mind back into the labs a conceptual framework to foster the creative attitude in higher engineering education”, in *2014 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, Istanbul, pp. 930–935, 2014.
- [39] C. Terkowsky, I. Jahnke, C. Pleul, D. May, T. Jungmann, A. E. Tekkaya, “PeTEX @Work. Designing CSCL@Work for Online Engineering Education”, in *Computer-supported collaborative learning series, vol. 14, Computer-supported collaborative learning at the workplace: CSCL@Work*, S. P. Goggins, I. Jahnke, and V. Wulf, Eds. New York: Springer, pp. 269–292, 2013.
- [40] P. Mayring, *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken* (7. Auflage, erste Auflage 1983). Weinheim: Deutscher Studien Verlag, 2000.

Vorbereitung der Ingenieurlehre auf die Industrie 4.0: ein Erfahrungsbericht für Lehrende in den Ingenieurwissenschaften

THOMAS OTTE, CHRISTIAN SCHEIDERER, MAX HOFFMANN, INGRID ISENHARDT

Auf einen Blick

- ❖ Das Projektumfeld und das damit verbundene Berufsbild heutiger Ingenieur*innen haben sich im Verlauf der letzten Jahrzehnte grundlegend verändert – ein zentraler Treiber für diesen Wandel ist die vierte industrielle Revolution (Industrie 4.0).
- ❖ Daraus folgen neue Anforderungen an die Ausbildung von Ingenieur*innen – im Speziellen ein steigender Bedarf an zielgerichteten Aus- und Weiterbildungsangeboten in universitären Curricula.
- ❖ Es existieren verschiedene Ansätze, um diesen neuen Anforderungen zu begegnen und Studierende näher an den Umgang mit industriellen Daten heranzuführen. Neben einem Lehrveranstaltungskonzept werden drei anschauliche Demonstrationsansätze präsentiert, um die Vermittlung theoretischer und praktischer Lehrinhalte zu unterstützen.
- ❖ Die bei der Durchführung der Maßnahmen gesammelten Erfahrungen dienen als Eingangsgröße für eigene Reflexionsprozesse, die Lehrende in den Ingenieurwissenschaften im Zuge der Konzeption, Durchführung und Bewertung eigener Lehrveranstaltungen durchlaufen.

1 Problemstellung

Das Berufsbild heutiger Ingenieur*innen hat sich im Verlauf der letzten Jahrzehnte grundlegend verändert – ein zentraler Treiber für diesen Wandel ist die sogenannte vierte industrielle Revolution: *Industrie 4.0*. Dadurch kommen in heutigen industriellen Projekten bereits diverse neue Methoden der datengetriebenen Analyse zum Einsatz. Hierdurch wird für eine erfolgreiche Umsetzung dieser Projekte von den involvierten Ingenieur*innen ein an diese Anforderungen angepasstes Kenntnis- und Kompetenzspektrum verlangt.

Die vierte industrielle Revolution führt zu einer zunehmenden Digitalisierung einzelner Prozessschritte sowie übergeordneter Gesamtprozesse, wodurch wiederum die Datenverfügbarkeit über die gesamte Prozesskette hin zunimmt. Dadurch ergeben sich neue Möglichkeiten zur Anwendung datengetriebener Technologien

bei der Optimierung bestehender Prozesse im industriellen Kontext (z. B. Produktions- oder Geschäftsprozesse). So lassen sich etwa durch eine extensive Datensammlung, eine anschließende zentrale Zusammenführung und ein abschließendes Auswerten von Prozessdaten neue Erkenntnisse über die betrachteten Prozessschritte und die gesamte Wertschöpfungskette gewinnen. Diese wiederum dienen im nächsten Schritt als Eingangsgröße für unternehmerische Entscheidungsprozesse.

Sowohl seitens der Forschung als auch der Industrie erwächst daher eine steigende Nachfrage in Bezug auf die zuvor angedeuteten Kenntnisse und Kompetenzen (z. B. Methoden zur Datenanalyse und -verarbeitung) für das Absolvent*innenprofil von Studierenden der Ingenieurwissenschaften, und die Bedeutung entsprechender Kenntnisse und Kompetenzen auf dem nationalen und internationalen Arbeitsmarkt nimmt zu. Daraus ergeben sich neue Anforderungen an die Ausbildung von Ingenieur*innen und ein steigender Bedarf an zielgerichteten Aus- und Weiterbildungsangeboten in universitären Curricula, um benötigte Kenntnisse und Kompetenzen zu vermitteln und die Studierenden bestmöglich auf das vor ihnen liegende Berufsleben vorzubereiten.

2 Lösungsansatz

Eine zentrale Handlungsstrategie besteht in diesem Zusammenhang darin, Studierende näher an den Umgang mit industriellen Daten, d. h. Daten, die ihren Ursprung in der realen Industrieanwendung haben (z. B. aus Fertigungsprozessen), heranzuführen und damit einen Grundstein für eine Vertiefung im weiteren Ausbildungsverlauf und/oder im Zuge einer zukünftigen industriellen Anwendung im Berufsleben zu legen.

Im Zusammenhang mit dem vorliegenden Beitrag werden zwei zentrale Lösungsansätze näher beschrieben: zum einen ein Lehrveranstaltungskonzept für die Ingenieurlehre im Kontext *Industrie 4.0*, zum anderen eine Auswahl ergänzender demonstrativer Möglichkeiten, um Studierende der Ingenieurwissenschaften näher an den Umgang mit industriellen Daten heranzuführen und die damit verbundenen Zusammenhänge zu veranschaulichen.

Die entwickelten Lösungsansätze können Lehrenden in den Ingenieurwissenschaften als Orientierung dienen bzw. bieten einen Ausgangspunkt zur Entwicklung neuer und die Weiterentwicklung bestehender Lehrveranstaltungen und Veranschaulichungskonzepte aus der Perspektive *Industrie 4.0*.

3 Beispielumsetzung

3.1 Lehrveranstaltungskonzept

Als Grundstein für diese Entwicklungs- und Weiterentwicklungsmaßnahmen wurde im Projekt ein Konzept für eine Lehrveranstaltung entwickelt, das die Studierenden näher an den Umgang mit industriellen Daten heranführt.

Darin erhalten die Studierenden grundlegende und vertiefende Informationen über die gesamte Prozesskette der Datenverarbeitung. Ausgehend von der initialen Aufnahme der Rohdaten werden sie bis hin zur abschließenden Datenanalyse und Erkenntnisgewinnung schrittweise durch die Prozesskette geführt und erhalten dabei einen ganzheitlichen Einblick in eine Auswahl elementarer Themen der *Industrie 4.0*.

Zwischen Rohdaten- und Erkenntnisgewinnung finden sich in heutigen Projekten im industriellen Kontext wiederkehrende Prozessschritte, die Grundlage für die Strukturierung der entwickelten Lehrveranstaltung sind [1].

Die Lehrveranstaltung setzt sich aus insgesamt fünf Modulen zusammen (s. Abb. 1), die sowohl Bausteine zur Vermittlung der theoretischen Anteile (z. B. Vorlesungsunterlagen) als auch der praktischen Anteile (z. B. Übungsunterlagen) beinhalten.

Im ersten Modul werden die Studierenden mit grundlegenden Informationen über Hintergründe und Konzepte der *Industrie 4.0* versorgt – darunter etwa die physikalische Vernetzung von Maschinen im Internet of Things (IoT), die wiederum die Grundlage für die Erhebung und anschließende Weiterverarbeitung von Prozessdaten bildet. Um die erhobenen Daten im nächsten Schritt nutzbar zu machen, werden im zweiten Modul Grundlagen zum Thema *Datenbanken und Informationsmodellierung* angeboten. Das darauf aufbauende dritte Modul widmet sich dem Themenfeld *Industrial Big Data* und liefert Hintergrundinformationen sowie Beispiele zur Verarbeitung besonders umfangreicher Datenmengen (z. B. im Hinblick auf ihr Volumen oder ihre Vielfalt). Im vierten Modul werden die Studierenden über Ansätze zur *Datenvorverarbeitung und -exploration* informiert, mit denen die erfassten und abgespeicherten Daten weiterbearbeitet werden können. Im abschließenden fünften Modul wird das Themenfeld der *künstlichen Intelligenz* behandelt, und die Studierenden erhalten vertiefende Informationen über Algorithmen, die im nächsten Schritt auf die vorliegenden Daten angewandt werden können, um bestehende Prozesse zu optimieren und übergeordnete Erkenntnisse zu gewinnen.

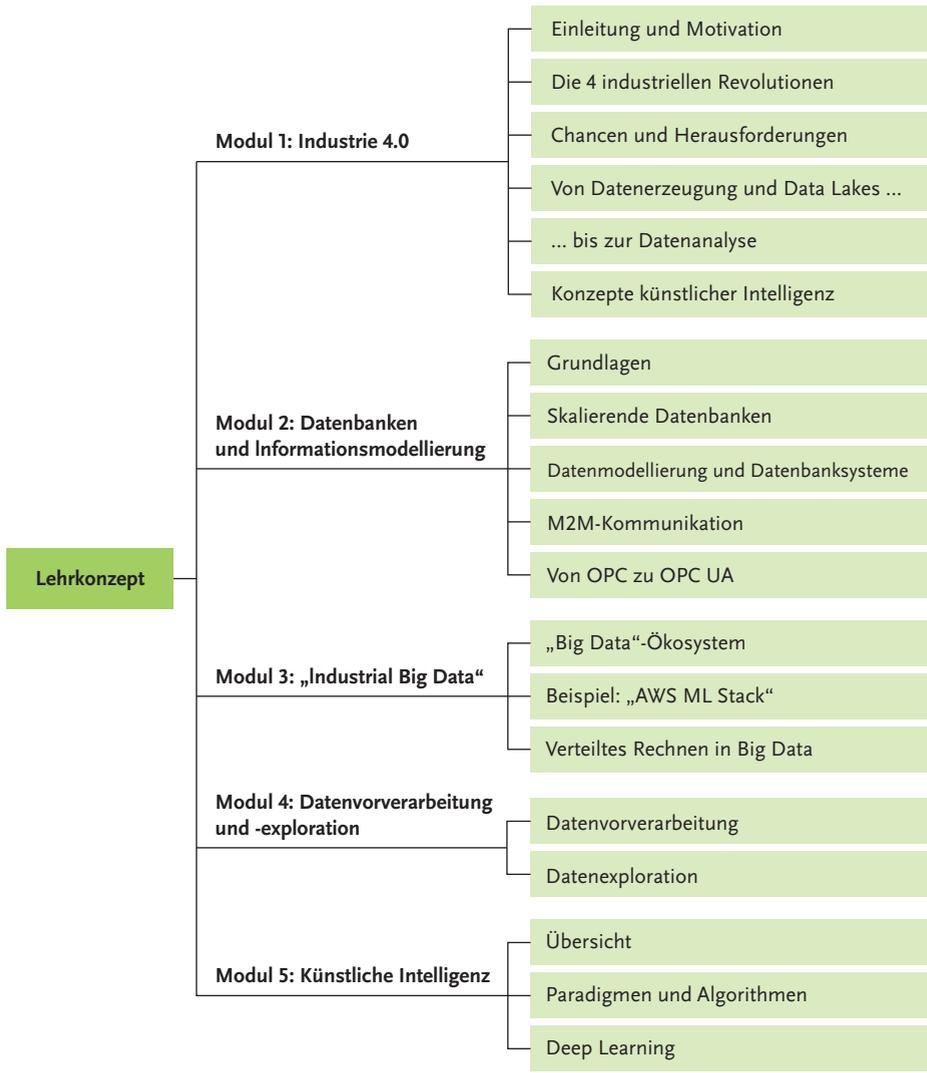


Abbildung 1: Struktur des entwickelten Lehrveranstaltungs-konzepts

3.2 Demonstrationsansätze

Neben anschaulichen Vorlesungsunterlagen eignet sich eine Vielzahl weiterer Ansätze, um die gesteckte Zielsetzung zu erreichen und Studierende näher an den Umgang mit industriellen Daten heranzuführen. Sie reichen von textuellen (z. B. Lehrbücher) oder audiovisuellen (z. B. Lehrvideos oder Aufzeichnungen von Programmier-Tutorials) bis hin zu real-weltlichen Darstellungen (z. B. Besichtigung eines Rechenzentrums einer IoT-Produktionsanlage).

Im Zusammenhang mit dem vorliegenden Beitrag werden anhand eines zugrunde liegenden Lernszenarios an dieser Stelle beispielhaft die drei Demonstrationsansätze näher erläutert:

- ❖ Beispiel 1: Physisches Modell
- ❖ Beispiel 2: Datensimulation
- ❖ Beispiel 3: Virtuelles Modell / Virtual Reality

Das Lernszenario bildet eine mehrschrittige Prozesskette ab – darunter beispielsweise Schritte zur Handhabung, Bearbeitung oder Wärmebehandlung des Materials.

Beispiel 1: Physisches Modell

Bei dem physischen Modell handelt es sich um den Aufbau einer Produktionsstraße auf Basis eines Bausatzes von *fischertechnik*, der sogenannten „Fabrik-Simulation 24V“ [2] (s. Abb. 2).

Ein derartiges Modell unterstützt grundsätzlich die Veranschaulichung realer Prozesszusammenhänge, unterliegt allerdings zugleich diversen Grenzen – u. a. im Hinblick auf Kosten (z. B. für Anschaffung, Auf- und Abbau), Skalierbarkeit (z. B. Verfügbarmachung für größere Gruppen an Studierenden) und Transportierbarkeit.

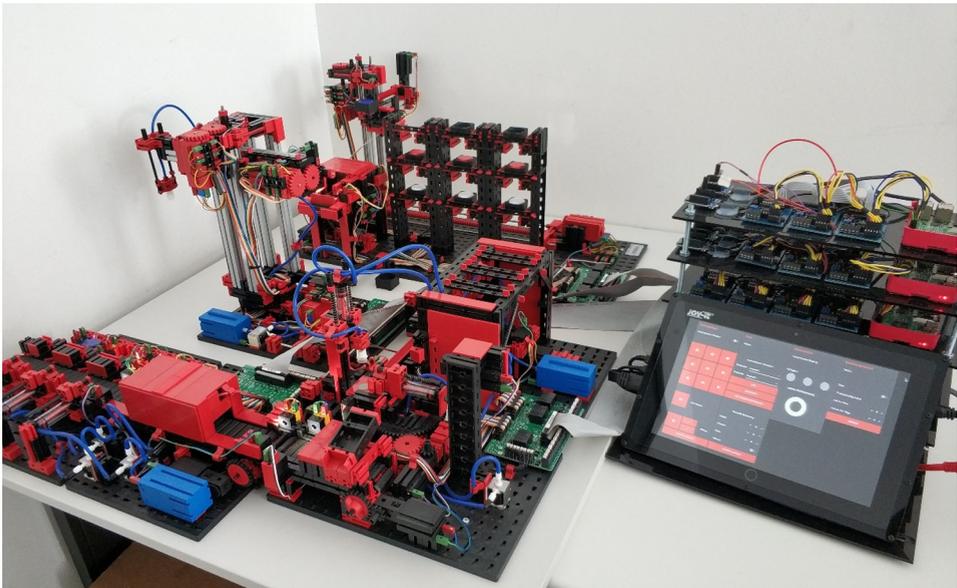


Abbildung 2: Physisches Modell zur Veranschaulichung [1]

Beispiel 2: Datensimulation

Um diesen Grenzen des physischen Modells zu begegnen, wurde im Projekt ebenfalls eine Simulation der Prozesskette in der Programmiersprache Python umgesetzt. Über eine grafische Benutzeroberfläche können Lehrende – zum Beispiel im

Umfeld einer Übungsveranstaltung – die Simulation der Prozesskette starten und stoppen sowie die Frequenz der Datensimulation einstellen (s. Abb. 3).

Nach dem Start generiert die Simulation Daten, die im nächsten Schritt über eine Schnittstelle von den Studierenden empfangen und abgespeichert werden können. Bei ihnen handelt es sich um prozessrelevante Daten wie etwa per Sensor gemessene Temperaturwerte an einzelnen Maschinen. Die gespeicherten Daten stehen den Studierenden danach zur weiteren Verarbeitung zur Verfügung und können in diesem Zuge beispielsweise visualisiert oder ausgewertet werden.

In diesem Zusammenhang kommen die Studierenden bereits mit zukunftsrelevanten IoT-Technologien (z. B. MQTT – „Message Queuing Telemetry Transport“) in Kontakt und können so erste Erfahrungen mit Digitalisierungsprozessen sammeln.

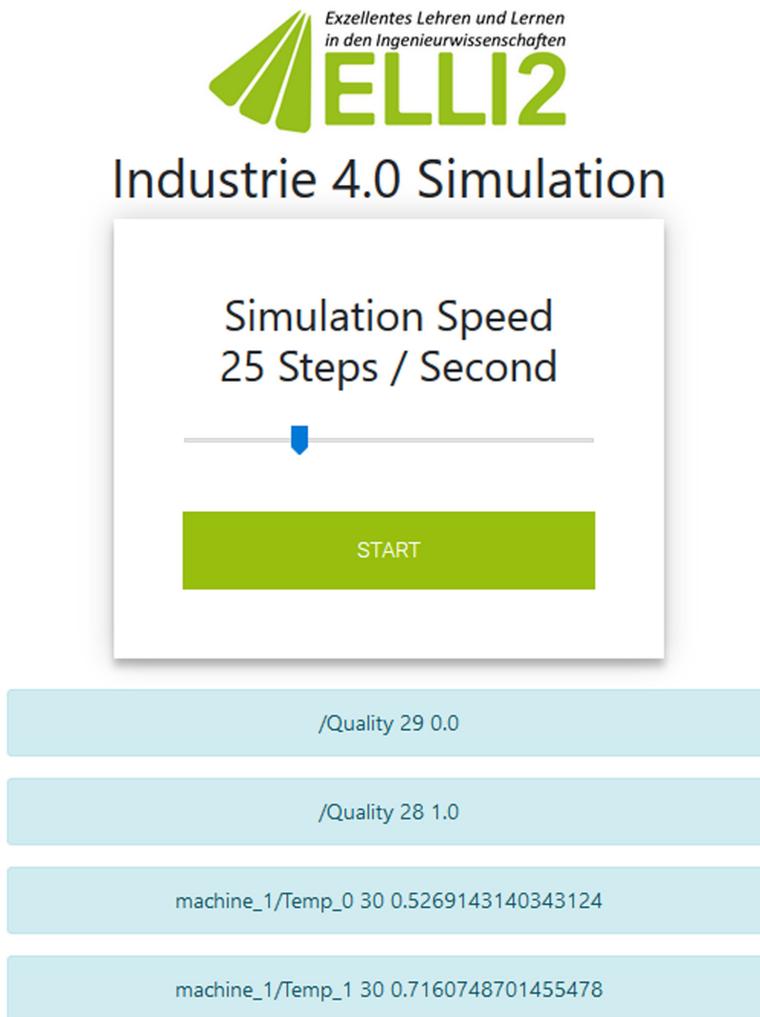


Abbildung 3: Grafische Benutzeroberfläche zur Steuerung der Prozesssimulation [1]

Beispiel 3: Virtuelles Modell

Um die Anschaulichkeit der zuvor erläuterten Datensimulation weiter zu erhöhen, bieten sich darauf aufbauende Visualisierungsansätze an – zum Beispiel ein Modell des Lernszenarios innerhalb einer virtuellen Realität (s. Abb. 4).

Innerhalb der virtuellen Realität kann die gesamte mehrschrittige Prozesskette des Lernszenarios nachgebildet und nach Bedarf mit ergänzenden Informationen veranschaulicht werden. Wie in Abbildung 4 angedeutet, bietet dieser Ansatz beispielsweise die Möglichkeit, zusätzlich zu den eingesetzten Maschinen Material- und Datenflüsse in Echtzeit abzubilden (siehe Textfeld oberhalb der Maschine).

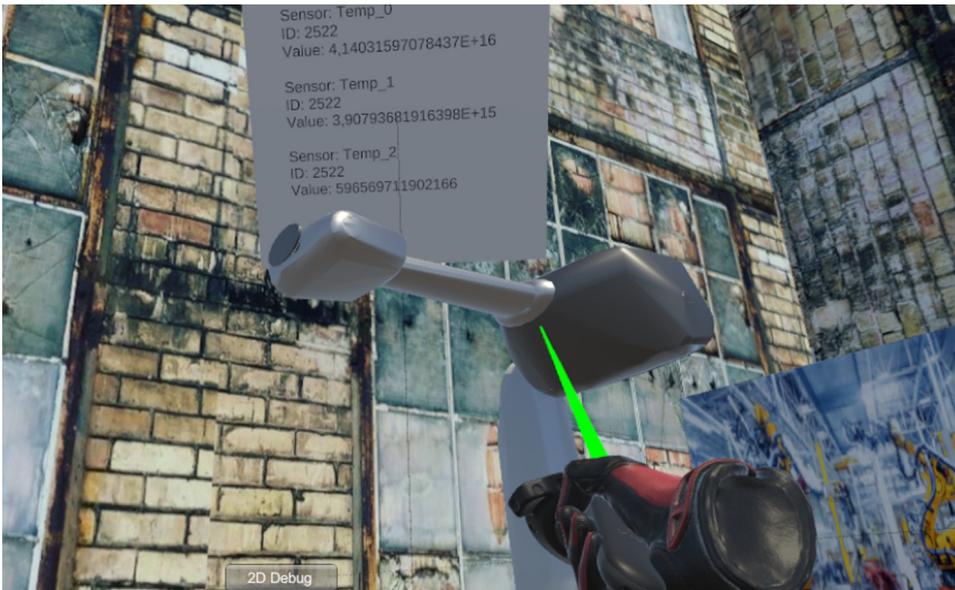


Abbildung 4: Nachbildung der Prozesskette in virtueller Realität [1]

4 Lessons Learned

Aufbauend auf den vorgestellten Umsetzungsbeispielen widmet sich das vorliegende Kapitel der Reflexion von Erkenntnissen, Wissen und Erfahrungen, die während der Durchführung der Maßnahmen entstanden sind.

In diesem Zusammenhang liegt unser Hauptaugenmerk darauf, die aus unserer individuellen Sicht zentralen Ergebnisse dieses Prozesses als Anregung für eigene Reflexionsprozesse weiterzugeben, die Lehrende in den Ingenieurwissenschaften im Zuge der Konzeption, Durchführung und Bewertung eigener Lehrveranstaltungen durchlaufen.

- ❖ Je nach zeitlicher Verortung der Lehrveranstaltung innerhalb des universitären Curriculums trifft man auf grundlegend unterschiedliche Vorkenntnisse bei den teilnehmenden Studierenden.

Es wird empfohlen, diese Rahmenbedingungen frühestmöglich zu identifizieren und die Erkenntnisse dieses Prozesses an geeigneten Stellen in die Lehrveranstaltung einfließen zu lassen.

Gleichzeitig sollten sowohl Lehrende als auch Studierende frühestmöglich in den (Weiter-)Entwicklungsprozess der Lehrveranstaltung eingebunden werden – beispielsweise durch freiwillige Zwischenevaluationen. Im Zuge dieser Einbindung sollten Lehrende auch ihre eigenen Vorkenntnisse berücksichtigen – etwa bei der individuellen Auswahl verfügbarer Demonstrationsansätze für Lehrveranstaltungen und damit verbundener Lernziele.

- ❖ Bei der Erschließung neuer Themenfelder – d. h. insbesondere solcher, die im bisherigen Studienverlauf nicht thematisiert worden sind – nimmt die Herstellung von Referenzen zu bekanntem Vorwissen oder zu realen Anwendungen eine besondere Bedeutung ein.

Im Zusammenhang mit dem vorgestellten Lehrveranstaltungskonzept könnte beispielsweise die folgende Leitfrage eine Hilfestellung für Lehrende darstellen, um sich in die Ausgangsposition der Studierenden zu versetzen: „Welchen Mehrwert kann ich durch den Umgang mit Daten im industriellen Kontext erzielen?“

Begleitet durch entsprechende Fragestellungen, können die Studierenden schrittweise sowohl an die theoretischen Grundlagen (z. B. Methoden) als auch an die praktischen Kompetenzen (z. B. Programmieren) herangeführt werden und behalten während des Lernprozesses stets den Anwendungsbezug sowie den direkten Nutzen des angestrebten Wissenszugewinns im Blick.

Literatur

- [1] C. Scheiderer, T. Otte, M. Hoffmann, „Lehre für die Industrie 4.0 – Ein ganzheitliches Konzept für Studierende von Morgen“, in: *Tagungsband 14. Ingenieurpädagogische Jahrestagung IPW: Technische Bildung im Kontext von „Digitalisierung“/„Automatisierung“ – Tendenzen, Möglichkeiten, Perspektiven*. Bremen, Deutschland, 2020. ISBN: 978-3-9818728-3-5.
- [2] fischertechnik GmbH: *Fabrik-Simulation 24 V*. Online verfügbar: 10.07.2020. <https://www.fischertechnik.de/de-de/service/elearning/simulieren/fabrik-simulation-24v>.

goING abroad!

Förderung von Internationalisierung und Auslandsmobilität

In einer zunehmend globalisierten Welt agiert eine Vielzahl von Unternehmen heute in einem internationalen Umfeld. Ein Großteil heutiger Absolvent*innen eines ingenieurwissenschaftlichen Studiums wird also in oder mit international agierenden Teams arbeiten. Daher nehmen internationale Erfahrungen, Fremdsprachenkenntnisse und insbesondere interkulturelle Kompetenzen an Bedeutung zu. Dieses Kapitel umfasst Analysen zur Auslandsmobilität und Beispiele von Lehrveranstaltungen, die zur Bildung und Förderung der angesprochenen Schlüsselkompetenzen bei Ingenieurstudierenden beitragen. Weiterhin werden Strategien identifiziert und Initiativen beschrieben, welche die Auslandsmobilität fördern – zum Beispiel, indem sie auf interaktive Weise eine fachliche und kulturelle Vorbereitung auf einen Studienaufenthalt in Deutschland bieten. Dabei werden sowohl Studierende an deutschen Hochschulen als auch internationale Studierende in den Blick genommen. Die Beiträge sind somit interessant für Studiengangverantwortliche, Internationalisierungsbeauftragte und Vertretungen von International Offices. Weiterhin liefern sie Impulse für Lehrende, die gemeinsam mit ausländischen Kooperationspartnern die Internationalisierung der Lehre vorantreiben.

Warum in die Ferne schweifen? – Strategien zur Förderung internationaler Mobilität von Ingenieurstudierenden

Die vorgestellte Studie erläutert Faktoren und Gründe, die Studierende zu einem Auslandsaufenthalt motivieren oder davon abhalten. Aufbauend auf einer Gegenüberstellung von Erfahrungen von MINT-Studierenden mit Studierenden anderer Fächer lassen sich Strategien zur Förderung internationaler Mobilität für Ingenieurstudierende ableiten.

GoING Abroad – Informationsprogramm zur frühzeitigen Beratung zu Auslandsaufenthalten im Ingenieurstudium

Dieser Erfahrungsbericht stellt Hintergründe, Konzeption und Umsetzungserfahrungen eines Informationsprogramms vor, das durch fachnahe und bedarfsorientierte Information und Beratung die Ausgangsmobilität von Studierenden in ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen gezielt fördert.

Grenzen überwinden mit digitalem Lernen und Lehren – Internationalisierung „on the Web“

Der Beitrag stellt die Konzeption und Umsetzung einer transnationalen Online-Lehrveranstaltung vor. Mit Blick auf die Besonderheiten in der Organisation und Umsetzung solcher Lehrveranstaltungen werden sowohl förderliche als auch limitierende Faktoren thematisiert und erfahrungsbasierte Empfehlungen abgeleitet.

Internationalisierung in den Ingenieurwissenschaften: Digitale Vorbereitung internationaler Studierender auf Laborarbeit in Deutschland

Die Konzeption und Umsetzung eines Angebots zur digitalen Vorbereitung auf eine Summer School im Rahmen eines Austauschprogramms in Deutschland wird vorgestellt. Es wird auf technische, organisatorische und kulturelle Aspekte eingegangen sowie von Entwicklungen und Nutzungserfahrungen berichtet.

Warum in die Ferne schweifen? – Strategien zur Förderung internationaler Mobilität von Ingenieurstudierenden

JOHANNA M. WERZ, NINA SCHIFFELER, ESTHER BOROWSKI, INGRID ISENHARDT

Auf einen Blick

- ❖ Auslandserfahrung wird als ein wichtiger Aspekt im Kontext der Employability zukünftiger Arbeitnehmer*innen angesehen.
- ❖ Im Rahmen einer empirischen Studie wurden Hürden und von MINT-Studierenden empfundene Probleme identifiziert, die studienbezogene Auslandsaufenthalte behindern können.
- ❖ Aufbauend auf derselben Studie zeigten sich Chancen und Lösungsmöglichkeiten, um Studierende im Kontext Auslandsmobilität zu unterstützen.

Die Arbeitswelt, ihre Einsatzorte und Kooperationen, gestaltet sich zunehmend globalisierter. Studien zeigen die zunehmende Relevanz, die Arbeitgeber*innen studien- oder berufsbezogenen Auslandsaufenthalten zuschreiben. Insbesondere ihr positiver Effekt auf die Persönlichkeitsentwicklung wird hier betont, z. B. interkulturelle Kompetenz, aber auch erhöhte Innovationsfähigkeit aufgrund des Perspektivwechsels [1, 2]. Auch die Annahme, dass auslandserfahrene Arbeitnehmer*innen eher bereit sind, in einem globalen Unternehmen im Ausland tätig zu sein, erhöht die „Employability“ – den zugeschriebenen Wert, den Angestellte für ein Unternehmen haben [3].

Eine Hochschulbildung, die den Anspruch vertritt, ihre Absolvent*innen bestmöglich auf die Arbeitswelt vorzubereiten, muss sich also zwangsläufig damit befassen, wie Studierende zu Auslandsaufenthalten motiviert werden, wie sie interkulturelle Erfahrungen sammeln können. Mit der Bologna-Reform in den neunziger Jahren kurbelte die Europäische Union den europäischen Austausch (erfolgreich) an [4]. Ebenso propagiert der Wissenschaftsrat die Internationalisierung als Aufgabe der Hochschulen [5] und zahlreiche Universitäten formulieren Internationalisierungsstrategien [z. B. 6]. Doch obwohl sich seit den neunziger Jahren die Zahlen von Studierenden, die studienbezogenen Auslandserfahrung sammeln, massiv gesteigert haben, stagnieren sie in den letzten Jahren bei knapp 30 Prozent und waren zuletzt sogar leicht rückläufig [7].

Die Anforderungen von Industrie und Wissenschaft nach international erfahrenen Arbeitnehmer*innen und der Auftrag der Hochschulen, ihre Studierenden auf die Arbeitswelt vorzubereiten, sind also noch nicht völlig kongruent. Ziel von Hoch-

schulen und darin verankerter (Forschungs-)Projekte sollte es daher unter anderem sein, Studierende dabei zu unterstützen, internationale Erfahrungen zu sammeln.

Um die Internationalisierung zu fördern, stellt sich die zentrale Frage, was aufseiten der Ingenieurstudierenden Argumente gegen und was Motivationsgründe für Auslandsaufenthalte sind. Zur Erhebung dieser Bedarfe wurde eine Befragung von Studierenden der RWTH Aachen University über ihre Erfahrungen in Bezug auf Auslandsaufenthalte durchgeführt. Auf Basis dieser Erkenntnisse wird anschließend geklärt, wie sich bei dem Ziel, Auslandsaufenthalte zu fördern, Mikro- und Makroebene verbinden lassen – wie also Studierende motiviert und unterstützt werden können, Auslandserfahrung zu sammeln und universitäre Strukturen und Maßnahmen so gestaltet werden können, dass mehr Studierende eben dies tun.

1 Problemstellung

Wie genau sich der Zusammenhang von Karriere(förderlichkeit) und Auslandsaufenthalten darstellt, haben sowohl quantitative als auch qualitative Studien untersucht. So wurde 2016 eine Data-Mining-Analyse von 1.000.000 Lebensläufen von Manager*innen durchgeführt, um den Zusammenhang von erfolgreicher Karriere und Auslandsaufenthalt zu ermitteln. Dabei zeigte sich allerdings kein signifikanter Unterschied im beruflichen Erfolg mit und ohne Auslandserfahrung [8]. Karriereerfolg wurde in der Untersuchung anhand statischer Faktoren wie etwa Größe des Unternehmens, Position und Länge der Beschäftigung erfasst. Es ist jedoch davon auszugehen, dass sich, seit die Karrieren heutiger Manager*innen begannen, einiges verändert hat.

Dass der Karriereerfolg über Persönlichkeitsentwicklung vermittelt und die Persönlichkeit durch den Auslandsaufenthalt positiv beeinflusst wird, zeigt eine Langzeituntersuchung, die Studierende während ihres Auslandsaufenthalts begleitete [9]: Während die Offenheit gegenüber Neuem zunimmt, verringert sich Neurotizismus (emotionale Instabilität). Eine ähnliche Studie zeigte eine Verbesserung der interkulturellen Kommunikationsfähigkeit durch den Auslandsaufenthalt [10]. Studierende mit Auslandserfahrung berichten von einer Stärkung ihres Selbstbewusstseins und ihres akademischen Ehrgeizes [11]. Diese Persönlichkeitsentwicklungen scheinen sich auf den Karriereerfolg niederzuschlagen, denn es finden sich Unterschiede zwischen denjenigen mit und ohne Auslandserfahrung: Erstere sind häufiger international tätig und haben bessere Netzwerke [12] und – auch wenn die Effekte vielfältig und komplex sind – es zeigen sich Verdienstvorteile für Studierende, die längere Zeit im Ausland verbrachten [13]. Darüber hinaus gibt es Hinweise darauf, dass international Erfahrene ein gestärktes Selbstkonzept aufweisen und einfacher Karriereentscheidungen treffen [14]. Tatsächlich zeigt die Erasmus-Impact-Studie, dass Studierende mit Auslandserfahrung später zufriedener mit ihrer Arbeit sind und angeben, leichter einen Arbeitsplatz gefunden zu haben [15].

Die Studienlage auf der Seite der Unternehmen ist nicht so eindeutig. Einerseits scheinen Unternehmensvertreter*innen Auslandsaufenthalten keine allzu große Relevanz zuzuschreiben: In einer Studie wertete Heinze [16] Online-Stellenausschreibungen mithilfe von Web Content Mining aus und fand, dass auslandsbezogene Schlagwörter in erster Linie in den Selbstdarstellungen der Firmen („weltweit“, „international“, „global“) zu finden sind. Die Anforderungen an Bewerber*innen umfassten in großer Häufung Wörter wie „selb(st)ständig“, „Einsatz“, „Bereitschaft“ oder „eigenverantwortlich“. Einen Hinweis darauf, dass Auslandserfahrung als Anforderung an die Bewerber*innen gestellt wird, gab lediglich der Begriff „Reisebereitschaft“, der in einigen Ausschreibungen zu finden war. Auch in einer Befragung von Personalleitenden zu den relevanten Aspekten bei der Personalauswahl landete „Auslandserfahrung“ nur auf dem zehnten und letzten Platz – hinter Foto, Anschreiben, Noten und praktischer Erfahrung [17].

Dem allerdings widersprechen andere Studien und zeichnen ein differenzierteres, positiveres Bild vom Effekt von Auslandsmobilität. Befragungen von Arbeitgeber*innen offenbaren die Annahme, dass Auslandsaufenthalte die Employability erhöhen, indem sie Eigenschaften vermitteln, die in einer zunehmend internationalen Arbeitsumgebung relevant sind. In der oben angesprochenen Auswertung der Online-Stellenausschreibungen [16] deutet sich dies an. Es sind insbesondere bestimmte Persönlichkeitseigenschaften und Fähigkeiten, die sich Arbeitgeber*innen von auslandserfahrenen Bewerber*innen erhoffen. Dazu zählen beispielsweise interkulturelle Handlungskompetenz [2], kulturelle Intelligenz [18] sowie kulturelle Sensitivität und Fähigkeiten von „Global Citizens“ [19], aber auch Innovationsfähigkeit [1] und Entscheidungskompetenz [20].

Eine systematische Manipulation von Bewerbungen zeigt, dass ein studienbezogener Auslandsaufenthalt zwar nicht darüber entscheidet, ob man zum Vorstellungsgespräch geladen wird oder nicht – er findet aber sehr wohl Berücksichtigung [21]: Während ansonsten identische Lebensläufe mit und ohne Auslandserfahrung gleich viele Einladungen zum Bewerbungsgespräch erhielten, fiel die Rückmeldung für erste schneller aus. Petzold schließt daraus, dass Auslandserfahrung zwar kein Entscheidungs-, sehr wohl aber ein Reihenfolgekriterium darstellt.

Den positiven Effekten von Auslandsmobilität nach zu urteilen – und sei es nur die gute Selbsteinschätzung, die sich bei Studierenden mit Auslandserfahrung zeigt – wäre also jeder und jedem Studierenden zu raten, einen Auslandsaufenthalt zu absolvieren.

Mit Blick auf internationale Studierende, die einen studienbezogenen Auslandsaufenthalt in Deutschland durchführen, zeigt sich breites Interesse an Ingenieurwissenschaften. Einerseits streben die meisten Bildungsausländer*innen mit Abschlussabsicht in Deutschland einen ingenieurwissenschaftlichen-Abschluss an (40%), und fast jede*r fünfte Studierende der Ingenieurwissenschaften ist Bildungsausländer*in. Bei denjenigen, die in Deutschland nur einen kurzen Studienaufenthalt absolvieren, wählen hingegen nur 18% einen ingenieurwissenschaftlichen Studiengang [7]. In Bezug auf die Auslandsmobilität bei deutschen Ingenieurstudierenden

zeigt sich jedoch ein zurückhaltendes Bild, da die Zahl tatsächlich durchgeführter (studienbezogener) Auslandsaufenthalte eine solche breite Abdeckung nicht abbildet. Von den Ingenieurstudierenden hat knapp jede*r Vierte (24% in 2015 bzw. 23% in 2017) einen Auslandsaufenthalt absolviert. Da diese Zahl niedriger ist als die in den gesellschafts- oder sozialwissenschaftlichen Fächern, stellt sich also die Frage, ob für Ingenieurstudierende andere Hürden bestehen oder andere Motivationsfaktoren eine Rolle spielen. Davon ausgehend gilt es, entsprechende Maßnahmen abzuleiten.

2 Methode

Um die Auslandsmobilität und die interkulturellen Erfahrungen von Ingenieurstudierenden zu fördern, wurde an der RWTH Aachen eine Studienbefragung durchgeführt, die zum Ziel hatte, Probleme bei der Auslandsmobilität zu entdecken und daraus Maßnahmen abzuleiten. Ziel war es, die Erfahrungen, die Studierende der RWTH Aachen in Bezug auf Auslandsaufenthalte gemacht hatten, zu erheben.

So erhielten alle Studierenden der RWTH Aachen University im Jahr 2017 die Einladung zur Studie per Mail ($N=45.331$), die von insgesamt 2.938 Studierenden angenommen wurde, was einer Rücklaufquote von 7% entspricht. Nachdem ungültige oder unvollständige Fragebögen ausgeschlossen wurden, umfasste die Stichprobe $n=2.441$. Die Teilnehmenden weisen ein mittleres Alter von $M=23$ und einen Anteil von 45% weiblichen und 54% männlichen Teilnehmenden auf (tatsächlich studieren an der RWTH 32% Frauen). Bezüglich der Stufe im Studium (59% Bachelorstudierende, 33% Masterstudierende, 6% Promovierende, 2% sonstige) und der Verteilung auf die verschiedenen Fakultäten (79% Studierende von MINT-Fächern, $n=1.819$) ist die Stichprobe vergleichbar mit der Zusammensetzung der RWTH-Studierendenschaft. Die MINT-Fächer werden im Folgenden den Studierenden anderer Fächer gegenübergestellt. Dabei zählen die Studierenden der Fakultäten für Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften, Bauingenieurwesen, Maschinenbau, Georessourcen und Materialtechnologie sowie Elektrotechnik und Informationstechnik zu den Fächern mit MINT (mathematischem, Informatik-, naturwissenschaftlichem und technischem) -Bezug. Angehörige der Fakultäten für Architektur, Philosophie, Wirtschaftswissenschaften und Medizin wurden, wie schon in der vorherigen Studie [22], zu den Fächern ohne MINT-Bezug gezählt.

In der Befragung folgten auf (a) einige Fragen zu Demographie, Studium und Auslandserfahrung vor Beginn des Studiums (b) Filterfragen nach der bisherigen studienbezogenen Auslandserfahrung: „Ich war im Ausland, bin im Ausland, plane einen Aufenthalt, habe geplant, aber nicht durchgeführt und habe keine studienbezogene Auslandserfahrung“. Abhängig von der Beantwortung der Filterfragen folgten (c) Fragen über den Aufenthalt (vergangen oder geplant) sowie über (d) Erfahrungen in Bezug auf den Aufenthalt. Da der Fragebogen sehr viele Bereiche abfragte,

die sich je nach Filterfrage unterschieden, werden im Folgenden nur die Blöcke vorgestellt, auf die im weiteren Verlauf noch eingegangen wird:

- ❖ Motivationsfaktoren: Die Liste möglicher Gründe galt es, auf einer Skala von 1 (gar kein Motivationsgrund) bis 6 (sehr großer Motivationsgrund) zu bewerten.
- ❖ Fragen zur Karriereförderlichkeit: Drei Aussagen sollten auf einer Skala von 1 (*Trifft überhaupt nicht zu*) bis 6 (*Trifft voll und ganz zu*) bewertet werden.
- ❖ Fragen zur Organisation des Aufenthaltes konnten jeweils mit *Ja*, *Nein* und *Keine Angabe* beantwortet werden.
- ❖ Anerkennungsprozess von Studienleistungen: Auf die Frage, „Welche Probleme gab es bei der Anerkennung?“ waren aus verschiedenen Antwortoptionen die zutreffenden auszuwählen.
- ❖ Bewertung von Erfahrungen und Problemen in Bezug auf den Aufenthalt: Es wurden mögliche Antwortoptionen angegeben, zutreffende waren auszuwählen.
- ❖ Motivationssteigernde Maßnahmen: Zur Frage „Wodurch könnte Ihre Motivation für einen Auslandsaufenthalt erhöht werden?“ waren erneut aus einer Auswahl an möglichen Antwortoptionen die zutreffenden auszuwählen.

3 Ergebnisse

Die Verteilung der Studierenden mit Auslandserfahrung, die einen Aufenthalt planen und die keinen Auslandsaufenthalt durchgeführt haben, ist an der RWTH Aachen University relativ gleich verteilt (siehe Abb.1). Ebenso zeigte ein Chi²-Test keinen Unterschied in der Auslandserfahrung zwischen MINT-Studierenden und denjenigen anderer Studiengänge ($\chi^2(4) = 7,63, p = ,106$).



Abbildung 1: Erfahrung eines studienrelevanten Auslandsaufenthalts

Hinsichtlich der Frage nach den Motiven für Auslandsaufenthalte spielen für alle Studierenden die Faktoren „Kennenlernen einer anderen Kultur“, „Verbesserung von Fremdsprachenkenntnissen“ und „Interesse am gastgebenden Land des Austauschs“ eine sehr wichtige Rolle (Tab. 1). Jedoch bewerteten MINT-Studierende Karriereförderlichkeit als einen wichtigeren Faktor ($M = 4,68$, $SD = 1,34$). Er liegt bei ihnen an vierter Stelle, während er bei den Studierenden anderer Fächer auf dem siebten Platz liegt ($M = 4,30$, $SD = 1,62$). In einem Mann-Whitney-U-Test für non-parametrische Daten zeigte sich hier ein signifikanter Unterschied ($U = 219816$, $p < ,001$). Ebenso bewerteten MINT-Studierende den Aufbau eines internationalen Netzwerks als wichtiger ($M = 4,16$, $SD = 1,52$) als die Studierenden anderer Fächer ($M = 3,70$, $SD = 1,63$; $U = 221520$, $p = ,022$, siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Bewertung der Motivationsfaktoren für Auslandsaufenthalte

	MINT-Studierende		nicht-MINT-Studierende	
	M	SD	M	SD
Kennenlernen einer anderen Kultur	5,23	1,138	5,32	1,025
Verbesserung der Fremdsprachenkenntnisse	5,22	1,182	5,22	1,263
Interesse am gastgebenden Land des Austauschs (Natur, Flora/Fauna, Kultur etc.)	5,07	1,199	5,28	1,101
Erhöhung von Soft Skills (z. B. interkulturelle Kompetenz, Kommunikationskompetenz, Zeit- & Selbstmanagement)	4,79	1,347	4,89	1,401
Verbesserung der Karrierechancen*	4,68	1,343	4,30	1,618
Aufbau neuer Freundschaften	4,29	1,442	4,47	1,398
Erhöhung der Selbstständigkeit	4,20	1,638	4,36	1,619
Aufbau eines internationalen Netzwerks*	4,16	1,518	3,93	1,626
Empfehlung/positive Erfahrungen von privaten Bezugspersonen	3,77	1,712	3,69	1,709
Allgemeine fachliche Vertiefung des Studiums	3,61	1,586	3,93	1,613
Interesse am Studienablauf/(Hochschul-)Bildungssektor in anderen Ländern	3,52	1,782	3,82	1,759
Empfehlungen/positive Erfahrungen von akademischen Bezugspersonen	3,14	1,725	3,09	1,699
Belegung von Kursen, die an der RWTH nicht angeboten werden	2,66	1,712	2,92	1,816
Belegung einer zusätzlichen Vertiefungsrichtung des aktuellen Studienfachs	2,35	1,563	2,72	1,706
Sinnvolle Nutzung freier Zeit (z. B. zwischen BA & MA, während der vorlesungsfreien Zeit)	2,05	1,619	2,54	1,839
Verpflichtender Bestandteil des Studiums	1,24	0,873	2,31	1,955

Darstellung des Mittelwerts (M) und der Standardabweichung (SD). Die Bewertung erfolgte auf einer Likert-Skala von 1 (gar kein Motivationsgrund) bis 6 (sehr großer Motivationsgrund)

Auch die aggregierte Variable Karriereförderlichkeit zeigt, dass MINT-Studierende diesen Aspekt von Auslandserfahrung höher einschätzen ($M = 3,78$, $SD = 0,90$) als die Studierenden anderer Fächer ($M = 3,58$, $SD = 0,97$; $t(2117) = 3,29$, $p = ,001$). Andererseits berichten von denjenigen, die einen Auslandsaufenthalt absolviert oder ihn geplant haben ($n = 1.811$), signifikant mehr MINT-Studierende als Studierende anderer Fächer, ihr Studium habe sich durch einen Auslandsaufenthalt verlängert (65 % vs. 45 %). Gleichermaßen berichten sehr viel mehr Studierende anderer Fächer, ihr Studium verlängere sich nicht (37 % vs. 18 % MINT-Studierende; $\chi^2(8) = 74,94$, $p < ,001$). Ebenso müssen MINT-Studierende häufiger Urlaubssemester einlegen ($\chi^2(6) = 65,50$, $p < ,001$, siehe Abbildung 2).

Fragt man im Detail nach den Erfahrungen, die Studierende nach der Rückkehr aus dem Auslandsaufenthalt mit der Anrechnung von Studienleistungen machen, geben immerhin 43 % der Nicht-MINT-Studierenden und 34 % der MINT-Studierenden an, keine Probleme bei der Anrechnung gehabt zu haben. Die am häufigsten auftretenden Probleme bei beiden Gruppen sind hingegen der langwierige Prozess (24 %) und dass abweichende Lehrveranstaltungen nicht anerkannt wurden (17 %; jeweils keine signifikanten Unterschiede zwischen MINT und nicht-MINT auf 5 %-Niveau im χ^2 -Test).

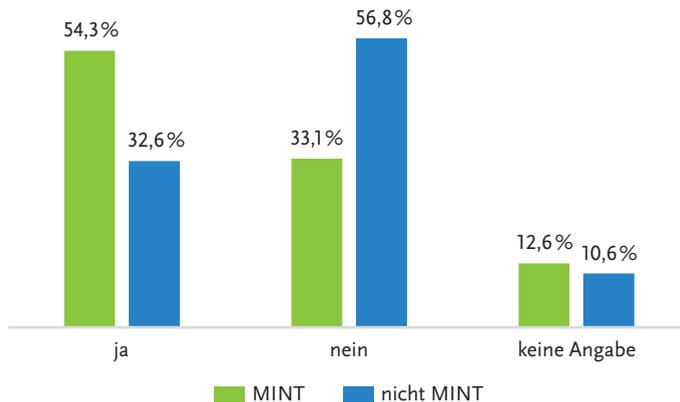


Abbildung 2: Antwort der Teilnehmenden auf die Frage, ob sie für den Auslandsaufenthalt ein Urlaubssemester in Anspruch nehmen werden/mussten.

Auf die Frage, welche positiven Erfahrungen im Ausland gemacht wurden, antworten vier von fünf Befragten mit der Verbesserung ihrer Fremdsprachenkenntnisse (83 %), dem Kennenlernen einer neuen Kultur (83 %) und dem Aufbau neuer Freundschaften (79 %). MINT-Studierende nennen häufiger als die Studierenden anderer Fächer das Kennenlernen eines neuen Hochschulsystems ($\chi^2(1) = 6,92$, $p = ,009$) sowie erneut den Aufbau eines internationalen Netzwerks ($\chi^2(1) = 5,38$, $p = ,020$) und verbesserte Karrierechancen ($\chi^2(1) = 8,61$, $p = ,003$, siehe Abbildung 3).

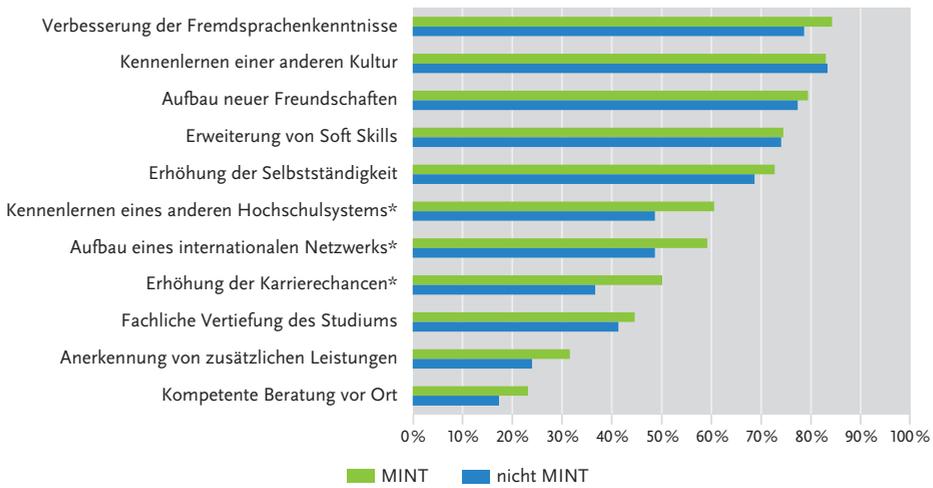


Abbildung 3: Häufigkeit der positiven Erfahrungen, die während des Auslandsaufenthalts gesammelt wurden (Mehrfachnennung möglich)

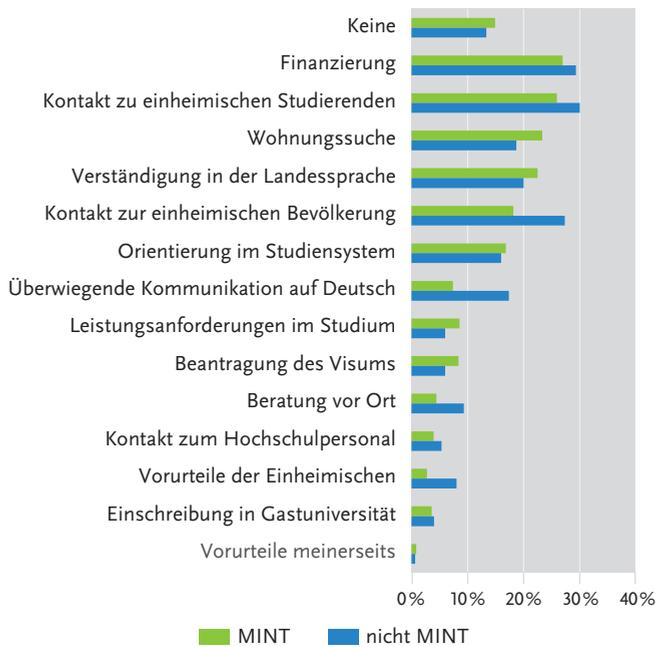


Abbildung 4: Probleme, von denen Studierende mit Auslandserfahrung berichten (Mehrfachnennung möglich)

Bezogen auf die Erlebnisse vor und während des Auslandsaufenthalts geben von den Studierenden, die einen Auslandsaufenthalt absolviert haben ($n=733$), immerhin 15% an, keine Schwierigkeiten gehabt zu haben (siehe Abb. 4). In diesem Zusammenhang stellt das größte Problem die Finanzierung dar, dicht gefolgt von fehlendem Kontakt zu einheimischen Studierenden. Wenn sich auf einem 5%-Niveau im Chi²-Test Unterschiede in der Bewertung zeigten (siehe Abbildung 4, mit * markiert), dann immer der Art, dass MINT-Studierende weniger Probleme nannten als die Studierenden anderer Fächer.

Von denjenigen, die keinen Auslandsaufenthalt absolviert haben ($n=788$), hätten sich 57% mehr Informationen zur Finanzierung und 56% zur Organisation eines Auslandsaufenthalts gewünscht. Information zur Wahl des Gastlandes und zum Kontakt zu einheimischen Studierenden scheint weniger dringlich (41% bzw. 37%). Die Angaben von MINT- und Nicht-MINT-Studierende unterscheiden sich bei diesen Angaben nicht signifikant.

4 Diskussion

Zunächst gilt es, die Tatsache einzuordnen, dass bei dieser Befragung mehr Studierende Auslandserfahrung vorweisen als in anderen Befragungen. Da es sich bei der Befragung um eine freiwillige Selbstauskunft handelt, nehmen an solchen Umfragen mehrheitlich diejenigen teil, die ein Interesse am Thema haben. Dies kann z. B. dazu führen, dass der Anteil der Teilnehmenden mit Auslandserfahrung in solchen Umfragen überschätzt wird und größer ist als der unter der gesamten Studierendenschaft. Ob an der RWTH nun tatsächlich jede*r dritte Studierende Auslandserfahrung hat und jede*r weitere Dritte einen solchen plant, kann anhand dieser Daten nicht endgültig bestätigt werden. Die Aussagen, die von den Teilnehmenden darüber hinaus getätigt wurden, sind aufgrund der enormen Stichprobengröße jedoch sehr viel aufschlussreicher.

Wie die Ergebnisse zeigen, spielen für MINT-Studierende in Bezug auf studienbezogene Auslandsaufenthalte tatsächlich andere Motive eine Rolle als für Studierende von Nicht-MINT-Fächern. Insbesondere scheint MINT-Studierenden der Faktor der Karriereförderlichkeit von Auslandsaufenthalten wichtig zu sein. Auch die Motivation, bei Auslandsaufenthalten ein internationales Netzwerk ausbauen zu können, geht in die Richtung Erhöhung der eigenen Karrierechancen. Beide Faktoren wurden sowohl als Motivationsgrund für als auch als positive Erfahrung durch Auslandsaufenthalte genannt.

Auf der anderen Seite stellen sich für MINT-Studierende die Rahmenbedingungen von Auslandsaufenthalten negativer dar als für andere Studierende: Sie müssen besonders häufig Urlaubssemester einlegen, können den Aufenthalt also nicht so einfach integrieren, und müssen Verlängerungen ihres Studiums durch den Aufenthalt in Kauf nehmen. Probleme bei der Anrechnung ergeben sich dagegen in allen Fächern gleichermaßen. Auf deskriptiver Ebene geben immerhin 43% der Nicht-

MINT-Studierenden und 34% der MINT-Studierenden an, keine Probleme bei der Anrechnung gehabt zu haben.

Denkt man an den wichtigen Faktor Karriereförderlichkeit, gilt es für MINT-Studierende noch stärker als für Studierende anderer Fächer abzuwägen, ob sich ein Auslandsaufenthalt lohnt oder eine verlängerte Studiendauer schwerer wiegt. Tatsächlich wurde von ihnen in der Befragung als wichtigstes Hindernis, ins Ausland zu gehen, der Zeitdruck während des Studiums genannt ($M = 4,40$, $SD = 1,63$), dicht gefolgt von finanziellen Gründen ($M = 4,22$, $SD = 1,73$, jeweils bewertet auf einer Skala von 1 (sehr schwacher Hinderungsgrund) bis 6 (sehr starker Hinderungsgrund)). Dies spiegelt sich auch in den Bedarfen nach Finanzierung und Information zur Organisation bei denjenigen wider, die keine Auslandserfahrung gemacht haben. Die Frage der Finanzierung ist darüber hinaus relevant vor dem Hintergrund, dass Auslandserfahrung kein sozialer Faktor sein oder werden sollte, den sich nur Studierende aus sozioökonomisch gut ausgestatteten Familien leisten können.

Betrachtet man die positiven und negativen Erfahrungen, von denen Studierende mit Auslandserfahrung berichten, lässt sich zunächst der enorme Überhang positiver Erfahrungen feststellen: Während über 80% der Studierenden positive Erfahrungen als Antwortoptionen auswählten, berichteten sehr viel weniger von Problemen. Die Finanzierung stellt sich auch hier als eines der größten Probleme dar. Jedoch scheint es auf Grundlage der überwiegenden Mehrheit an positiven Erfahrungen, die sich mit den Motiven für Auslandsaufenthalte decken, angemessen, den hohen Mehrwert, den Studierende durch Auslandsaufenthalte wahrnehmen, in den Vordergrund zu stellen. Die positiven Bewertungen sind, bis auf eine Ausnahme, bei den MINT-Studierenden sogar positiver als bei den Nicht-MINT-Studierenden. Hierbei sollte Karriereförderlichkeit als ein Baustein genutzt werden, obwohl die Erfahrungen an sich wie etwa neue Freundschaften, kulturelle Bereicherung oder Steigerung der Selbstständigkeit für alle Studierenden gleichermaßen wichtige Motivationsfaktoren darstellen. Mögliche Maßnahmen, um noch bestehende Hürden abzubauen, sind an den Bedarfen der Studierenden auszurichten.

5 Umsetzung zur Unterstützung von Ingenieurstudierenden

Um den Abbau der Hürden anzugehen und mehr Ingenieurstudierende für studienbezogene Auslandsaufenthalte zu motivieren, sollten verschiedene Ebenen kombiniert werden. Zum einen gilt es, die Studierenden über die positiven Auswirkungen von Auslandsaufenthalten aufzuklären. Dies betrifft Anforderungen seitens des Arbeitsmarkts, mögliche Effekte auf zukünftige Anstellungen und positive Auswirkungen auf die Persönlichkeitsentwicklung, aber eben auch individuell wertvolle Erfahrungen, von denen auslandserfahrene Studierende berichten. Zu diesem Zweck wurde eine Informationsbroschüre speziell für Ingenieurstudierende erstellt und bei mehreren Veranstaltungen verteilt. Sie greift die Ergebnisse der Befragung auf und

ergänzt sie mit individuellen Geschichten und Zitaten von Ingenieurstudierenden mit Auslandserfahrung. So sollen falsche Annahmen und Ängste, z. B. im Ausland keine Wohnung oder keine Freunde zu finden, ausgeräumt und Motivationsfaktoren angesprochen werden. Darüber hinaus wird wiederholt auf Beratungsangebote verwiesen, z. B. des International Office, das Beratungsangebote zur Finanzierung bietet oder die Beratungsangebote der Fakultäten, die bei der Vereinbarkeit mit Studienplänen und Anrechnungsfragen aushelfen. Diese Maßnahmen dienen der Förderung von Auslandsaufenthalten auf der Mikroebene, auf der Ebene der oder des einzelnen Studierenden.

Demgegenüber gilt es von institutioneller Seite, also auf Makroebene, Probleme anzugehen und internationalisierungsförderliche Strukturen zu schaffen. Dabei geht es etwa darum, Prozesse zur Anrechnung von Studienleistungen zu vereinheitlichen und zu vereinfachen. Hier ist es hilfreich, die Problemfelder mit entsprechenden Lösungsstrategien direkt in den Internationalisierungsstrategien der Universitäten zu verankern. Für Ingenieurstudierende stellt beispielsweise die Vereinfachung des Credit Point Transfers einen wichtigen Meilenstein dar. Diese Vereinfachung sollte auch die Möglichkeit schaffen, Semesterzeiten oder Fächer zu identifizieren, die sich besonders gut mit Auslandsaufenthalten vereinbaren lassen. Wenn noch nicht vorhanden, gilt es aus studienorganisatorischer Sicht, solche Lücken als Mobilitätsfenster zu schaffen. Obwohl vereinheitlichte Studienzeiten und -prozesse allen Studierenden zugutekommen, sprechen sie doch vor allem die unter Zeitdruck stehenden Ingenieurstudierenden an. Auslandsaufenthalte als Module oder festes Semester einzuplanen, würde die Notwendigkeit, ein Urlaubssemester einzulegen, verringern und es so mehr Studierenden ermöglichen. Einen weiteren Meilenstein stellt ein vereinfachter Zugang zur finanziellen Unterstützung dar. Im Rahmen von Internationalisierungsstrategien werden Finanzierungsmöglichkeiten stetig erweitert und auch von nationaler wie europäischer Ebene ständig neue Möglichkeiten zur Finanzierung von Auslandsaufenthalten geschaffen.

Der letzte Punkt, der sowohl Ingenieurstudierende als auch universitäre Strukturen in die Pflicht ruft, betrifft die Karriereförderlichkeit von Auslandsaufenthalten. Wie die eingangs aufgeführten Studien zeigen, ist es nicht der Auslandsaufenthalt an sich, den Arbeitgeber*innen bei Bewerber*innen schätzen – vielmehr sind es die Erfahrungen, die in seinem Rahmen gesammelt werden, die Entwicklungen, die durchlebt, die Kompetenzen, die erlernt werden, die die Auslandserfahrung zu einer karriereförderlichen Maßnahme machen. Schaut man auf die positiven Erfahrungen, von denen Studierende berichten, spiegelt sich diese Wahrnehmung wider: An der Spitze stehen die Kompetenzen, die erlernt, die sozialen und kulturellen Erfahrungen, die gemacht wurden. Um die Karriereförderlichkeit, von der viele Ingenieurstudierende ausgehen, wirklich zu nutzen, gilt es, diese auslandsbezogenen Kompetenzen viel mehr als den Auslandsaufenthalt an sich herauszustellen [23]. Hierfür müssen Studierende sensibilisiert werden, während die Hochschuleinrichtungen ihr Augenmerk darauf legen sollten, Studierende dabei zu unterstützen, aus einem Auslandsaufenthalt den für sie bestmöglichen Nutzen zu ziehen.

Literatur

- [1] J. Hermans, “High Potentials: A CEO Perspective”. *Journal of Studies in International Education*, 11(3–4), pp. 510–521, 2007. <https://doi.org/10.1177/1028315307304187>.
- [2] A. Thomas, „Entwicklung interkultureller Handlungskompetenz“. In A. Thomas, Eds., *Technik und Kultur: Interkulturelle Handlungskompetenz für Techniker und Ingenieure*. Springer Fachmedien, pp. 39–46, 2017. Available: https://doi.org/10.1007/978-3-658-19053-8_9.
- [3] D. Cairns, E. Krzaklewska, V. Cuzzocrea, A.-A. Allaste, “Erasmus and Employability”. In D. Cairns, E. Krzaklewska, V. Cuzzocrea, A.-A. Allaste, Eds. *Mobility, Education and Employability in the European Union: Inside Erasmus*. Springer International Publishing, pp. 19–40, 2018. https://doi.org/10.1007/978-3-319-76926-4_2.
- [4] Kultusministerkonferenz, *Die Umsetzung der Ziele des Bologna-Prozesses 2012–2015. Nationaler Bericht von Kultusministerkonferenz und Bundesministerium für Bildung und Forschung unter Mitwirkung von HRK, DAAD, Akkreditierungsrat, fzs, DSW und Sozialpartnern*. Kultusministerkonferenz, 2015.
- [5] Wissenschaftsrat, (2018). Empfehlungen zur Internationalisierung von Hochschulen (Drs. 7118–18). [Online]. Available: <https://www.wissenschaftsrat.de/download/archiv/7118-18.html>.
- [6] RWTH Aachen University, *Internationalisierungsstrategie*, 2018.
- [7] U. Heublein, J. Hillmann, C. Hutzsch, S. Kammüller, J. Kercher, J. Kracht Araújo, C. Schäfer, *Wissenschaft weltoffen (DAAD – Deutscher Akademischer Austauschdienst & DZHW (Deutsches Zentrum für Hochschul- und Wissenschaftsforschung GmbH, Eds.)*. wbv Media GmbH & Co. KG, 2019.
- [8] N. Schiffeler, T. Sommer, V. Stehling, A. Richert, S. Jeschke, „Internationalisation in career development – A data science analysis of manager CVs.“ *Proceedings of the ICERI 2017 10th International Conference of Education, Research and Innovation*, pp. 5482–5490, 2017.
- [9] J. Zimmermann, F. J. Neyer, „Do we become a different person when hitting the road? Personality development of sojourners”. *Journal of Personality and Social Psychology*, 105(3), pp. 515–530, 2013. <https://doi.org/10.1037/a0033019>.
- [10] T. R. Williams, “Exploring the Impact of Study Abroad on Students’ Intercultural Communication Skills: Adaptability and Sensitivity”. *Journal of Studies in International Education*, 9(4), pp. 356–371, 2005. <https://doi.org/10.1177/1028315305277681>.
- [11] A. Ruth, A. Brewis, D. Blasco, A. Wutich, “Long-Term Benefits of Short-Term Research-Integrated Study Abroad”. *Journal of Studies in International Education*, 23(2), pp. 265–280, 2019. <https://doi.org/10.1177/1028315318786448>.
- [12] J. Wiers-Jenssen, “Does Higher Education Attained Abroad Lead to International Jobs?” *Journal of Studies in International Education*, 12(2), pp. 101–130, 2008. <https://doi.org/10.1177/1028315307307656>.
- [13] J. Calmand, S. Condon, K. Pietropaoli, P. Rouaud, E. & Santelli, “Experiences abroad during studies and transition to labour market: Complex links, for what added value?” *Formation Emploi*, No 142(2), pp. 57–77, 2018.

- [14] H. Adam, O. Obodaru, J. G. Lu, W. W. Maddux, A. D. Galinsky, "The shortest path to oneself leads around the world: Living abroad increases self-concept clarity." *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 145, pp. 16–29, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.obhdp.2018.01.002>.
- [15] European Commission, CHE Consult, & ICF Consulting Services. (2019). *Eras-mus + higher education impact study: Final report* [Online]. Available: http://publications.europa.eu/publication/manifestation_identifier/PUB_NC0219323ENN
- [16] U. Heinze, *Web content mining for analyzing job requirements in online job advertisements*. Apprimus, 2015.
- [17] ifo Institut. (2015). *Sonderfragen zur Personalauswahl, 2. Quartal (ifo Personalleiterbefragung)*. [Online]. Available: <http://www.cesifo-group.de/de/ifoHome/facts/Survey-Results/Personalleiterbefragung/Archiv/Personalleiterbefragung-2015Q2.html>.
- [18] K. A. Crowne, "What leads to cultural intelligence?" *Business Horizons*, 51(5), pp. 391–399, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2008.03.010>.
- [19] J. E. Crossman, M. Clarke, "International experience and graduate employability: Stakeholder perceptions on the connection." *Higher Education*, 59(5), pp. 599–613, 2010. <https://doi.org/10.1007/s10734-009-9268-z>.
- [20] C. Van Mol, "Do employers value international study and internships? A comparative analysis of 31 countries." *Geoforum*, 78, pp. 52–60, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2016.11.014>.
- [21] K. Petzold, "Studying Abroad as a Sorting Criterion in the Recruitment Process: A Field Experiment among German Employers". *Journal of Studies in International Education*, 21(5), pp. 412–430, 2017. <https://doi.org/10.1177/1028315317697543>.
- [22] N. Schiffeler, V. Stehling, A. S. Richert, S. Jeschke, (2016). „Going to Germany to Study?! Impediments from the Students' Perspective" [Online, print]. In L. Gómez Chova, A. López Martínez, I. Candel Torres, Eds. *ICERI2016: 9th International Conference of Education, Research and Innovation: Conference Proceedings*. IATED Academy. <https://doi.org/10.21125/iceri.2016.0563>.
- [23] H. De Wit, E. Jones. (2014). *We need to change the language of internationalisation*. *University World Nedewitws*. [Online]. Available: <https://www.universityworldnews.com/post.php?story=20141112125546605>.

GoING Abroad – Informationsprogramm zur frühzeitigen Beratung zu Auslandsaufenthalten im Ingenieurstudium

LAURA-KATHARINA SCHIFFMANN, NATASCHA STRENGER

Auf einen Blick

- ❖ Arbeitgeber*innen erwarten durch sich fortlaufend globalisierende Entwicklungs- und Produktionszusammenhänge von Absolvent*innen der Ingenieurwissenschaften nicht nur technisches Know-how, sondern zunehmend auch interkulturelle Kompetenzen und Fremdsprachenkenntnisse. Studierende sollten daher gezielt dazu motiviert und dabei unterstützt werden, studienbezogene Auslandsaufenthalte zu absolvieren.
- ❖ Seitens der Studierenden besteht ein disziplinspezifischer Bedarf an Information und Beratung rund um das Thema Auslandsmobilität, den es unter Zusammenarbeit der Ansprechpersonen innerhalb der Fakultäten mit zentralen Einrichtungen wie dem *International Office* und anderen Partner*innen zu decken gilt.
- ❖ Das GoING Abroad Programm, bestehend aus einer jährlich stattfindenden Informationsveranstaltung, die durch Informationsmaterialien flankiert wird, setzt an dieser Stelle an. Es bietet Studierenden der Ingenieurwissenschaften gebündelte Informationen, die sie bei der Planung eines Auslandsaufenthaltes bestärken und unterstützen und macht sie mit den für sie relevanten Ansprechpersonen am Campus vertraut.

1 Problemstellung

Durch sich zunehmend globalisierende Entwicklungs- und Produktionszusammenhänge haben sich auch die Anforderungen von Arbeitgeber*innen an Absolvent*innen und Young Professionals aus den Ingenieurwissenschaften verändert: Die Zusammenarbeit in internationalen Kontexten und Teams macht nicht nur eine solide technische Ausbildung, sondern auch den Erwerb von interkulturellen Kompetenzen und Fremdsprachenkenntnissen unabdingbar. Im Idealfall sollte dieser bereits während des Studiums stattfinden [1]. Daran anknüpfend sind im Rahmen des Bologna-Prozesses Forderungen und Zielformulierungen zur Erhöhung des Anteils der Graduierten mit Auslandserfahrung im Europäischen Hochschulraum als Motivation zu nennen: So wurde bereits 2009 beschlossen und 2012 weiter konkretisiert,

dass der Anteil der Absolvent*innen aller Fachrichtungen, die einen studienbezogenen Auslandsaufenthalt absolviert haben, bis 2020 bei mindestens 20 % liegen sollte. Da dieses Ziel bereits zügig erreicht war, entwickelte sich der Konsens dahin, dass die Mobilität deutscher Studierender idealerweise so gesteigert werden soll, dass zukünftig jede*r zweite Absolvent*in während des Studiums Auslandserfahrung sammelt hat [2]. Auch der Wissenschaftsrat betont die Wichtigkeit der Internationalisierung von Studium und Lehre und bestärkt Hochschulen dahingehend in der Verfolgung von disziplinspezifischen Strategien, um den unterschiedlichen Mobilitätsmustern der verschiedenen Fächergruppen Rechnung zu tragen, wobei insbesondere die vergleichsweise noch immer geringe Mobilität von MINT-Studierenden hervorgehoben wird [3].

Dieser Zielvorgabe gegenläufig, bestehen für Studierende jedoch Hemmnisse für einen studienbezogenen Auslandsaufenthalt, die in Teilen sowohl disziplinübergreifend gelten als auch disziplinspezifisch sein können [4]. Bei Studierenden der Ingenieurwissenschaften hat sich gezeigt, dass sie primär ungünstige organisatorische Bedingungen für Auslandsaufenthalte während des Studiums kritisieren. Im Speziellen werden hier die Vereinbarkeit eines solchen Aufenthaltes mit den Studienvorgaben genannt sowie der Zeitverlust, der dadurch häufig in Kauf zu nehmen ist [4]. Anzunehmen ist, dass eine Verlängerung der Studienzeit für einen nicht unbedeutlichen Anteil der Studierenden auch Fragen der Finanzierung aufwirft, die ebenfalls maßgeblich bei der Entscheidung für oder gegen einen Auslandsaufenthalt sind [5]. Selbst bereits auslandsmobile Studierende äußern Kritik, indem sie fehlende Unterstützung durch ihre heimischen Hochschulen beklagen [4]. Außerdem kann angenommen werden, dass in Teilen den Studierenden das Bewusstsein für die Notwendigkeit von Kompetenzen, die im Rahmen eines Auslandsaufenthalts erworben werden und die sich positiv auf die eigene Karrieregestaltung auswirken können, fehlt. Die Gründe von Ingenieurstudierenden gegen einen Aufenthalt im Ausland wurden ausführlicher bereits im vorangegangenen Beitrag in diesem Kapitel diskutiert. Hervorzuheben ist allerdings, dass Studierende im Vorfeld häufig mehr Herausforderungen antizipieren als sich ihnen bei der Durchführung eines Auslandsaufenthaltes dann tatsächlich stellen, sodass hier ein strukturelles Informationsdefizit vorzuliegen scheint [4].

Studierenden bietet sich nicht nur die Möglichkeit eines temporären Aufenthaltes in Form eines Praktikums oder eines ein- bis zweisemestrigen Studienaufenthaltes an einer ausländischen Hochschule, sondern auch die Option, einen kompletten Abschluss (Bachelor, Master oder Promotion) im Ausland zu erwerben (abschlussbezogene Mobilität). Hinsichtlich der Abschlussmobilität deutscher Studierender waren 2015 in dieser Gruppe nur 8 % (2016: 9 %) Studierende aus den Ingenieurwissenschaften, während im Vergleich dazu Studierende der Wirtschaftswissenschaften mit 23 % (2016: 24 %) den größten Anteil ausmachten [5, 6]. Bei den temporären studienbezogenen Auslandsaufenthalten war von 2013 mit 18 % zu 2017 mit 23 % ein Anstieg des Anteils von Ingenieurstudierenden zu verzeichnen. Allerdings gehörten

Studierende der Ingenieurwissenschaften damit noch immer zu den am wenigsten mobilen Studierendengruppen [5, 6, 7].

Diese Verhältnisse in der deutschen Hochschullandschaft spiegeln sich auch teilweise an der Ruhr-Universität Bochum (RUB) wider – etwa in den Outgoing-Zahlen der drei ingenieurwissenschaftlichen Fakultäten im Vergleich zu denen von Studierenden der Philologien und der Gesellschafts- und Sozialwissenschaften.

Während die Entwicklung der allgemeinen Outgoing-Zahlen zwischen den akademischen Jahren 2010/11 und 2019/20 deutlichen Schwankungen unterlag, war doch ein genereller Aufwärtstrend erkennbar, der sich auch an ingenieurwissenschaftlichen Fakultäten, insbesondere an der Fakultät für Maschinenbau, bemerkbar machte. So zeigt ein Vergleich der Zahlen der Erasmus-Outgoings (Studium) der akademischen Jahre 2014/15 und 2019/20, aufgeschlüsselt nach Fakultäten, nahezu eine Verdopplung der Zahl der Outgoings aus dem Maschinenbau (von 22 auf 41) sowie einen Anstieg der Outgoings der Fakultät für Bau- und Umweltingenieurwesen um 40 % (von 5 auf 7). Der Wert der Fakultät für Elektro- und Informationstechnik blieb bei 17 Studierenden. Hinsichtlich des Anteils von Erasmus-Outgoings (Studium) an der Anzahl der Studierenden insgesamt je Fakultät liegt die Fakultät für Maschinenbau damit im Ranking für das Jahr 2019/20 auf dem vierten Platz nach der Fakultät für Sozialwissenschaft (Platz 1), der Fakultät für Philologie (Platz 2) und der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften (Platz 3). Beim Vergleich der Zahl der sonstigen Outgoings des akademischen Jahres 2018/19 belegt die Fakultät für Maschinenbau mit 23 Studierenden, die eine der Austauschkooperationen abseits des Erasmus-Programms in Anspruch genommen haben, nach der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften mit 32 Studierenden im Vergleich der Fakultäten den zweiten Platz.

Obwohl die Betrachtung dieser Zahlen keineswegs Aussagen zur Wirksamkeit bereits etablierter Fördermaßnahmen zulässt, ist zu vermerken, dass die Entwicklung der Outgoing-Zahlen der Fakultät für Maschinenbau der RUB vom allgemein in Deutschland zu beobachtenden Bild bei der Mobilität von MINT-Studierenden im Vergleich zu Studierenden anderer Fachrichtungen leicht abzuweichen scheint.

2 Lösungsansatz

Auf Basis einer Analyse der Outgoing-Mobilität an den drei ingenieurwissenschaftlichen Fakultäten (Maschinenbau, Bau- und Umweltingenieurwesen, Elektro- und Informationstechnik) der RUB in den Jahren 2011 und 2012 sowie der damit verknüpften Beratungsbedürfnisse der Studierenden erfolgte die Entwicklung eines Informationsprogramms mit der Zielsetzung einer Verbesserung der disziplinspezifischen Informationsvermittlung und -weitergabe, um die Outgoing-Mobilität zu steigern. Erreicht werden sollte dies durch eine enge Zusammenarbeit von Mitarbeiter*innen auf Fakultäts- und Universitätsebene sowie mit Studierendenvertreter*innen und bereits auslandserfahrenen Studierenden [7].

Zuerst wurde die generelle Outgoing-Mobilität von Studierenden der Ingenieurwissenschaften im Vergleich zu Studierenden anderer Fachrichtungen betrachtet und analysiert. Daten des International Office zeigten, dass im akademischen Jahr 2010/11 nur 9% aller Outgoing-Studierenden (insgesamt 327) an den ingenieurwissenschaftlichen Fakultäten eingeschriebene Studierende waren, obwohl diese Gruppe etwa 20% der an der RUB insgesamt eingeschriebenen Studierenden ausmachte. So deckten sich die Zahlen mit dem allgemein an deutschen Hochschulen beobachtbaren Phänomen, dass diese Studierendengruppe in Relation seltener den Weg ins Ausland wählt. Anzumerken ist jedoch, dass das International Office nicht die Möglichkeit hat, Studierende, die als sogenannte Freemover (d.h. außerhalb eines bestehenden Programms oder einer Universitätskooperation) ein Auslandssemester absolvieren, zu registrieren.

In einem nächsten Schritt wurde die Perspektive der Studierenden und Mitarbeiter*innen der betreffenden Fakultäten in Form von Experteninterviews und qualitativen Fokusgruppen einbezogen. In letzteren gaben Studierendenvertreter*innen an, dass auf Seite der Studierenden ein Informationsdefizit herrscht, insbesondere auch in Bezug auf die Identifikation der korrekten Ansprechperson(en) im Kontext der Planung eines Auslandsaufenthaltes. Außerdem wurden Probleme bei der Anrechnung von im Ausland erbrachten Studienleistungen sowie fehlende finanzielle Mittel als Problemfaktoren angesprochen, die auch im Einklang mit den Ergebnissen einer 2013 deutschlandweit durchgeführten Studie zur Mobilität deutscher Studierender stehen [4]. Auf die Frage hin, welche Unterstützung und Hilfestellung bei der Planung und Durchführung eines Auslandsaufenthaltes Studierende sich wünschen, wurden Erfahrungsberichte von Studierenden derselben Fakultät oder Fachrichtung genannt, die bereits ein Semester im Ausland studiert oder dort ein Praktikum absolviert haben. Außerdem wurde der Wunsch nach einem kompakten, umfassenden Überblick über sich bietende Möglichkeiten und Kontaktpersonen geäußert, insbesondere für Studierende, die sich in der Studieneingangsphase befinden.

Auf der anderen Seite stand die Rückmeldung der Austauschkoordinator*innen der Fakultäten, dass die Vergabe der Plätze im Rahmen von Austauschkooperation häufig ineffizient sei, da sich die Bewerbungen der Studierenden auf wenige Austauschmöglichkeiten konzentrierten (beispielsweise US-amerikanische Partnerhochschulen), während andere gar nicht nachgefragt würden. Dies liege vermutlich daran, dass Studienoptionen in englischer oder gar deutscher Sprache an ausländischen Hochschulen, etwa in China und Osteuropa, den Studierenden nicht bekannt seien, was zu einer Nichtauslastung der vorhandenen Plätze führe. Ergänzend hierzu bestätigte das International Office, dass der Anteil der Studierenden aus den Ingenieurwissenschaften, die die angebotenen Informationsveranstaltungen besuchen, im Allgemeinen eher gering ist. Dadurch ist auch zu erklären, dass die Austauschkooperationen, die zentral vom International Office betreut und verwaltet werden, Studierenden an den ingenieurwissenschaftlichen Fakultäten häufig nicht bekannt sind und sie dementsprechend selten in Anspruch genommen werden. Als Heraus-

forderung bei der Entwicklung und Implementierung einer einheitlichen Informations- und Beratungslösung galt die Vielzahl der zu vereinenden Akteur*innen auf Fakultäts- und Universitätsebene. Allein an der Fakultät für Maschinenbau sind für über 20 bestehende Austauschkooperationen mehr als 10 unterschiedliche Ansprechpersonen verantwortlich. Außerdem können sich Studierende der Ingenieurwissenschaften für Plätze an einer Vielzahl von Partneruniversitäten in den USA, Australien, Asien und Lateinamerika bewerben, die durch das International Office an der RUB betreut werden [7, 8, 9].

3 Umsetzung

Die grundsätzliche Zielsetzung des Lösungsansatzes liegt in der Förderung des internationalen Austauschs, dem systematischen Abbau von Barrieren und Ineffizienzen im Zugang zur Outgoing-Mobilität für Studierende sowie in der besseren Vernetzung der involvierten Akteur*innen am Campus der RUB. Mit Blick auf die genannten Hürden und Anforderungen gilt es, die Studierenden bereits in der Eingangsphase ihres Bachelorstudiums systematisch darin zu unterstützen, internationale Erfahrungen zu sammeln. Sie müssen zu diesem Zweck gezielt angesprochen und über alle bestehenden Optionen eines studienbezogenen Auslandsaufenthaltes informiert werden. Die Ansprache soll Interesse wecken und konkrete Planungsschritte ermöglichen. Auf diese Weise kann eine vorausschauende Planung des eigenen Studienverlaufs erfolgen, indem ein Auslandsaufenthalt zu einem passenden Zeitpunkt in diesen integriert werden kann. Konzeptionell geschieht dies in erster Linie durch ein Format für die Weitergabe und Bündelung von Informationen auf der Ebene der Fakultäten sowie auf Universitätsebene und gleichzeitig in Form einer integrierten Fach- und Peer-Beratung.

Gemeinsam mit dem *International Office*, den Auslandskoordinator*innen der ingenieurwissenschaftlichen Fakultäten, der Praktikantenaustauschorganisation des DAAD für Studierende technischer Fachrichtungen, *IAESTE*, sowie Fachschaftsvertreter*innen wurde daher das *GoING-Abroad*-Programm entwickelt [7]:

- ❖ Zentrales Element ist eine **Informations- und Beratungsveranstaltung**, die jedes Wintersemester stattfindet und bei der Studierende mit Auslandserfahrung sowie Fachberater*innen Interessierten für alle Fragen rund um das Thema studienbezogener Auslandsaufenthalte zur Verfügung stehen. Die Studierenden erhalten im Rahmen der Veranstaltung einen umfassenden Überblick über Programme und Finanzierungsmöglichkeiten für ein Teilstudium, ein Praktikum oder die Anfertigung einer Abschlussarbeit im Ausland, für die sie sich bewerben können. Sie zielt demnach nicht nur auf Studierende ab, die bereits den konkreten Wunsch nach einem Auslandsaufenthalt hegen, sondern vorrangig auf diejenigen, die bislang ein eher allgemeines Interesse daran haben und deren Kontakte zu den entsprechenden Anlaufstellen noch fehlen. Besonders inspirierend wirken hierbei die Erfahrungsberichte von Kommiliton*innen, die

den Schritt ins Ausland bereits gewagt haben. Bei der Durchführung der Veranstaltung wurde auch zunehmend die Internationalisierungsbeauftragte der Fakultät für Maschinenbau eingebunden, um eine Möglichkeit zur Verstetigung des Programms nach Ende des Projektes zu schaffen.

- 4 Ergänzt wird die Veranstaltung durch eine **Website** (<https://www.ing.ruhr-uni-bochum.de/globetrotter/>), eine **Informationsbroschüre** und diverse Infomaterialien sowie einen **Newsletter**, in dem jedes Semester aktuelle Informationen und Hinweise (z. B. zu Bewerbungsfristen) gebündelt werden. Die Studierenden haben im Anschluss an die Informationsveranstaltung die Möglichkeit, sich in den Verteiler einzutragen. Sämtliche ergänzenden Materialien können durch die Ingenieurfakultäten übernommen werden, was einer nachhaltigen, fachspezifischen Weiterführung ebenfalls dienlich ist.

Die Konzeption erfolgte als Antwort auf die hochschulpolitischen Forderungen nach einer Förderung der Internationalisierung auf der einen und den festgestellten Bedarfen von Studierenden sowie Ansprechpersonen für die Organisation von Auslandsaufenthalten auf der anderen Seite. Betont werden muss, dass explizit nicht der Anspruch bestand, ein neues Curriculumskonzept zur Erhöhung der Mobilität von Ingenieurstudierenden zu entwickeln, sondern eine Verbesserung des Status quo innerhalb der bestehenden Studiengänge und Curricula zu erzielen. Da die Maßnahme bereits 2013 in der ersten Förderphase des Projekts ELLI implementiert wurde, können bei der Durchführung die Erfahrungen und die Veranstaltungsevaluationen von inzwischen rund sieben Jahren reflektiert werden.

Die vorliegenden Evaluationsergebnisse lassen erkennen, dass die Teilnehmendenzahlen im Laufe der Zeit kontinuierlich zugenommen haben: Von im Anfangsjahr 25 Studierenden bis zum vorläufigen Höhepunkt mit über 120 Studierenden im Jahr 2018 liegt die Anzahl mittlerweile im Schnitt bei 70–80 Teilnehmer*innen. Besonders positiv wurden von den Studierenden die Informationen, die durch Vertreter*innen des *International Office* eingebracht wurden, sowie die Erfahrungsberichte von Kommiliton*innen, hervorgehoben.

Eine aggregierte Auswertung der Evaluationsergebnisse vom Sommersemester 2013 bis zum Wintersemester 2016/2017 [7] liefert zusätzlich folgende Ergebnisse: Während Studierende der Ingenieurwissenschaften in der Vergangenheit nur selten allgemeine, an Studierende aller Fächergruppen gerichtete Informationsveranstaltungen zum Thema Auslandsaufenthalte besuchten, ist das Interesse für GoING Abroad ungleich höher. Die Anzahl der Teilnehmer*innen liegt bei etwa einem Fünftel aller insgesamt neu eingeschriebenen Studierenden pro akademischem Jahr an den beiden Fakultäten für Maschinenbau und Bau- und Umweltingenieurwesen. Außerdem zeigt sich, dass sich, wie ursprünglich intendiert, die Mehrheit der teilnehmenden Studierenden zum Zeitpunkt der Teilnahme im ersten bis vierten Fachsemester befunden hat.

Bei der Frage nach den Gründen für den Besuch der Veranstaltung (bei möglicher Mehrfachnennung) gab der Großteil an, allgemeine Informationen zu einem

studienbezogenen Auslandsaufenthalt erhalten zu wollen. Etwa ein Drittel war bereits einen Schritt weiter und konkret mit der Planung eines Aufenthaltes befasst. Ebenfalls ein Drittel der Befragten interessierte sich für disziplinspezifische Informationen, und ein Fünftel wünschte sich Unterstützung bei der Entscheidung für oder gegen einen Auslandsaufenthalt. Die Evaluationsergebnisse zeigen außerdem, dass sich die große Mehrheit (etwa 80 %) der teilnehmenden Studierenden durch eine Teilnahme an der Veranstaltung darin bestärkt sah, einen studienbezogenen Auslandsaufenthalt absolvieren zu wollen. Obwohl ursprünglich der Wunsch nach Berichten von Kommiliton*innen als Entscheidungs- und Orientierungshilfe geäußert worden war, wurde jedoch deutlich, dass es interessierten Studierenden nicht vorrangig um persönlichen Kontakt, sondern vielmehr darum geht, von den Erfahrungen von Rollenvorbildern bei der eigenen Planung zu profitieren.

Abseits der unmittelbaren Evaluation der Informationsveranstaltungen äußerten sich auch Auslandskoordinator*innen der Fakultät positiv zum Konzept der Veranstaltung. Im Nachgang war so nach gezielter Bewerbung von Angeboten eine effizientere Vergabe von Austauschplätzen an bestimmten Partnerhochschulen möglich gewesen. Außerdem wurde hervorgehoben, dass Studierende bereits in der Veranstaltung auf die *Outgoing-Website* [8] der Fakultät für Maschinenbau hingewiesen wurden, sodass diese schon möglichst früh erfuhren, wo sie Informationen über für sie relevante Austauschprogramme, fachspezifische Anforderungen sowie Anrechnungsmöglichkeiten erhalten konnten [7].

4 Lessons Learned

Ein besonderer Erfolgsfaktor des Programms ist die fachspezifische Herangehensweise durch Bündelung bereits bestehender Informationen und das Zusammenführen bereits etablierter Kommunikationskanäle. Es hat sich gezeigt, dass die Angebote des *International Office* Studierenden der Ingenieurwissenschaften zwar teilweise bekannt sind, aber häufig nicht als für sie relevant wahrgenommen werden. Um die Auslandsmobilität zu erhöhen und Studierenden so den Erwerb interkultureller Kompetenzen im Zielland zu ermöglichen, ist es essentiell, dass sie schon zu Beginn ihres Studiums relevante Anlaufstellen und Ansprechpersonen, vor allem auch innerhalb der ingenieurwissenschaftlichen Fakultäten, kennenlernen und in Form des Newsletters regelmäßig und gezielt Impulse zu Möglichkeiten von Auslandsaufenthalten während des Studiums erhalten.

Das Programm besteht seit rund acht Jahren und wird seitdem seitens der Studierenden mit großem Interesse angenommen. Dies ist als Erfolg des disziplinspezifischen Zuschnitts des Angebots zu werten, da die Informationsangebote des *International Office* im Vergleich deutlich weniger in Anspruch genommen wurden und werden. Nach der Entwicklungsphase im Projekt ELLI wird das *GoING-Abroad-Programm* durch den/die Internationalisierungsbeauftragte*n der Fakultät für Maschinenbau fortgeführt. Zu seinem bzw. ihrem Aufgabenspektrum gehört sowohl die In-

formation über Austauschprogramme der Fakultät als auch über selbstorganisierte Auslandssemester als Freemover und die damit in der Regel verbundene Anrechnung von Prüfungsleistungen aus dem Ausland. Außerdem wird im Wintersemester 2020/21 eine Befragung derjenigen Studierenden stattfinden, die sich seit Einführung des Programms für den Newsletter angemeldet haben, um zu erheben, wie viele nach Besuch der Veranstaltung tatsächlich einen studienbezogenen Auslandsaufenthalt absolviert haben und in welcher Form.

Nicht nur die Studierenden konnten von den an ihre Bedürfnisse angepassten Informationen profitieren, sondern auf übergeordneter Ebene auch Ansprechpartner*innen für universitätsweite Austauschprogramme und in den ingenieurwissenschaftlichen Fakultäten. Sie heben hervor, dass die Studierenden nun an geeigneter Stelle – bereits am Anfang des Student Lifecycle – „abgeholt“ und über die Möglichkeit von Auslandsaufenthalten und die wichtigsten Anlaufstellen informiert werden. So kann auch die Vergabe von Austauschplätzen aufgrund des höheren Bekanntheitsgrads der Angebote effizienter erfolgen.

Generell hat sich die Zusammenarbeit mit studentischen oder wissenschaftlichen Hilfskräften bei der Planung und vor allem Durchführung als sehr gewinnbringend erwiesen, da diese häufig – zum Beispiel durch Fachschaftsarbeit – über wertvolles niedrigschwelliges Know-how der universitären Strukturen und persönliche Netzwerke verfügen, die ihnen bei der Erfüllung ihrer Aufgaben (etwa Buchung und Vorbereitung von Räumlichkeiten) zugutekommen und bilaterale Informationsflüsse erleichtern.

Unter Berücksichtigung der Auswirkungen der Corona-Pandemie bietet es sich an, die zum *GoING-Abroad*-Programm gehörige Informationsveranstaltung digital durchzuführen, beispielsweise in Zoom. Hierfür ist jedoch anzuraten, geringfügige konzeptionelle Anpassungen vorzunehmen. Denkbar ist hier die Nutzung von Breakout-Sessions, um Austausch- und Diskussionsrunden zu Möglichkeiten von Auslandsaufenthalten in verschiedenen Regionen (z. B. USA, Lateinamerika, Asien, Europa) parallel anzubieten. In den verschiedenen Sessions stellen ehemalige Outgoings sich und ihren Auslandsaufenthalt anhand eines kurzen Steckbriefs vor und stehen ihren Kommiliton*innen für Fragen zur Verfügung. Die teilnehmenden Studierenden können so nach eigenem Interesse Räume wählen und auch zwischen den Sessions wechseln. Auf diese Weise erhöht sich der interaktive Anteil der Veranstaltung.

Literaturverzeichnis

- [1] J. M. Grandin, N. Hedderich, “Intercultural Competence in Engineering – Global Competence for Engineers, The Sage Handbook of Intercultural Competence”, in *The Sage Handbook of Intercultural Competence*, Darla K. Deardoff, Ed. Thousand Oaks: Sage Publications, pp. 362–374, 2009.
- [2] S. Burkhart, U. Heublein, J. Kercher, J. Mergner, J. Richter, *Wissenschaft weltoffen 2013. Daten und Fakten zur Internationalität von Studium und Forschung in Deutschland*, DAAD, HIS, 2013.
- [3] Wissenschaftsrat. (2018, July 06). *Empfehlungen zur Internationalisierung von Hochschulen* (Drs. 7118–18) [Online]. Available: <https://www.wissenschaftsrat.de/download/archiv/7118-18.html>.
- [4] U. Heublein, J. Hillmann, C. Hutzsch, S. Kammüller, J. Kercher, J. Kracht Araújo, C. Schäfer, *Wissenschaft weltoffen 2019. Daten und Fakten zur Internationalität von Studium und Forschung in Deutschland*, DAAD, DZHW, 2019.
- [5] S. Burkhart, N. Chehab-van den Assem, J. Grützmacher, U. Heublein, S. Kammüller, J. Kercher, *Wissenschaft weltoffen 2016. Daten und Fakten zur Internationalität von Studium und Forschung in Deutschland*, DAAD, DZHW, 2016.
- [6] U. Heublein, J. Hillmann, C. Hutzsch, S. Kammüller, J. Kercher, J. Kracht Araújo, C. Schäfer, *Wissenschaft weltoffen 2019. Daten und Fakten zur Internationalität von Studium und Forschung in Deutschland*, DAAD, DZHW, 2019.
- [7] N. Strenger, M. Petermann, S. Frerich, “GoING Abroad – A Discipline-Specific Approach to Promote the Mobility of German Engineering Students”, in *IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, Athen, Griechenland, pp. 226–229, 2017.
- [8] Ruhr-Universität Bochum, Fakultät für Maschinenbau, *Austauschprogramme* [Online]. Available: <https://www.ing-international.rub.de>.
- [9] Ruhr-Universität Bochum. *Liste aller Austauschkooperationen* [Online]. Available: <http://international.rub.de/ausland/studium/allekooperationen.html.de>.

Grenzen überwinden mit digitalem Lernen und Lehren – Internationalisierung „on the Web“

SILKE FRYE, MONIKA RADTKE, DOMINIK MAY

Auf einen Blick

- ❖ Interkulturelle Kompetenzen sind wichtige Einstellungs- und Auswahlkriterien zukünftiger Ingenieur*innen und sollten daher auch im Studium gefördert werden.
- ❖ Der Einsatz digitaler Medien ermöglicht eine Internationalisierung „on the Web“. Dieses Konzept wurde in einer Online-Lehrveranstaltung realisiert, in der Studierende aus verschiedenen Ländern von- und miteinander lernen und so erste interkulturelle Erfahrungen sammeln.
- ❖ Aus praktischen Erfahrungen und umfangreichen Evaluationen der Lehrveranstaltung können limitierende Faktoren (wie z. B. das eingesetzte teleoperative Equipment) identifiziert sowie Erfolgsfaktoren (wie z. B. die Kombination fachlicher und überfachlicher Themen im Kursdesign) abgeleitet werden.

Einleitung

Die Globalisierung prägt zunehmend alle Bereiche des Lebens; die Welt wächst zusammen. Unternehmen agieren immer häufiger in einer globalen Weltwirtschaft. Daher sind insbesondere in der Entwicklung und im Bereich innovativer Technologien Projekte in internationalen und interkulturellen Teams zum Alltag geworden. Diese Entwicklungen führen dazu, dass auch die Arbeitswelt von Ingenieur*innen zunehmend globaler ausgerichtet ist und von Internationalisierung auf verschiedensten Ebenen bestimmt wird. In diesem Kontext etablierte sich der Begriff des „Global Engineering“ [1]. Neben einer guten fachlichen Ausbildung werden zudem internationale Erfahrungen, Sprachkenntnisse sowie vor allem interkulturelle Kompetenzen wichtige Einstellungs- und Auswahlkriterien zukünftiger Ingenieur*innen [2]. Für eine umfassende und moderne Ausbildung und mit Blick auf die übergeordnete Zielsetzung der Employability, also die zukunftsfähige Vorbereitung der Studierenden auf ein breites berufliches Aufgabenspektrum, ist es unerlässlich, bereits im Studium fachübergreifend entsprechende Kompetenzen zu fördern.

Wie ein Lehr- und Lernszenario gestaltet werden kann, um die Entwicklung interkultureller Kompetenzen zu unterstützen, zeigt dieser Beitrag. Am konkreten Beispiel eines Online-Kurses wird erläutert, wie digitale Medien und Kommunika-

tionsformen eingesetzt werden können, um Studierenden eine erste Internationalisierung „on the web“ zu ermöglichen. Der Beitrag stellt die didaktischen und methodischen Gestaltungsparameter des Kurskonzepts vor. Auf Grundlage von Evaluationsergebnissen und praktischen Erfahrungen in der Durchführung werden sowohl Erfolgsfaktoren als auch Hemmnisse in der Umsetzung abgeleitet und Stellschrauben identifiziert, die eine individuelle Adaption des Konzeptes ermöglichen.

1 Problemstellung – Entwicklung interkultureller Kompetenzen im Rahmen des Studiums

Immer, wenn Menschen mit unterschiedlichen kulturellen Hintergründen interagieren, entstehen Interkulturen. Wer bei diesen interkulturellen Interaktionen das Handeln einer anderen Person nachvollziehen kann, weil Werte, Normen und kulturell geprägte Denkmuster bekannt sind und wer dieses Wissen dazu nutzt, um die Situation positiv zu beeinflussen, agiert kompetent. Allgemein kann interkulturelle Kompetenz also als die Fähigkeit beschrieben werden, auf Grundlage von Haltungen, Einstellungen und besonderen Handlungs- und Reflexionsfähigkeiten in kulturüberschneidenden Situationen effektiv und angemessen zu interagieren [3]. Dabei ist interkulturelle Kompetenz aus mehreren, aufeinander aufbauenden Ebenen zusammengesetzt. Wesentlich sind die persönliche Motivation, Neugierde und Ambiguitätstoleranz, das kulturelle Bewusstsein und kulturelles Wissen und vor allem Handlungspraktiken und Reflexionsvermögen [4]. Auf Grundlage dieser Strukturmerkmale entwickelte May [4] das in Abbildung 1 dargestellte fünfstufige Modell der interkulturellen Kompetenzentwicklung.



Abbildung 1: Modell der interkulturellen Kompetenzentwicklung [4]

Die Stufen dieses Modells sind in konkreten Handlungen beschrieben, die von Lernenden im Sinne des Erreichens von Taxonomiestufen ausgeführt werden können. Die erste Stufe wird mit dem Begriff *Selbstverstehen* beschrieben und ist durch die Fähigkeit gekennzeichnet, Erkenntnisse einer erfolgten Selbstreflexion konkretisieren und formulieren zu können. Dies umfasst das wahrnehmbare Erkennen eigener und anderer, sich unterscheidender Überzeugungen. Aufbauend darauf erfolgt in der zweiten Stufe das *Fremdverstehen*. Dazu gehören das Erlernen von Kulturwissen und ggf. auch Sprachen sowie von Kommunikationsmethoden oder Fertigkeiten der Konfliktlösung in interkulturellen Interaktionen. Die *Verknüpfung* des eigenen Handelns mit dem Handeln einer anderen Person unter Relativierung des eigenen kulturellen Referenzrahmens sowie die daraus folgende Entwicklung von Respekt und Toleranz kennzeichnen die dritte Entwicklungsstufe. Die *Interaktion* ist der wesentliche Aspekt der vierten Stufe. Diese Stufe wird erreicht, wenn Wissen und Fähigkeiten angewendet, hergestellte Verknüpfungen beachtet und Handlungen der anderen Person antizipiert werden. In der fünften Stufe der interkulturellen Kompetenzentwicklung dann besteht die Fähigkeit zur *Evaluation* und kritischen Reflexion wahrgenommener Erfahrungen in der Interaktion sowie zur Anpassung der eigenen Erwartungen, um zukünftige interkulturelle Interaktionen erfolgreicher und effektiver zu gestalten [4]. Durch den unmittelbaren Bezug auf konkrete Lernergebnisse eignet sich dieses Modell insbesondere als Grundlage zur Konzeption von Lehr- und Lernangeboten im Bereich der hochschulischen Aus- und Weiterbildung.

An vielen Hochschulen erfolgt die Ausbildung zukünftiger Ingenieur*innen weitgehend noch ohne Berücksichtigung internationaler und interkultureller Kontexte. Im Rahmen des Bologna-Prozesses wurde daher die Relevanz der Förderung von Mobilität im Hinblick auf die Internationalisierung der Studierenden gestärkt. Unumstritten sind persönliche Erfahrungen, die Studierende z. B. im Rahmen eines Auslandsstudiums oder -praktikums sammeln, der effektivste Weg, um interkulturelle Kompetenzen zu entwickeln. Doch nicht alle Studierenden haben diese Möglichkeit. Laut einer Studie des International Education Centre (IEC) und der Deutschen Bildung sind die häufigsten Gründe, die für Studierende gegen einen Auslandsaufenthalt sprechen, der Mangel passender Austauschprogramme sowie das Fehlen der finanziellen Mittel [5]. Die Studie zeigt aber auch, dass gerade Studierende in Ingenieur- und Naturwissenschaften generell nur ein vergleichsweise geringes Interesse an Auslandsaufenthalten im Rahmen des Studiums haben [5].

Während also deutlich der Bedarf einer Förderung interkultureller Kompetenzen im Rahmen des Studiums besteht, haben oder nutzen jedoch nicht alle Studierenden die Möglichkeit, individuelle Erfahrungen im Rahmen eines Auslandsaufenthalts zu sammeln. Einen ersten Ansatz, dieses Problem zu lösen, liefert hier die Forderung des Rates zur globalen Dimension der europäischen Hochschulbildung, die Internationalisierung von Studiengängen voranzutreiben, „indem neue digitale Ressourcen mit traditionellen Formen des Lehrens und Lernens [...] kombiniert werden“ [6].

2 Lösungsansatz – Internationalisierung „on the web“ im Rahmen einer transnationalen Online-Lehrveranstaltung

Im Sinne der Kompetenz- und Handlungsorientierung können interkulturelle Kompetenzen effektiv und nachhaltig nur in konkreten Handlungen in interkulturellen Überschneidungssituationen entwickelt werden. Voraussetzung dafür ist ein interkultureller Kontext, der beispielsweise durch eine Beteiligung internationaler Studierender erreicht werden kann. Ansätze des Lernens und Lehrens, in denen mithilfe von digitalen Medien Lernende unterrichtet werden, die sich währenddessen z. B. in unterschiedlichen Ländern aufhalten, werden mit dem Begriff der *Transnational Education* bezeichnet [7]. Der Einsatz digitaler Medien und moderner Kommunikationsmittel ermöglicht es hier im Sinne einer Internationalisierung „on the Web“, dass Studierende aus und in verschiedenen Ländern miteinander diskutieren und von- und miteinander lernen. Ausgehend vom beschriebenen Modell der interkulturellen Kompetenzentwicklung wurde das Konzept für eine transnationale Online-Lehrveranstaltung für Studierende in ingenieurwissenschaftlichen Fächern entwickelt (siehe dazu im Detail [4]). Mit diesem Konzept werden die Studierenden im Rahmen eines Onlinekurses Schritt für Schritt vom Selbstverstehen bis zur Evaluation von interkultureller Kooperation begleitet.

Die grundlegende didaktische Gestaltung greift dabei auf den Ansatz des *situier-ten Lernens* zurück. Der Fokus liegt hier auf der Situation, in der Lernprozesse stattfinden und den dort ablaufenden zwischenmenschlichen Interaktionen. Die zentrale Forderung des situierten Lernens ist es, Lern- und Anwendungsprozesse eng miteinander zu verknüpfen, da Wissen stets stark kontextgebunden ist. Das Lernen soll in einer möglichst authentischen Situation stattfinden, um die Anwendung an einen realen Kontext zu binden. Für die Gestaltung der Lernsituation können in Anlehnung an [8], [9], [10] folgende Prinzipien zusammengefasst werden:

1. komplexe, interessante Anwendungsprobleme,
2. realistische Probleme und authentische Situationen,
3. Bereitstellung multipler Kontexte,
4. Artikulation und Reflexion im Rahmen eines Problemlösungsprozesses,
5. Lernen im sozialen Austausch.

Durch Einbindung einer realistischen ingenieurwissenschaftlichen Aufgaben- bzw. Problemstellung wird im entwickelten Konzept die Umsetzung der ersten zwei Prinzipien ermöglicht. Zusätzlich wird diese gezielt um Aspekte der Ethik und Kultur erweitert, um eine Betrachtung und Diskussion aus unterschiedlichen Blickwinkeln zu initiieren und durch multiple Kontexte zu einem echten kulturübergreifenden Austausch der Studierenden und zur individuellen Reflexion anzuregen. Dies entspricht dem dritten und vierten Prinzip des situierten Lernens. Durch die Bildung von Lerngemeinschaften, die ihr Wissen teilen und Erfahrungen austauschen sowie internationalen Teams, die aktiv kooperieren, kann zuletzt auch das fünfte Prinzip des situierten Lernens umgesetzt werden.

Um Studierenden unabhängig von ihrem Aufenthaltsort die Teilnahme zu ermöglichen, wird das Konzept in einer Online-Lehrveranstaltung umgesetzt. Dabei soll methodisch eine Kombination von *Teleteaching* (Übertragung von Lehrvorträgen über das Internet), *Teletutoring* (Betreuung von selbstgesteuerten Lernprozessen der Lernenden durch synchrone und asynchrone Kommunikationsmedien) und *Télékolaboration* (aktive Handlungen und Interaktionen zwischen den Lernenden) realisiert werden.

Die wesentlichen Elemente des Konzeptes lassen sich somit wie folgt zusammenfassen:

- ❖ Studierende aus und in verschiedenen Ländern sollen miteinander diskutieren und von- und miteinander lernen (*Transnational Education*).
- ❖ Lern- und Anwendungsprozesse sollten eng miteinander verknüpft werden, und das Lernen sollte in einer möglichst authentischen Situation stattfinden (*Situated Learning*).
- ❖ Digitale Medien und internetbasierte Kommunikationsmittel sollten eingesetzt werden, um eine aktive Teilnahme unabhängig vom Aufenthaltsort zu ermöglichen (*Online Learning*).

Wie diese Elemente in Verknüpfung mit dem Modell der interkulturellen Kompetenzentwicklung als Lehrveranstaltung umgesetzt werden können, wird im Folgenden am Beispiel einer Online-Lehrveranstaltung im Rahmen eines internationalen Masterstudiengangs an der Technischen Universität Dortmund vorgestellt.

3 Beispielumsetzung – Online-Vorkurs für internationale Studierende im Masterstudiengang Manufacturing Technology

Seit 2011 wird der englischsprachige Studiengang zum Master of Science in Manufacturing Technology (MMT) an der Fakultät Maschinenbau der Technischen Universität Dortmund angeboten. Zielgruppe sind internationale Studierende mit einem abgeschlossenen Bachelorstudium, die sich in ihrer Ausbildung in einem zeitlichen Rahmen von vier Semestern im Bereich der Produktionstechnik spezialisieren möchten. Das Studienprogramm wird maßgeblich vom Institut für Umformtechnik und Leichtbau (IUL) koordiniert und organisiert und führt jedes Jahr eine international gemischte Gruppe von Studierenden an die Technische Universität Dortmund.

Für diese Zielgruppe wurde das beschriebene Konzept in einen Online-Vorkurs umgesetzt, an dem die Studierenden bereits in ihren Heimatländern teilnehmen können – unmittelbar, bevor sie für ihr Studium nach Deutschland kommen. Die Teilnahme am Vorkurs ist nicht verpflichtend, sondern ein zusätzliches freiwilliges Angebot außerhalb des Curriculums zur Vorbereitung auf das Studium.

Ziel ist es, dass die Studierenden im Rahmen des Vorkurses ihren zukünftigen Studienort kennenlernen und sich mit kulturellen Aspekten und Unterschieden

auch in Bezug auf das Berufsbild von Ingenieur*innen auseinandersetzen (*Local and Cultural Orientation*). Daraus folgen als Lernziele für den Kurs [4]:

- ❖ Die Studierenden sind nach der Teilnahme am Vorkurs in der Lage, die Technische Universität Dortmund, das Ruhrgebiet sowie Deutschland in Bezug auf historische, wirtschaftliche und kulturelle Aspekte des Lebens und Studierens zu beschreiben.
- ❖ Die Studierenden sind nach der Teilnahme am Vorkurs in der Lage, ihr eigenes Konzept des Ingenieur*innenberufs hinsichtlich relevanter Tätigkeitsbereiche und Stellung innerhalb der Gesellschaft zu beschreiben und gegenüber anderen Konzepten abzugrenzen.
- ❖ Die Studierenden sind nach der Teilnahme am Vorkurs in der Lage, international unterschiedliche Konzepte des Ingenieur*innenberufs und das Selbstbild von Ingenieur*innen zu hinterfragen, Unterschiede sowie Vor- und Nachteile zu erkennen und wertzuschätzen.

Dabei sollen entsprechend des Modells der interkulturellen Kompetenzentwicklung und des situierten Lernens gezielt individuelle Perspektiven und Handlungen miteinander verknüpft und Diskussionen aus unterschiedlichen Blickwinkeln initiiert werden (*Global Orientation*). Daraus folgt ein weiteres Lernziel [4]:

- ❖ Die Studierenden sind nach der Teilnahme am Vorkurs in der Lage, ein Modell zur multiperspektivischen Betrachtung von Technik an einem Beispiel anzuwenden und dabei technische, organisatorische und kulturelle Aspekte hervorzuheben und hinsichtlich ihrer Relevanz in unterschiedlichen Kulturen zu bewerten.

Der Bezug auf ein relevantes Anwendungsproblem in einer authentischen Situation erfolgt durch Anknüpfung an den fachlichen Bereich des Studiums. Dazu wird die Durchführung eines ingenieurwissenschaftlichen Experiments aus dem Bereich der Produktionstechnik in den Kurs integriert (*Technical Orientation*). Dies führt zu einem ergänzenden fachlichen Lernziel [4]:

- ❖ Die Studierenden sind nach der Teilnahme am Vorkurs in der Lage, ingenieurwissenschaftliche Experimente zu planen, durchzuführen und die Ergebnisse in Bezug auf eine praktische Problemstellung fachlich korrekt auszuwerten und angemessen zu dokumentieren.

Hinsichtlich der technischen und methodischen Umsetzung als Online-Kurs und der Kooperation der Studierenden im Kurs sind abschließend noch zwei weitere (methodische) Lernziele zu nennen [4]:

- ❖ Die Studierenden sind nach der Teilnahme am Vorkurs in der Lage, mithilfe von internetbasierten Kommunikationsmedien und -methoden erfolgreich und effektiv im internationalen Umfeld zu kommunizieren.
- ❖ Die Studierenden sind nach der Teilnahme am Vorkurs in der Lage, sich selbst und eine internationale Arbeitsgruppe in teamorientierten Arbeitsprozessen zu

organisieren und zu strukturieren und gemeinsam eine ingenieurwissenschaftliche Aufgabenstellung zu bearbeiten.

Um diese Lernziele zu erreichen, werden im Kurs verschiedene Medien und Kommunikationsmittel eingesetzt. Die Organisation erfolgt mithilfe des *Learning Management Systems* Moodle. Hier werden die Studierenden in einen gemeinsamen virtuellen Kursraum eingeschrieben, in dem alle Materialien und Informationen zur Verfügung gestellt werden. In diesem stehen *Foren* für den zeitlich asynchronen Austausch von Informationen zur Verfügung. Als weiteres asynchrones Kommunikationsmittel dienen *E-Mails*, mit denen etwa Informationen von den Lehrenden an die Studierenden verteilt werden. Den größten Anteil des Kurses aber nimmt die synchrone Kommunikation im Rahmen *interaktiver Webkonferenzen* ein. Hier werden Bild- und Tonübertragungen genutzt, Diskussionen in virtuellen Gruppenräumen geführt und ein integrierter Chat genutzt. Ein weiteres zentrales Element insbesondere für die Verknüpfung von Theorie und Praxis ist der Einsatz eines Remote-Labors, der teleoperativen Prüfwelle zur Materialcharakterisierung des Instituts für Umformtechnik und Leichtbau. Die Studierenden haben hier die Möglichkeit, ein real physisches Experiment (konkret: einen einachsigen Zugversuch) ferngesteuert über das Internet durchzuführen, zu beobachten und dabei Messwerte aufzunehmen. Über eine grafische Weboberfläche ist es möglich, einen Zeitraum für die Versuchsdurchführung zu reservieren, Zugriff auf das Versuchsequipment zu erhalten und den Versuch durchzuführen sowie die erzeugten Messdaten herunterzuladen (vgl. dazu u. a. [11, 12]).

Die praktische Umsetzung des Kurses erfolgt in Form von insgesamt acht Webkonferenzen in vier Kurswochen. Jede Webkonferenz ist mit einem zeitlichen Umfang von etwa 90 Minuten geplant. Zwischen den einzelnen Terminen werden die Studierenden in verschiedenen Arbeitsphasen dazu aufgefordert, Aufgaben in Teams zu bearbeiten und die Ergebnisse in der nächsten Webkonferenz zu präsentieren. Diese Teams bestehen aus drei bis fünf Kursteilnehmenden aus möglichst diversen Kulturkreisen, um den interkulturellen Austausch zu fördern und zu fördern und werden im Verlauf des Kurses wechselnd zusammengestellt.

Der Ablauf des Kurses gliedert sich, wie bei der Vorstellung der Lernziele bereits gezeigt, in die drei Phasen „Local and Cultural Orientation“, „Global Orientation“ und „Technical Orientation“, die sich an den Ebenen des Modells der interkulturellen Kompetenzentwicklung orientieren. Die Aufteilung der Phasen auf die Kurstermine sowie Inhalte und Arbeitsaufträge zeigt die Übersicht in Tabelle 1.

Der Kurs wurde erstmals im Sommer 2014 im Rahmen einer explorativen Vorstudie durchgeführt. Nach einigen Anpassungen folgte dann seit Sommer 2015 eine regelmäßige, jährliche Durchführung. Bisher wurden somit fünf Kursdurchgänge im beschriebenen Konzept realisiert, wobei jeweils kleinere individuelle Änderungen und Anpassungen durch die betreuenden Lehrenden vorgenommen wurden.

Tabelle 1: Übersicht des Kursablaufs und der Inhalte

Phase	Termin	Themen und Inhalte	Arbeitsauftrag
Selbst- und Fremdverstehen (Local and Cultural Orientation)	1	<i>Welcome and detailed Introduction</i> <ul style="list-style-type: none"> Vorstellung der Lehrenden und Studierenden Erläuterung des Kursablaufs und Vorstellung des Moodle-Kurses 	Erstellen individueller Collagen zur Vorstellung, was „typisch deutsch“ ist (in Bezug auf Kultur, Bildung, Industrie, Ingenieur*innen, Essen).
	2	<i>Ruhr Area and international Engineering Cultures</i> <ul style="list-style-type: none"> Vorstellung der Collagen Präsentation zur Metropole Ruhrgebiet Video “What is an engineer?”, allgemeine Vorstellung/Klischees bzgl. Ingenieur*innen Diskussion gesellschaftlich und kulturell geprägter Vorstellungen zur Rolle von Ingenieur*innen 	
Relativierung kultureller Referenzrahmen (Global Orientation)	3	<i>Multi-Perspective Thinking about Mobility</i> <ul style="list-style-type: none"> Einführung und Diskussion der Bedeutung von Technikethik und Technikfolgenbewusstsein Einführung des Themas Mobilität mit Bezug auf das Ruhrgebiet (Ruhrschnellweg, Rhein-Ruhr-Express, Radschnellweg Ruhr) 	Erstellen einer Team-Präsentation, in der eines der Mobilitätskonzepte (Auto, Zug, Fahrrad) aus den Perspektiven Technik, Kultur und Organisation vorgestellt wird (selbstständige Recherche) und in der die Bedeutung des Konzeptes im Heimatland verglichen wird.
	4	<i>Presentation Day</i> <ul style="list-style-type: none"> Vorstellung der Team-Präsentationen und Diskussion Überleitung zur fachbezogenen Problemstellung über das Verkehrsmittel Auto zu Schadstoffausstoß und Kraftstoffpreisen 	
	5	<i>Lightweight Construction and Scientific Experimentation</i> <ul style="list-style-type: none"> Fachvortrag zum Thema Mobilität der Zukunft, Anforderung an moderne Verkehrsmittel und Leichtbau im Bereich der Automobilindustrie Einführung der fachlichen Problemstellung als Grundlage für die Planung des Experiments (Materialcharakterisierung) Vorstellung der teleoperativen Prü fzelle 	Erstellen eines Short Papers zu den Grundlagen des einachsigen Zugversuchs und den dabei zu ermittelnden Kennwerten eines Materials.
Konstruktive Kooperation (Technical Orientation)	6	<i>Preparation of the Experiment</i> <ul style="list-style-type: none"> Planung der Versuchsdurchführung in Teams Planung der Versuchsauswertung und der Dokumentation der Ergebnisse im Team 	
	7	<i>Experimentation day</i> <ul style="list-style-type: none"> Durchführung des Experiments in individuellen Zeitfenstern 	Erstellen eines wissenschaftlichen Berichts mit Auswertung und Diskussion der Ergebnisse hinsichtlich der fachlichen Problemstellung.
	8	<i>Results and feedback</i> <ul style="list-style-type: none"> Kurze Diskussion der Ergebnisse des Experiments Allgemeine Informationen zur Anreise und zum Studienbeginn Offene Feedback-Runde zum Kurs und Hinweis auf die Evaluation 	

Jeder Durchgang des Kurses wurde evaluiert, um das entwickelte Konzept hinsichtlich der Lösung der Problemstellung zu überprüfen und Möglichkeiten zur Optimierung des Konzeptes und der Umsetzung abzuleiten. Der Fokus lag dabei auf einer gezielten Wirksamkeitsanalyse im Kontext der Lehr- und Lernentwicklung, und es sollte die Frage nach den (intendierten und ggf. auch nichtintendierten) Auswirkungen auf die Studierenden beantwortet werden. Für Details zur Entwicklung und Fundierung des umfangreichen Evaluationskonzeptes sei an dieser Stelle auf die Ausführungen von May [4] verwiesen. Die Durchführung der Evaluation erfolgte jeweils in Form von standardisierten Online-Fragebögen. Dabei wurde größtenteils ein Prä-Post-Ansatz verwendet, in dem die Studierenden zu Beginn und bei Abschluss des Kurses befragt wurden, um die jeweiligen Ergebnisse zu vergleichen und individuelle Entwicklungen zu erfassen.

Insgesamt nahmen an den fünf Durchgängen des Vorkurses 96 (85 männliche und 11 weibliche) Studierende teil. Die Teilnehmenden gaben 25 verschiedene Herkunftsländer an, die sich, wie in Abbildung 2 gezeigt, über fünf der sieben Kontinente verteilen.

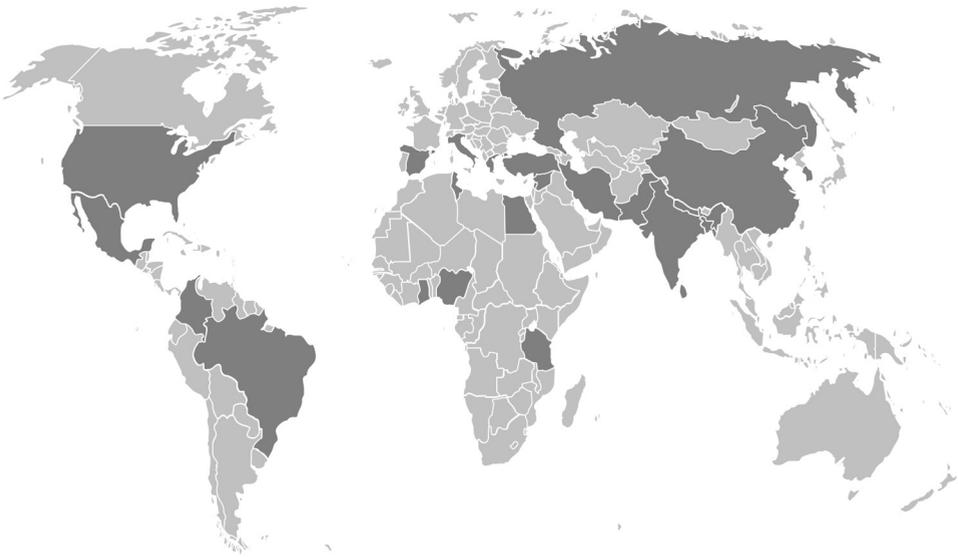


Abbildung 2: Heimatländer der Teilnehmenden der transnationalen Online-Lehrveranstaltung (dunkel eingefärbte Länder wurden von den Studierenden angegeben)

Aus den Ergebnissen der Evaluationen sowie aus den praktischen Erfahrungen der beteiligten Lehrenden werden im Folgenden sowohl Erfolgsfaktoren als auch Hemmnisse in der Umsetzung abgeleitet und Faktoren identifiziert, die eine Adaption des Konzeptes ermöglichen können.

4 Lessons Learned – Technik nutzen, Grenzen überwinden und Unsicherheiten nehmen

Als grundlegende Erkenntnis ist festzuhalten, dass der Ansatz einer transnationalen Online-Lehrveranstaltung mit der angesprochenen Zielgruppe technisch, organisatorisch und inhaltlich umsetzbar ist und der Kurs durch die Teilnehmenden ausnahmslos sehr positiv aufgenommen und bewertet wurde. Etwa 60 Prozent der Studierenden gaben einen erlebten positiven Effekt des Kurses auf ihre interkulturelle Kompetenz an. Hierbei zeigten sich insbesondere bei Studierenden ohne vorherige interkulturelle Erfahrungen deutliche Entwicklungen.

Hinsichtlich der inhaltlichen und methodischen Gestaltung sowie der Organisation des Kurses und der eingesetzten Technik können folgende **Erfolgsfaktoren** identifiziert werden:

- ❖ Die **Anknüpfung an fachspezifische und authentische Problemstellungen** unterstützt die Motivation und die Akzeptanz bzw. die Bereitschaft der Studierenden, sich auf das Kurskonzept und offene Diskussionen einzulassen.
- ❖ Die **Kombination fachlicher und überfachlicher Themen und Aufgabenstellungen** führte zu einer intensiven Auseinandersetzung der Studierenden mit den Inhalten, und es zeigte sich ein hohes Maß an Studierendenaktivität und Eigeninitiative.
- ❖ Der Einsatz von **Englisch als Kursprache** ist allgemein gut umsetzbar. Alle Studierenden verfügten über ausreichende Sprachkenntnisse, um erfolgreich am Kurs teilzunehmen und in den Arbeitsphasen aktiv mitzuwirken. Eventuell vorhandene Sprachbarrieren konnten in der Gruppe überwunden werden. Die Vorbereitung eigener kurzer Präsentationen im Rahmen von Arbeitsaufträgen zwischen den Webkonferenzen ermöglichte es den Studierenden beispielsweise, sich auf umfangreichere Redebeiträge je nach Bedarf individuell vorzubereiten.
- ❖ Der **Einsatz von Webkonferenzen** hat die Kursdurchführung maßgeblich unterstützt. Durch die Verwendung von Bild- und Tonübertragungen konnten sich die Teilnehmenden besser kennenlernen und direkter austauschen. Für den Aufbau des sozialen Kontextes im Kurs sind synchrone Kommunikationsformen unerlässlich.
- ❖ Die Möglichkeit zur **Nutzung des Remote-Labors** stellt für die Studierenden ein echtes Highlight im Kurs dar. Auch wenn der konkrete Versuch den Studierenden häufig bereits bekannt ist, zeigt sich ein erhebliches Interesse insbesondere bzgl. des teleoperativen Zugriffs.

In den Rückmeldungen der Studierenden wurde außerdem der gruppenspezifische Effekt des Vorkurses als sehr positiv hervorgehoben. Sie gaben an, nach der Teilnahme am Vorkurs mit dem Gefühl nach Dortmund zu kommen, Kommiliton*innen bereits zu kennen. Die Gewöhnung aneinander und die Wahrnehmung als kulturell heterogene, aber dennoch gemeinsame Studierendengruppe sei durch die

Teilnahme vom Kurs deutlich erleichtert worden. Dies zeigen auch die folgenden Zitate von Studierenden aus abschließenden Bewertungen des Vorkurses:

„I'm highly satisfied with the outcome of the course. Not only does it improve your technical but also social knowledge, prepares you for your start in Germany and college. In total the course made me comfortable with my fellow students and the department.”

“This is my first experience abroad, then I am very nervous. But thanks to this course, I started to feel comfortable and focused on the objectives.”

Es wurden aber auch einige **Hemmnisse oder Stolpersteine** entdeckt, die den Erfolg des Kurses negativ beeinflussen können bzw. besondere Herausforderungen bei der erfolgreichen Umsetzung darstellen:

- ❖ Eine Schwierigkeit in der Durchführung sind die verschiedenen **Zeitzone**n, in denen die Studierenden ggf. am Kurs teilnehmen. Dies ist insbesondere bei der Planung der Webkonferenzen zu beachten. Sollte es nicht möglich sein, einen vertretbaren Kompromiss für alle Teilnehmenden zu finden, ist zu empfehlen, die Studierenden in zwei Gruppen aufzuteilen und zumindest die synchronen Anteile des Kurses zu verschiedenen Zeiten anzubieten.
- ❖ Die **Qualität des Internetzugangs** und eine ggf. geringe zur Verfügung stehende Bandbreite können dazu führen, dass Verbindungen abbrechen und Studierende nicht stabil und zuverlässig an den Webkonferenzen teilnehmen können. Verpassen sie dadurch größere Anteile, kann dies demotivierend wirken. Daher sollte dies durch parallele Nutzung verschiedener Kommunikationskanäle ausgeglichen werden. Hilfreich hat sich auch die Nutzung des Moodle-Kurses gezeigt, da hier alle Informationen zentral verfügbar gemacht werden können. Mit Zustimmung der Studierenden ist auch die Aufzeichnung der Webkonferenzen empfehlenswert, um diese im Anschluss für alle Teilnehmenden verfügbar zu machen. So können technische Schwierigkeiten ausgeglichen werden, und zugleich besteht die Möglichkeit, sich Beiträge z. B. auch bei sprachlichen Problemen nochmals anzuhören und in individueller Geschwindigkeit nachzubereiten.
- ❖ Die **Verfügbarkeit und Systemstabilität des teleoperativen Equipments** ist ein weiterer kritischer Punkt. Insbesondere, weil die Nutzung des Remote-Labors von den Studierenden als besonderes Highlight im Kurs empfunden wird, liegt hier eine große Gefahr der Enttäuschung. Umfangreiche zeitliche Zugriffsmöglichkeiten, die vollständige Funktionsfähigkeit und eine ausreichende Materialversorgung müssen sicher gewährleistet werden.
- ❖ Teamarbeit allgemein, insbesondere aber im internationalen Kontext, muss im Rahmen des Kurses aktiv durch Lehrende begleitet werden. Es ist wichtig, die geforderten Reflexionsprozesse gezielt anzustoßen und einzufordern, da die Studierenden häufig versuchen, **kritische Diskussionen aus (interkultureller) Unsicherheit zu vermeiden**, um anderen Teilnehmenden nicht zu nahezutreten oder vermeintlich beleidigend oder kompromittierend zu sein. Hier ist es wesentlich, dass Lehrende in der Rolle von Moderator*innen immer wieder zum Austausch ermutigen und versuchen, diesen Unsicherheiten entgegenzuwirken.

Aus der praktischen Erfahrung zeigten sich über diese Punkte hinaus Möglichkeiten zur weiteren Anpassung und Optimierung des Konzeptes:

- 4 Der Kreis der Teilnehmenden beschränkte sich bislang auf internationale Studierende; am Kurs nahmen noch keine Studierenden aus Deutschland teil. Insbesondere die Beteiligung von Personen, die bereits an der Technischen Universität Dortmund studieren, könnte einen echten Mehrwert bieten. Sie könnten u. a. auf einer viel unmittelbareren Ebene zu Bezugspersonen oder Mentor*innen auf Augenhöhe für die internationalen Studierenden werden.
- 4 Im Kurs wurde stets deutlich, dass sich die teilnehmenden Studierenden noch mehr organisatorische Informationen und Details zum Leben und Studieren in Dortmund wünschen. Dabei werden Fragen zu Freizeit- und Sportangeboten ebenso gestellt wie zur Wohnungssuche und zu rechtlichen Themenstellungen oder auch zu Terminen und Fristen im Studiengang, zu Fachinhalten und Prüfungsformen. Dieses breite Feld an Themen kann im Rahmen des Vorkurses nicht zufriedenstellend abgedeckt werden. Hier kann ggf. eine stärkere Vernetzung aller beteiligten Stellen hilfreich sein, um den Studierenden alle relevanten Informationen gesammelt an einer zentralen Stelle zur Verfügung zu stellen.

Das vorgestellte Konzept zeigt eine große Flexibilität, die eine Übertragung auf andere Hochschulen und Fachbereiche ermöglicht. Wesentlich sind dabei die drei Phasen des Kurskonzeptes:

1. Selbst- und Fremdverstehen (*Local and Cultural Orientation*)
2. Relativierung kultureller Referenzrahmen (*Global Orientation*)
3. Konstruktive Interaktion und Reflexion (*Technical Orientation*)

Während im dargestellten Beispiel eine eindeutige Ausrichtung auf den Bereich der Ingenieurwissenschaften und die Technische Universität Dortmund erfolgte, kann mit wenigen **Stellschrauben** eine regionale und fachliche Adaption erreicht werden.

In der ersten Phase erfolgt ein *lokaler Bezug, der individuell mit historischen und kulturellen Ansätzen der jeweiligen Region* ausgestaltet werden kann. Auch die Darstellung des eigenen Berufsbildes und des *gesellschaftlichen und kulturellen Verständnisses der eigenen Profession* und der Vergleich in unterschiedlichen internationalen Kontexten kann leicht auch für andere Fachdomänen realisiert werden. Die zweite Phase benötigt einen *gemeinsamen thematischen Ankerpunkt*. Im vorgestellten Beispiel wurde das Thema Mobilität gewählt, da es *übergreifend über alle Länder und Kulturen relevant* erscheint, eine starke *soziale und kulturelle Dimension* beinhaltet und zugleich durch technische Aspekte einen unmittelbaren *Bezug zur fachlichen Domäne* der Studierenden bietet. Hier besteht die besondere Herausforderung, ein vergleichbar multiperspektives Themengebiet zu finden, das eine interkulturelle Auseinandersetzung bei einem ähnlichen Bezug zur Profession der Teilnehmenden ermöglicht. In der dritten Phase steht eine *komplexe, fachbezogene Problemstellung* im Mittelpunkt des Konzeptes. Auch wenn die Studierenden den Einsatz des Remote-Labors als be-

sonderes Highlight im vorgestellten Kurs wahrnehmen, stellt es keinen generellen Aspekt dar. In Abhängigkeit von der jeweiligen Fachrichtung kann hier jede ausreichend komplexe und zugleich authentische Problemstellung eingesetzt werden, die sich zur Bearbeitung in Gruppen eignet. Dabei ist weniger die konkrete Aktivität relevant, sondern vielmehr die Kooperation der Studierenden und das gemeinsame Lösen eines Problems.

Literatur

- [1] M. Will-Zochol, „Globalisierte Wissensarbeit? Ingenieure in der Automobilindustrie,“ in *Arbeitswelten in Bewegung. Arbeit, Technik und Organisation in der 'nachindustriellen Gesellschaft'*, C. Schilcher und M. Will-Zochol, Eds. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, pp. 159–184, 2012.
- [2] O. Sawodny, C. Wolff, J. Zhang (2016). *Die Internationalisierung der Curricula in den Ingenieurwissenschaften* [Online]. Available: https://www.hrk.de/fileadmin/redaktion/hrk/02-Dokumente/02-07-Internationales/Curricula_Ingenieurwissenschaften.pdf.
- [3] A. Morawski, „Vermittlung Interkultureller Kompetenz an der TU Berlin“, in: *Das Andere lehren. Handbuch zur Lehre interkultureller Handlungskompetenz*, H. Eß, Eds. Oldenburg, Elsefth. Münster u. a.: Waxmann, pp. 63–70, 2010.
- [4] D. May, *Globally competent engineers: Internationalisierung der Ingenieurausbildung am Beispiel der Produktionstechnik*. Aachen: Shaker, 2017.
- [5] IEC, Deutsche Bildung (2014). *AuslandsBarometer 2017*, [Online], Available: https://www.deutsche-bildung.de/fileadmin/Dokumente/Studien_MaFo/AuslandsBarometer_2017_DeutscheBildung_IEC.pdf.
- [6] Europäische Kommission (2014). *Informationen der Organe, Einrichtungen und sonstigen Stelle der europäischen Union. Schlussfolgerungen des Rates zur globalen Dimension der europäischen Hochschulbildung* [Online]. Available: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52014XG0131\(01\)&from=EN](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52014XG0131(01)&from=EN).
- [7] K. A. Wold, S. Moor, „The Impact of Role-Playing Simulations on Global Competency in an Online Transnational Engineering Course“, in *120th ASEE Annual Conference & Exposition.*, Atlanta, Georgia, 2013, pp. 23.1209.1–23.1209.18.
- [8] J. Lave, E. Wenger, *Situated learning. Legitimate peripheral participation. Learning in doing*. Cambridge (England) und New York: Cambridge University Press, 1991.
- [9] J. Gerstenmaier, H. Mandl, „Methodologie und Empirie zum situierten Lernen“, *Schweizerische Zeitschrift für Bildungswissenschaften* vol. 23, 3, pp. 453–470, 2001.
- [10] G. Reinmann (2009). „Wie praktisch ist die Universität? Vom situierten zum forschenden Lernen mit digitalen Medien,“ [Online]. Available: https://gabi-reinmann.de/wp-content/uploads/2009/08/Artikel_Forschendes_situiertes_Lernen09.pdf.

- [11] T. R. Ortelt, A. Sadiki, C. Pleul, C. Becker, S. Chatti, A. E. Tekkaya, „Development of a tele-operative testing cell as a remote lab for material characterization“, in *International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL)*, Dubai, UAE, pp. 977–982, 2014.
- [12] A. Sadiki, T. R. Ortelt, C. Pleul, C. Becker, S. Chatti, A. E. Tekkaya, „The challenge of specimen handling in remote laboratories for Engineering Education“, in *12th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV)*, Bangkok, Thailand, pp. 180–185, 2015.

Internationalisierung in den Ingenieurwissenschaften: Digitale Vorbereitung internationaler Studierender auf Laborarbeit in Deutschland

DIANA KEDDI, NATASCHA STRENGER, SULAMITH FRERICH

Auf einen Blick

- ❖ Summerschool-Programme eignen sich besonders, um US-amerikanischen Studierenden einen Auslandsaufenthalt an deutschen Universitäten zu ermöglichen. Die kurze Dauer des Formats birgt allerdings Herausforderungen bei der Durchführung und Organisation.
- ❖ Zur Erweiterung des Auslandsaufenthalts wurde ein Online-Tool mit integriertem virtuellen Laborversuch entwickelt. Dies bietet die Möglichkeit eines frühzeitigen fachlichen und kulturellen Austauschs.
- ❖ Die gesammelten Erfahrungen zeigen, dass die Ersteinrichtung des Online-Tools zwar einen hohen Arbeitsaufwand erfordert, dieser sich aber durch die hohe Zufriedenheit aller Beteiligten durchaus lohnt.

1 Einleitung

Der Anteil von Studierenden an deutschen Hochschulen, der während des Studiums mit ausländischen Studierenden in Kontakt kommt oder selbst ins Ausland geht, ist insbesondere in den Ingenieurwissenschaften eher gering [1, 2]. Hierbei stellen die USA für deutsche Studierende das beliebteste Auslandsziel dar [3]. US-amerikanische Studierende bevorzugen aber englischsprachige Länder gegenüber Deutschland für einen Auslandsaufenthalt [4]. Es hat sich gezeigt, dass neben der Sprachbarriere auch die von internationalen Regelungen abweichenden Semesterzeiten in Deutschland die Gestaltung von Austauschprogrammen mit den USA erschweren. Um dennoch einen attraktiven Auslandsaufenthalt für US-amerikanische Studierende zu ermöglichen, bietet die Ruhr-Universität Bochum (RUB) seit 2014 Summerschool-Formate an der Fakultät für Maschinenbau an, die sich aufgrund ihrer kürzeren Dauer gut in die Sommerpause der US-Curricula integrieren lassen. Im Gegenzug wird deutschen Studierenden ein Aufenthalt an der jeweiligen Partnerhochschule angeboten [5]. Während ihres achtwöchigen Aufenthalts in Deutschland

absolvieren die US-amerikanischen Studierenden ein eigens für sie konzipiertes Curriculum.

Im Rahmen eines dieser Summerschool-Programme wurde ein Online-Tool zur Erweiterung des Aufenthalts in Deutschland mittels digitaler Vorbereitung entworfen und kontinuierlich weiterentwickelt. Dieser Beitrag richtet sich vor allem an Lehrende in den Ingenieurwissenschaften, die Kooperationen mit englischsprachigen Universitäten im Summerschool-Format durchführen oder anstoßen wollen. Es werden die gesammelten Projekterfahrungen, die bei der Gestaltung des Angebots für US-amerikanische Gaststudierende gemacht wurden, geteilt und wichtige Hinweise dazu gegeben, wie ein begleitendes Online-Tool mit integriertem virtuellen Laborversuch internationale Kooperationen unterstützen und bereichern kann.

2 Herausforderungen

2015 wurde ein neues Austauschprogramm in Form eines Summerschool-Formats zwischen der RUB und der Virginia Polytechnic Institute and State University (kurz Virginia Tech, USA) ins Leben gerufen. Das Programm ist grob in drei Bereiche gegliedert: Die Studierenden besuchen einen Deutschkurs, absolvieren Fachlaborversuche und arbeiten in Zweiertteams an wissenschaftlichen Problemstellungen.

Obwohl erste Evaluationen des Austauschprogramms gezeigt haben, dass die US-Studierenden vor allem die Möglichkeit, eigenständig Laborversuche durchzuführen und theoretisches Wissen praktisch umzusetzen, als sehr wertvoll empfanden, hatte die kurze Dauer des Summerschool-Formats negative Auswirkungen auf die Gesamtzufriedenheit. So fühlten sich die Studierenden nicht gut in den deutschen Alltag und das Campusleben integriert. Sie empfanden den Kontakt zu deutschen Studierenden als zu gering, und ihnen fehlte die persönliche und enge Begleitung während ihres Aufenthalts, die sie von US-amerikanischen Universitäten gewohnt waren. Von den beteiligten Wissenschaftler*innen, die die Zweiertteams während ihrer Labortätigkeit betreuten, wurde oft die Rückmeldung gegeben, dass der Betreuungsaufwand sehr hoch sei und die kurze Aufenthaltsdauer eine ausführliche wissenschaftliche Auseinandersetzung mit einem anspruchsvollen Thema erschwere. Deshalb wurde 2016 das digitale Begleitprogramm „VTprep“ ins Leben gerufen.

3 Lösungsansatz

Das digitale Begleitprogramm soll fachliche, überfachliche und extra-curriculare Inhalte umfassen und den ankommenden US-Studierenden und ihren zukünftigen Betreuer*innen und Kommiliton*innen der RUB die Möglichkeit bieten, bereits vor der Ankunft in Deutschland Kontakt aufzunehmen. Somit soll der kurze physische Auslandsaufenthalt der Gaststudierenden mittels virtueller Vorbereitung und Begleitung verlängert werden.

Während des Aufenthalts soll das digitale Begleitprogramm den Incomings inhaltliche Struktur geben und Möglichkeiten zum fachlichen Austausch mit Betreuer*innen eröffnen. Ziel ist es, die Informationsweitergabe aller Beteiligten in einem Tool zu bündeln, um Orientierungslosigkeit der Incomings zu vermeiden und die Vernetzung zwischen allen Beteiligten zu fördern.

4 Umsetzung und Aufbau des digitalen Begleitprogramms

Bei der Gestaltung des digitalen Begleitprogramms wurde eine Einigung für das an der RUB genutzte Learning Management System „Moodle“ erzielt, um eine unkomplizierte Nutzung durch alle Akteur*innen zu gewährleisten. Zusätzlich zum Moodle-Kurs werden einführende Webcast-Sessions mit Adobe Connect durchgeführt. In den Webcast-Sessions werden zum einen der Moodle-Kurs und seine Inhalte erläutert, zum anderen ermöglichen sie einen ersten persönlichen Austausch zwischen Incomings und zentralen Ansprechpartner*innen. Durch aktive Begleitung der Sessions durch Dozierende kann so der zeitliche Gesamtumfang des Programms erweitert werden.

Der Moodle-Kurs „VTprep“ besteht aus organisatorischen und fachlichen Teilbereichen und umfasst folgende Kategorien, die nachfolgend erläutert werden:

- 📌 Post Questions & Find Answers
- 📌 Calendar
- 📌 Overview
- 📌 Learning German
- 📌 Important Safety Instructions
- 📌 Laboratory Course
- 📌 Research Projects
- 📌 Social

Post Questions & Find Answers

Diese Kategorie umfasst ein Frage- und Antwort-Tool, das den Incomings die Möglichkeit bietet, schon im Vorfeld alle Fragen, die sich auf ihren Auslandsaufenthalt beziehen, zu stellen. Alle Akteur*innen des Austauschprogramms, ob Wissenschaftler*innen, die inhaltliche Fragen zu Labortätigkeiten beantworten können, oder Mitarbeiter*innen des International Office der RUB, die Antworten auf organisatorische Fragen jeglicher Art haben, erhalten die Berechtigung, auf die Fragen der Studierenden zu reagieren. Fragen und Antworten sind für alle sichtbar, sodass Doppelungen vermieden werden. Darüber hinaus enthält diese Kategorie ein FAQ mit Fragen und Antworten aus vorherigen Jahrgängen, sortiert nach Themenfeldern.

Calendar

Dieser Bereich beinhaltet einen Google-Kalender, in dem alle wichtigen Termine für Fachlabore, Deutschkurse, Feiertage, organisierte Freizeitaktivitäten etc. eingetragen sind. Zugriff haben die Hauptorganisator*innen des Austauschprogramms und studentische Mitarbeiter*innen, die außeruniversitäre Aktivitäten planen und organisieren. Der Kalender kann von den Incomings in privat genutzte Google-Kalender integriert werden.

Overview

Der Abschnitt *Overview* dient zur Übersichtlichkeit und fasst die wichtigsten Aspekte des Programms zusammen. Außerdem enthält er Erläuterungen zum Einschreibverfahren an der RUB und die Beschreibung der einzelnen Schritte zum Erhalt des Studierendenausweises. Ein weiterer Punkt sind die Steckbriefe der Koordinator*innen des Austauschprogramms, die mit Foto, E-Mail-Adresse und Funktion vorgestellt werden.

Learning German

Die Incomings absolvieren während ihres Aufenthaltes einen 60-stündigen Deutschkurs an der RUB. Der Bereich *Learning German* umfasst eine Weiterleitung zum Moodle-Kurs des Bereichs *Deutsch als Fremdsprache*, über den die Deutschlehrer*innen des Deutschkurses die Fachinhalte im Vorfeld und während des Kurses bereitstellen und organisatorische Hinweise geben können.

Important Safety Instructions

Die Sicherheitsunterweisung bildet einen wichtigen und notwendigen Aspekt, wenn es darum geht, Studierende eine praktische Labortätigkeit durchführen zu lassen. Für die Incomings beginnt die Labortätigkeit oft direkt am ersten Tag ihres Aufenthalts an der Universität. Dies bedeutet, dass die Studierenden die Inhalte der Laborsicherheit zu diesem Zeitpunkt bereits verinnerlicht haben müssen. Deshalb werden in diesem Abschnitt alle benötigten Dokumente für eine klassische Sicherheitsunterweisung aufgezeigt. Als zusätzlicher Input wird ein eigens für die Incomings erstelltes Laborsicherheitsvideo bereitgestellt, in dem die wichtigsten Aspekte wie geeignete Kleidung und Verhaltensweisen im Notfall dargestellt werden. Innerhalb des Videos müssen außerdem mehrere Fragen beantwortet werden. Das Lesen der Dokumente und die Beantwortung der Fragen im Video sind Voraussetzung für die Freischaltung eines virtuellen Laborversuchs im Bereich *Laboratory Course*. Am Ankunftstag erhalten die Incomings auf Grundlage ihrer Vorbereitung zusätzlich eine offiziell durchgeführte Sicherheitsunterweisung vor Ort.

Laboratory Course

In der Vergangenheit fand die Vorbereitung auf die realen Laborversuche auf klassische Weise mittels Skript und weiterführender Literatur statt. Diese Vorbereitung wird nun über Moodle durch den Bereich *Laboratory Course* ersetzt. Dieser bezeichnet das zu absolvierende Fachlabor. Insgesamt müssen die Studierenden während

ihres Aufenthalts an der RUB sieben Fachlaborversuche mit jeweils drei bis vier Stunden Präsenzzeit im Labor durchführen. Die einzelnen Versuche werden von wissenschaftlichen Mitarbeiter*innen unterschiedlicher Lehrstühle organisiert und durchgeführt. Im Vorbereitungskurs werden Hintergrundinformationen zum Fachlabor und wichtige Termine aufgelistet. Die Incomings haben hier die Möglichkeit, sich selbstständig in die Kleingruppen einzutragen, sodass bereits vor ihrer Ankunft in Deutschland ihre Termine zur praktischen Tätigkeit im Labor und ihre Gruppenmitglieder feststehen. Hier muss sichergestellt werden, dass sich die Kleingruppen aus deutschen Studierenden und Incomings zusammensetzen, um einen internationalen Austausch zwischen den Studierenden zu ermöglichen. Materialien und allgemeine Informationen werden durch Verlinkung mit dem offiziellen begleitenden Moodle-Kurs für das Fachlabor bereitgestellt. Dadurch wird sichergestellt, dass kurzfristige individuelle Änderungen im Ablauf direkt an alle Teilnehmenden des Fachlabors weitergeleitet werden und keine Parallelstruktur zur Informationsweitergabe entsteht.

Zu Beginn jedes Laborversuchs gibt es ein Antestat, das von den Laborbetreuer*innen abgehalten wird, um Vorkenntnisse abzufragen. Daraufhin führen die Studierenden in Kleingruppen den jeweiligen Versuch durch und protokollieren ihre Ergebnisse. Die Messungen werden in der Nachbereitung von ihnen ausgewertet und zusammengefasst, sodass die gesamte Prüfungsleistung aus drei Teilen besteht. Im Sommersemester 2019 wurde einer der realen Laborversuche um einen virtuellen Laborversuch ergänzt, der eine gründliche Vorbereitung auf die Durchführung des realen Versuchs darstellt [6].

Virtuelle Laborversuche können verwendet werden, um logische Kausalitäten zwischen Betriebsparametern aufzuzeigen und Effekte zu visualisieren, die bei einem praktischen Experiment vor Ort nicht zu sehen sind [7]. Sie haben den Vorteil, dass sie von den Studierenden mit größerer Flexibilität durchgeführt werden können: Durch die Onlineverfügbarkeit gibt es keine zeitlichen Einschränkungen, und der Zugriff kann praktisch von überall her erfolgen [8]. Für die Incomings können virtuelle Laborversuche also eine gute Möglichkeit darstellen, um sich bereits vor ihrer Ankunft in Deutschland mit den theoretischen Inhalten und der Durchführung eines Laborversuchs auseinanderzusetzen.

Die Umsetzung des virtuellen Laborversuchs begann bereits im Herbst 2017. Die Lernziele des Versuchs wurden im Austausch mit *Labster* festgelegt – einem dänischen Unternehmen mit Erfahrung in der Entwicklung virtueller Welten. Fotos und zusätzliche Informationen zu den Handlungsabläufen im Labor dienten daraufhin als Grundlage für die Gestaltung der Laborumgebung. Seit 2019 ist das virtuelle Labor in den VTprep-Moodlekurs integriert und wird zur Vorbereitung auf den real durchgeführten Laborversuch genutzt [6].

Der Versuch ist in dem Bereich der mechanischen Verfahrenstechnik angesiedelt, bei dem es um die Auslegung eines Schüttgutsilos geht. In Abbildung 1 sind neben einer Aufnahme des realen Versuchsstands auch Auszüge aus dem virtuellen Laborversuch zu sehen.



Abbildung 1: Reales Labor (links) und Ausschnitte des virtuellen Labors (rechts)

Mithilfe eines Avatars können sich die Studierenden durch die Lernumgebung bewegen, um den virtuellen Versuch durchzuführen. Sie charakterisieren mit Hilfe einer Scherzelle das Schüttgut, lernen unterschiedliche Fließeigenschaften kennen und legen schließlich selbst eine Pumpe für das virtuelle Silo aus, um theoretisch das Schüttgut fördern zu können. Die jeweils benötigten theoretischen Grundlagen werden an entsprechender Stelle in der Lernumgebung zur Verfügung gestellt und individuelle Wissensstände über integrierte Multiple-Choice-Fragen geprüft [6].

Bevor die Studierenden das virtuelle Labor durchlaufen können, müssen Dokumente im Bereich *Important Safety Instructions* gelesen und integrierte Fragen im Sicherheitsvideo erfolgreich beantwortet werden. Danach schaltet sich noch eine Abfrage zu den Erwartungen an das virtuelle Labor frei. Erst, wenn diese ebenfalls eingegeben wurden, ist es den Studierenden möglich, das virtuelle Labor zu starten. Die aktuelle Einbettung des virtuellen Laborversuchs in den VTprep-Kurs ist Abbildung 2 zu entnehmen.

Während die Studierenden das virtuelle Labor bearbeiten, wird dokumentiert, welchen aktuellen Status sie in der virtuellen Laborumgebung erreicht haben. Dazu zählt auch, mit welcher Punktzahl sie die eingearbeiteten Tests bestehen und wie lange sie sich bereits im virtuellen Versuch befinden. Diese Daten wiederum können in anonymisierter Form von den Dozierenden zu jeder Zeit eingesehen werden. Den Studierenden wird während der Bearbeitung ihre persönlich erzielte Punktzahl und der Status bis zur Fertigstellung angezeigt.

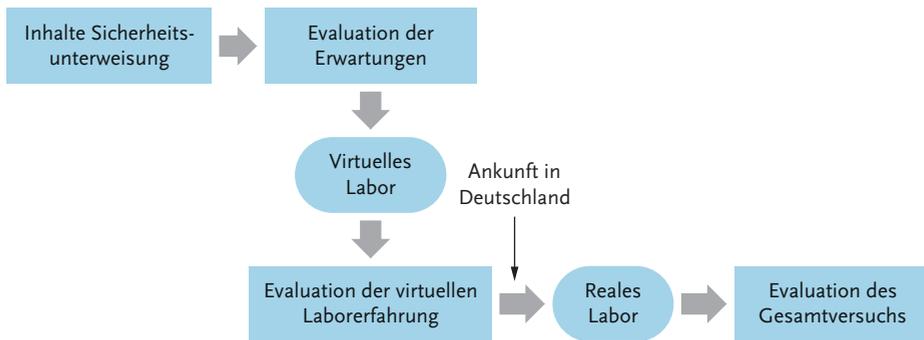


Abbildung 2: Einbettung des virtuellen Laborversuchs im Überblick [6]

Nach Abschluss des virtuellen Labors werden die Studierenden erneut befragt. Dieses Mal richtet sich die Evaluation an die Erfahrungen, die sie im Labor gemacht haben. Auch ihr Eindruck zur Vorbereitung auf den realen Laborversuch wird erfasst. Sobald die amerikanischen Studierenden nach ihrer Ankunft in Deutschland dann den realen Laborversuch an der Universität durchgeführt haben, werden abschließend das erworbene Wissen und die Erfahrungen aus der Kombination aus virtuellem und realem Versuch evaluiert. Somit werden alle Erfahrungen und Eindrücke gesichert und können in die Gestaltung des VTprep-Angebots für zukünftige Jahrgänge einfließen [6].

Research Projects

Folgender Bereich befasst sich mit der organisatorisch ebenfalls aufwendigen Vorbereitung im Rahmen der praktischen Laborarbeit. Hier stellen die Fachbetreuenden der von den Incomings zu absolvierenden Forschungsprojekte ihre Themengebiete vor. Das Forschungsprojekt hat einen Umfang von 50 Arbeitsstunden und wird in Zweierteams bearbeitet. Die Projektvorschläge werden aufgrund der fachlichen Nähe von den wissenschaftlichen Mitarbeiter*innen des Instituts für Thermo- und Fluidodynamik zur Verfügung gestellt. Projektbeschreibungen mit Bildern und Schlagwörtern befinden sich im Projektprofil. Die Auswahl eines Forschungsthemas erfolgt online, bevor die Studierenden an der RUB eintreffen. So haben sie direkten Einfluss auf die auszuführende wissenschaftliche Tätigkeit. Die Fachbetreuenden haben Zugriff auf projektbezogene Chats und können darüber zusätzliche Materialien bereitstellen und Fragen der Studierenden zur Bearbeitung des Forschungsthemas beantworten. Eine frühzeitige Auseinandersetzung der Studierenden mit dem zu bearbeitenden Thema wird so ermöglicht.

Social

Ein Kritikpunkt der Incomings des ersten Jahrgangs 2015 war die geringe Integration in den deutschen Studienalltag an der RUB. Um ihren Erwartungen in dieser Hinsicht entgegenzukommen, wird im Bereich *Social* die RUB als gastgebende Universität mit ihren Campuseinrichtungen und den Ingenieurfacultäten vorgestellt.

Zusätzlich werden auch andere Städte der Umgebung und mögliche Freizeitaktivitäten thematisiert. Außerdem gibt es einen Bereich zum gegenseitigen Kennenlernen. Zum einen erstellen die Incomings Profile mit Informationen zu ihrer Person, zum anderen werden Bochumer Studierende, welche die Amerikaner*innen während ihres Aufenthaltes an der RUB als „Buddys“ begleiten, vorgestellt. Die Buddys beginnen ihre Tätigkeit bereits mit der Abholung der Incomings vom Flughafen und begleiten sie danach bei verschiedenen Aktivitäten rund um Studium und Freizeit. Durch die Profile können sich die Incomings bereits ein Bild von der Person machen, die sie als erstes in Deutschland in Empfang nimmt.

5 Lessons Learned

Im Sommersemester 2019 nahmen insgesamt 14 amerikanische Studierende an der Summer School der Ruhr-Universität Bochum mitsamt dem begleitenden Onlineangebot „VTprep“ teil. Die Teilnehmendenzahl ist seit Beginn des Austauschprogramms 2015 kontinuierlich gestiegen. Somit hat sich herausgestellt, dass dem Mobilitätshemmnis unterschiedlicher Semesterzeiten entgegengewirkt werden kann, indem US-amerikanischen Studierenden der Aufenthalt an einer deutschen Gastuniversität in zeitlich komprimierter Form angeboten wird.

Die größte Herausforderung für die Planung des zeitlich komprimierten Summerschool-Programms war es, trotz der kurzen Aufenthaltsdauer der Gaststudierenden einen inhaltlich interessanten und anspruchsvollen Lehrplan und zugleich eine gute Integration in den deutschen Studierendenalltag zu ermöglichen. Dies wurde bereits im Pilotlauf 2016 durch das frühzeitige persönliche Kennenlernen in den Websessions und den inhaltlichen Austausch mit den Fachbetreuenden im VTprep-Kurs erreicht. Wurde der Aspekt der kulturellen Immersion bei der Evaluation 2015 noch als „sehr gering“ eingestuft, so bewerteten die Teilnehmenden das Programm 2016 und in den darauffolgenden Jahren insgesamt als „sehr hilfreich“ in Bezug auf akademische und interkulturelle Erfahrungen.

Ein deutlicher Vorteil des VTprep-Kurses zeigte sich weiterhin in der Bündelung aller für diese Kooperation wichtigen Informationen auf einer Plattform, wo sie für alle Hauptakteur*innen bearbeitbar und einsehbar sind. Incomings gewinnen durch das Fehlen von Doppelstrukturen einen besseren Überblick über das Austauschprogramm, und alle Beteiligten erhalten wichtige Informationen und Einblicke für die eigene zeitliche Planung. Dieser Aspekt ist besonders wichtig, da die Fachbetreuenden der *Research Projects* in unserem Fall häufig wissenschaftliche Mitarbeiter*innen sind, die am Abschluss ihrer Promotion arbeiten. Daher stellt für sie die wissenschaftliche Betreuung von Gaststudierenden eine zusätzliche zeitintensive Aufgabe dar. Durch den VTprep-Kurs können die Fachbetreuenden unter anderem Arbeitspläne und Treffen mit den Studierenden ohne ständige Rückkopplung mit allen Beteiligten erstellen. Es hat sich gezeigt, dass der frühzeitige Einbezug der Fachbetreuenden im Bereich *Research Projects* eine erhöhte Motivation bei ihnen

erzielt und dadurch bei allen Beteiligten ein Gefühl der Wertschätzung entsteht. Die Rückmeldungen der Fachbetreuenden zum VTprep-Kurs waren stets sehr positiv, da die Forschungsarbeiten durch die digitale Vorbereitung meist reibungsloser angelaufen sind.

Wenn es um die Akzeptanz des digitalen Angebotes geht, können mehrere Erfahrungen weitergegeben werden. Je mehr Elemente im VTprep-Kurs enthalten waren, die eine Nutzung notwendig machen – etwa die Anmeldung zu Arbeitsgruppen oder die Durchführung des virtuellen Labors im Abschnitt *Laboratory Course* – desto besser war die Akzeptanz des gesamten Kurses. Den Studierenden muss dabei schon in den ersten Websessions die Notwendigkeit bewusst gemacht werden, um eine frühzeitige Nutzung anzustoßen. Abschnitte wie der Bereich *Social*, in dem die Incomings und Buddys eigene Profile anlegen können, wurden nur dann genutzt, wenn diese zuvor stark von den Buddys in einer Websession beworben wurden. Die Buddys sind selbst oft intrinsisch motiviert, da sie häufig an einem eigenen Auslandsaufenthalt interessiert sind. In der Zeit als Buddy für die Incomings der amerikanischen Universität entwickeln sie nicht selten den Wunsch, ihren Auslandsaufenthalt an der Virginia Tech zu verbringen. Diese Beobachtung darf nicht unterschätzt werden, da die Buddys aufgrund ihrer hohen Motivation entscheidend zum gelingenden interkulturellen Austausch beitragen.

Bei der Einbindung der amerikanischen Studierenden in das regulär ablaufende Fachlabor im Bereich des *Laboratory Courses* müssen ebenfalls einige Dinge bedacht werden. In den ersten Durchläufen des Austauschprogramms wurden die Arbeitsgruppen nur aus amerikanischen Studierenden zusammengesetzt. Diese Vorgehensweise ist nicht zu empfehlen, denn zum einen war dies ein Grund für das Gefühl der fehlenden Integration in den Universitätsalltag bei den Incomings, zum anderen beklagten die betreuenden wissenschaftlichen Mitarbeiter*innen das schlechte Zeitmanagement und eine lückenhafte Vorbereitung der Studierenden auf den Laborversuch. In nachfolgenden Jahrgängen, in denen die Incomings selbst verantwortlich waren für die Wahl einer Arbeitsgruppe, die sich aus deutschen und amerikanischen Studierenden zusammensetzte, zeigte sich ein anderes Bild: Durch die Gruppenarbeit mit den deutschen Studierenden und die gegenseitige Unterstützung konnten Dinge wie benötigter Arbeitsaufwand für die Vorbereitung auf einen Laborversuch leichter umgesetzt werden. Die Bildung interkultureller Teams fördert die Zusammenarbeit von deutschen und amerikanischen Studierenden und integriert amerikanische Studierende besser in den Studienalltag. Als zusätzliche fachliche Vorbereitung, die schon vor der Ankunft in Deutschland durchgeführt werden kann, wurde im vergangenen Durchlauf 2019 ein virtueller Laborversuch integriert. Die gesammelten Erfahrungen werden nachfolgend geschildert.

Erfahrungen bei der Umsetzung und Durchführung des virtuellen Labors

Durch Einbettung des virtuellen Laborversuchs konnte erzielt werden, dass alle 14 Incomings die Unterlagen zur Sicherheitsunterweisung und das Sicherheitsvideo bereits vor ihrer Ankunft in Deutschland bearbeitet hatten und somit vorbereitet in die offizielle Sicherheitsunterweisung vor Ort gehen konnten. Die Befragung zu den Er-

wartungen an das virtuelle Labor ergab, dass 86 % der Teilnehmenden schon im Vorfeld Erfahrungen mit realen Laborversuchen hatten sammeln können. Dies war zu erwarten, da sich sämtliche Studierende bereits im dritten Studienjahr befanden und somit bereits Gelegenheit zu praktischen Laborerfahrungen gehabt haben sollten. Immerhin 50 % von ihnen hatten auch bereits mit einem virtuellen Labor gearbeitet, sodass ihnen die Nutzung dieses Angebots vermutlich leichtfiel. Im Detail erhoffen sich die Studierenden von der Nutzung des virtuellen Labors unter anderem, einen ersten Eindruck davon zu gewinnen, wie die Umgebung der Laborversuche aussehen wird, in der sie in Deutschland arbeiten werden. Außerdem geben sie an, dass sie das für den realen Versuch benötigte theoretische Wissen bereits vorab anhand des virtuellen Laborversuchs verinnerlichen konnten. Von Anfang an kritisch gesehen wird der Erwerb praktischer Fähigkeiten, die üblicherweise zu einem realen Laborversuch dazugehören: Hier gehen die Studierenden mehrheitlich davon aus, dass sie diese Fähigkeiten kaum anhand des virtuellen Labors erwerben können. Der Großteil der Studierenden schätzt ein virtuelles Labor jedoch als hilfreich bis sehr hilfreich ein, wie Abbildung 3a) zeigt [6].

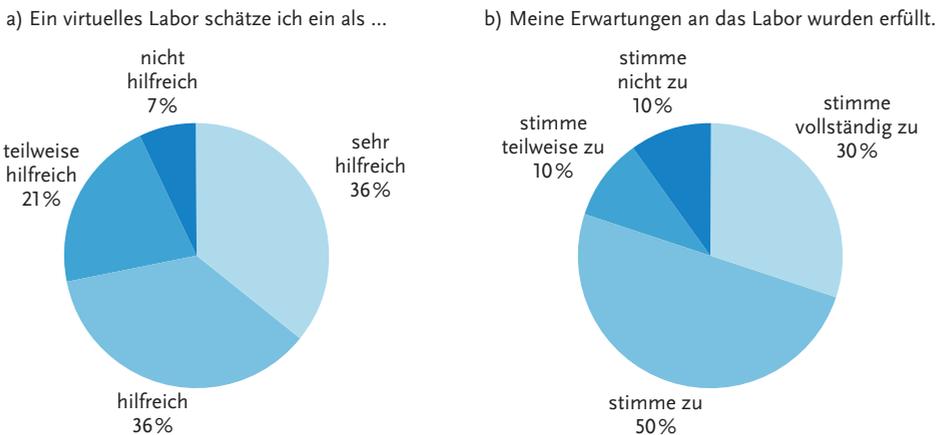


Abbildung 3: Vergleich der Erwartungen an das virtuelle Labor: a) vor und b) nach der Durchführung [6]

Abbildung 3b) verdeutlicht, dass für rund 80 % der Studierenden nach Durchführung des virtuellen Labors ihre Erwartungen daran realistisch waren bzw. dessen Ausgestaltung für sie erwartungskonform ist. Insgesamt geben rund 90 % der Teilnehmenden an, den Eindruck zu haben, die theoretischen Grundlagen des Versuchs verstanden zu haben. Besonders wertgeschätzt werden die verschiedenen Visualisierungen, die so in einem ausschließlich realen Versuch nicht möglich gewesen wären. Immerhin 70 % fühlen sich zu diesem Zeitpunkt gut auf den realen Laborversuch vorbereitet, auch wenn verschiedentlich Kritik am vermeintlich fehlenden Realitätsbezug oder an den als zu umfangreich wahrgenommenen Literaturquellen geäußert wird. Auffällig ist, dass 50 % der Studierenden angeben, dass ihnen eine reale Ansprechperson während des virtuellen Versuchs als Betreuer*in gefehlt habe.

Ob dies allerdings mit den oben genannten 50% der Studierenden korreliert, die bislang noch keinen virtuellen Laborversuch durchgeführt haben, ist aus den Daten nicht ersichtlich.

Nach Durchführung des realen Labors ergab die abschließende Befragung der Studierenden ein nahezu durchgängig positives Bild. Auch wenn die Aussagen teilweise geringfügig voneinander abweichen, geben die Befragten insgesamt an, dass sie die Kombination aus virtuellem und realem Versuch als hilfreich bis sehr hilfreich empfinden und ihnen insbesondere die Versuchsvorbereitung mit Hilfe des virtuellen Labors einleuchtet. Gleichzeitig sprechen sie sich jedoch dafür aus, ein erläuterndes Skript bzw. die oben genannten Literaturquellen beizubehalten, um die zugrunde liegenden theoretischen Inhalte besser verstehen zu können. Diese Sichtweise wird von den betreuenden Dozierenden geteilt: Insbesondere in der realen Durchführung sowie während der anschließenden Auswertung der Ergebnisse zeigte sich, dass die Studierenden zwischenzeitlich die theoretischen Grundlagen nachschlagen mussten, um das Protokoll erfolgreich erstellen zu können. Generell berichten die Dozierenden von begeisterten, nachhaltig interessierten Studierenden, die lebhaft mitwirkten und eigenständig Inhalte hinterfragten. Im Vergleich zu früheren Teilnehmenden schienen die Studierenden dieses Durchgangs aus Perspektive der Dozierenden besonders aktiv teilzunehmen. Zwar kann nicht nachgewiesen werden, dass dies an der neuen digitalen Vorbereitung und nicht an der Studierendengruppe selbst liegt. In jedem Fall waren die Dozierenden aber sehr zufrieden mit den durchgeführten Änderungen im digitalen Begleitprogramm der Summerschool. Virtuelle Laborversuche haben sich also in diesem Durchgang als sinnvolle Ergänzung zu realen Versuchsdurchführungen im Rahmen von VTprep bewährt [6].

Lehrenden, die gern ein digitales Begleitprogramm wie dieses für ihr Summerschool-Programm umsetzen wollen, sollte bewusst sein, dass die Einrichtung des Kurses vor allem im ersten Durchlauf einen hohen Arbeitsaufwand erfordert. Nicht nur die technische Umsetzung, sondern im hohen Maße auch die Ansprache aller Beteiligten (Buddys, wissenschaftliche Mitarbeitende der Fakultät, Mitarbeitende des International Offices) sorgte für einen hohen Arbeitsaufwand. Sobald alles einmal eingerichtet ist, ist die digitale Struktur innerhalb des Kurses aber für jeden Jahrgang mit geringem Aufwand individuell anpassbar.

Insgesamt wird das Austauschprogramm mit der Virginia Tech als eine erfolgreiche Möglichkeit betrachtet, amerikanische Studierende an deutsche Universitäten zu holen und in Folge dessen auch den deutschen Studierenden den oft heiß ersehnten Aufenthalt an einer amerikanischen Universität zu ermöglichen. Der VTprep-Kurs sorgt für eine hohe Zufriedenheit aller Beteiligten, sodass in Zukunft sogar Teilnehmendenzahlen von rund 30 bis 40 amerikanischen Studierenden an der RUB und 15 bis 20 deutschen Studierenden an den amerikanischen Partneruniversitäten möglich zu sein scheinen. Dies würde die Mobilität Studierender in den Ingenieurwissenschaften nachhaltig stärken.

Literatur

- [1] U. Heublein, *Gehen oder Bleiben? Internationale Mobilität im Studium. Erste Ergebnisse der 4. Befragung deutscher Studierender zu studienbezogenen Aufenthalten in anderen Ländern 2013*. Hannover: Hochschul-Informationssystem (HIS), 2013.
- [2] I. Isenhardt, V. Stehling, *Eine Studie über die Auslandsmobilität an der RWTH Aachen University*. Broschüre der RWTH Aachen, 2019.
- [3] Deutscher Akademischer Austauschdienst (DAAD), *Wissenschaft Weltoffen 2013: Daten und Fakten zur Internationalisierung von Studium und Forschung in Deutschland*. Bielefeld: Hochschul-Informationssystem (HIS), 2013.
- [4] R. Belyavina, J. Li, R. Bhandari, *New Frontiers: U. S. Students Pursuing Degrees Abroad: A 2-year analysis of key destinations and fields of study*. Institute of International Education (IIE), 2013.
- [5] N. Strenger, M. Petermann, S. Frerich, *Student Exchange Programs in Engineering Sciences between USA and Germany*. Engineering Education Conference (EDUCON), Istanbul, Türkei, 2014.
- [6] D. Keddi, N. Ulbrich, N. Strenger, S. Frerich, *Digitalisierung und Internationalisierung: Virtuelle Laborversuche als Vorbereitung für internationale Studierende*. 14. Ingenieurpädagogische Regionaltagung, Universität Bremen, 2019.
- [7] N. Strenger, S. Frerich, *How To Design Digitalized Laboratories? Lessons Learned From Implementing Virtual and Remote Labs*. Proceedings of the 17th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation, Athens, Georgia, USA, (in press), 2020.
- [8] D. Kruse, S. Frerich, M. Petermann, A. Kilzer, „Virtual Labs and Remote Labs: Practical experience for everyone”, *IEEE EDUCON*. DOI: 10.1109/EDUCON.2014.6826109, 2014.

Fokus Entrepreneurship: „Gründer-Spirit“ entwickeln und umsetzen

Im Zuge des technologischen Wandels und globaler Transformationsprozesse kristallisieren sich Innovationsfähigkeit, Flexibilität sowie ein souveräner Umgang mit Unsicherheiten als bedeutsame Kompetenzen für Ingenieur*innen heraus. Vor diesem Hintergrund erscheinen das Selbstbewusstsein, das Selbst- und Rollenbild sowie die Einstellung als metakognitive Schwellengrößen und damit als unabdingbar für eine erfolversprechende Kommunikation und Realisierung ingenieurmäßiger Innovationen. Vor diesem Hintergrund stellt das vorliegende Kapitel drei Ansätze zur curricularen Integration von Lehr-Lernaktivitäten vor, die eine Förderung dieser metakognitiven Kompetenzspektren fokussieren. Alle Umsetzungen stellen jeweils sehr spezifische Aspekte des Themas Entrepreneurship in den Mittelpunkt und räumen den Lernenden darüber hinaus umfangreiche Möglichkeiten zur Reflexion des eigenen Tuns ein. Damit wird insbesondere auf die Entwicklung eines entsprechenden Gründer-Spirits abgezielt, der die angehenden Ingenieur*innen in die Lage versetzt, in den nachfolgenden beruflichen Anforderungssituationen erfolgreich zu agieren. Die Beiträge richten sich demnach vorrangig an Lehrende, die ein an Entrepreneurship orientiertes Szenario verwirklichen wollen und an Impulsen für zu meist projektorientierte Lehr-Lernaktivitäten interessiert sind. Zusätzlich skizzieren die Beiträge Prämissen und Gelingensbedingungen für eine erfolgreiche Integration von Lehr-Lernformaten mit Bezügen zum Thema Entrepreneurship, sodass die explizierten Erkenntnisse darüber hinaus auch für Studiengangverantwortliche nutzbar sind.

Den Innovationgeist wecken: Anforderungen und Erfahrungen aus der Vermittlung eines Entrepreneurial Spirit an Ingenieursstudierende

Der Beitrag beschreibt Hands-on-Entrepreneurship mit einem Fokus auf der menschlichen Perspektive. Es werden Voraussetzungen und Umsetzungserfahrungen aus der Vermittlung und Stärkung des Entrepreneur Spirit vorgestellt. Ein Praxisbeitrag, der über die Skizzierung konkreter Umsetzungen und relevanter Anknüpfungspunkte sowohl Lehrende als auch am Entrepreneurial Spirit interessierte Studiengangverantwortliche anspricht.

Zur Bedeutung von Emotionen in der hochschulischen Entrepreneurship Engineering Education

Der Beitrag verdichtet Erkenntnisse zu den Emotionen, die Studierende im Rahmen von Lehr-Lernaktivitäten zur Förderung des unternehmerischen Denkens und Handelns entwickeln und fordert zur Integration von Lehr- und Lernaktivitäten auf, in denen es gewollt ist, Risiken einzugehen, querzudenken und sich nonkonformis-

tisch zu verhalten. Dahingehend bietet er sowohl praxisrelevante Erkenntnispotentiale für Lehrende als auch Hinweise zur curricularen Integration dieser Formate für Studiengangsverantwortliche.

Projektseminar interdisziplinäre Produktentwicklung im Team

In dem Beitrag werden Erfahrungen im Kontext der Durchführung interdisziplinärer Projektlehre in Bezug zu dem Thema Entrepreneurship gesetzt und so Impulse für ähnliche Lehrformate gegeben. Er richtet sich vorrangig an Lehrende, die auf der Suche nach praxisorientierten Gelingensbedingungen für projektbasierte Lehrformate sind.

Den Innovationsgeist wecken: Anforderungen und Erfahrungen aus der Vermittlung eines Entrepreneurial Spirit an Ingenieurstudierende

JOHANNA M. WERZ, DENNIS KREUTZER, ESTHER BOROWSKI, INGRID ISENHARDT

Auf einen Blick

- ❖ In der Regel fokussiert sich Entrepreneurial Education auf wirtschaftliche und technische Perspektiven, wohingegen die menschliche Perspektive vernachlässigt wird. Um die zukünftigen Entrepreneur*innen hierin zu fördern, bedarf es seitens der Hochschulen einer erhöhten Wahrnehmung und der Vermittlung sozialer und kommunikativer Fähigkeiten sowie eines höheren Praxisbezugs beim Testen von Ideen und der Vermittlung unternehmerischen Handelns.
- ❖ An der RWTH Aachen University wurde hierzu ein Seminar entwickelt und ein Makerspace eingerichtet, um den Studierenden in einem niedrighschwelligem Angebot wichtige Kompetenzen des Entrepreneurships zu vermitteln, sie „ins Machen“ und Experimentieren zu bringen.
- ❖ Für Ingenieurstudierende stellt sich dabei besonders der Fokus auf den Menschen und seine Bedarfe als fruchtbar heraus, um das innovative Potential technologischer Ideen auszuschöpfen. Dabei sind Ansätze wie die Persona-Methode oder iteratives Prototyping aus dem Design Thinking einfach und mit großem Effekt umzusetzen.

1 Problemstellung

Gründungen und Unternehmertum gelten als zentraler Baustein einer starken Wirtschaft, die gesellschaftliche Herausforderungen meistert [1]. Im Gegensatz zu einer trägen, durch Konzerne geprägten Wirtschaft stehen sie für Vielfalt, gesunden Konkurrenzdruck und Anpassungsfähigkeit [2]. Auf europäischer Ebene wurde deshalb der Aktionsplan Entrepreneurship 2020 ins Leben gerufen. Als Reaktion auf die Finanzkrise, aber auch um darüber hinaus die Wirtschaft anzukurbeln, umfasst er eine Reihe von Maßnahmen, die sich sowohl auf die gesamte EU als auch auf einzelne Mitgliedsstaaten richten, um das Unternehmertum in Europa zu stärken [3]. Vor diesem Hintergrund klingt die Nachricht, dass sich die Zahl der Gründungen in Deutschland aktuell auf einem neuen Höchststand befindet, sehr erfreulich. Jedoch betont der Global Entrepreneurship Monitor 2019/20 des RKW-Kompetenzzentrums den kritischen Zustand, in dem sich der deutsche Gründer*innen-Geist im Vergleich zu Ländern mit ähnlich hohem Einkommen befindet [4]. Bezüglich der Zahl

der Gründungen belegt Deutschland im Vergleich mit 33 vergleichbaren Ländern Platz 28, was die kritische Lage des deutschen Entrepreneurial Spirits verdeutlicht. Das vormalige Erfinderland Deutschland steht demnach vor der Herausforderung, diesen Spirit zu erhalten und wiederzubeleben.

Während 2017 die Gründungen in Deutschland bei mittleren und jungen Altersgruppen ausgeglichen waren, nahm in den letzten beiden Jahren die Zahl besonders junger Gründerinnen und Gründer zu [4]. In den Gruppen der 18- bis 24-jährigen und der 25- bis 34-jährigen sind überdurchschnittlich viele Gründungen zu verzeichnen. Darüber hinaus verfügen unter den Gründungspersonen in Deutschland etwa die Hälfte mindestens über die Hochschulreife. Damit liegen wir zwar im internationalen Vergleich im Mittelfeld, wichtig ist jedoch, wie der Global Entrepreneurship Monitor betont, dass „Gründungen, die von Menschen mit höherer Bildung gestartet werden, [...] unter sonst gleichen Bedingungen, finanzstärker, erfolgreicher und technologisch anspruchsvoller“ sind [4]. Dies verdeutlicht, welche zentrale Rolle den ausbildenden Institutionen, allen voran Universitäten und Hochschulen, bei der Schaffung von Rahmenbedingungen für Gründungen zukommt. Die im Rahmen des Monitors befragten Expert*innen berichten in diesem Zusammenhang von einem Handlungsbedarf, der – auch, wenn schulische und universitäre Entrepreneurship Education in den letzten Jahren zugenommen hat – in diesem Bereich noch immer besteht. Auch hinsichtlich Gründungs- und Innovationskompetenzen attestieren die Expert*innen Deutschland Nachholbedarf. Gleichzeitig identifizieren sie „eine positive Wahrnehmung von innovativen Technologien, die Bereitschaft[,] Risiken zu tragen und die Fähigkeit im Umgang mit Fehlern“ als „wesentliche Eigenschaften für die Entfaltung einer dynamischen Gründerszene“ [4]. Über die grundsätzliche Rolle der Universitäten und Hochschulen hinaus zeigt sich die Relevanz für die Ingenieurausbildung in der Tatsache, dass zwar einerseits jede zehnte Gründungsperson in Deutschland im mittleren und hohen Technologiebereich tätig ist, Deutschland andererseits damit aber nur knapp über dem Durchschnitt liegt. Südkorea, die USA und Israel beispielsweise liegen weiterhin vor uns.

Wenn es also darum geht, die Innovationsfähigkeit zu fördern, müssen technische Möglichkeiten, gesellschaftliche Bedarfe und Wirtschaftlichkeit zusammen gedacht werden [5]. Enormes Potential liegt, wie zuvor dargelegt, bei Ingenieur*innen, die sowohl hoch gebildet als auch technologisch geschult sind. Und obwohl Experimentieren und Erfinden zum klassische Bild des Ingenieurs und der Ingenieurin gehört [6, 7], scheinen diese doch noch zu selten ihr technisches Wissen für disruptive Innovationen zu nutzen. In diesem Zusammenhang beklagen viele Forschende die fehlende praktische Orientierung von Entrepreneurship Education in der höheren Bildung (u. a. [8, 9, 10, 11]). Dabei gehören zum breiten Verständnis von Entrepreneurship klar das Experimentieren und Schaffen von Neuem, darüber hinaus jedoch auch Kommunikations-, Selbst- und Teamkompetenzen [12]. Um den modernen Ansprüchen einer umfassenden Ingenieurausbildung gerecht zu werden, stellt sich also die Frage, wie sich Bestandteile einer Entrepreneurship Education in ingenieurwissenschaftliche Fächern einbinden lassen und sich auf niedrigschwellige Art ein Entrepreneurial Spirit bei Ingenieurstudierenden wecken lässt.

2 Entrepreneurship Education

Ein erster Kurs für Unternehmertum an einer Universität wurde 1945 an der Harvard Business School konzipiert; bis 2005 entwickelten sich daraus mehr als 2.200 Entrepreneurship Kurse an über 1.600 Colleges [13]. Heute bieten die meisten Universitäten in den USA Kurse zum Thema Unternehmertum an. Mit Ausnahme weniger Institutionen kam Entrepreneurship in Europa erst um die 2000er Jahre im Lehrplan an [14]. Lange Zeit bezeichnete Entrepreneurship Education die theoretische Vermittlung von Wissen *über* Entrepreneurship und befasste sich mit Themen wie Unternehmensgründung oder Geschäftsentwicklung [8, 9, 10]. Während die Ausbildung an Business Schools schon praktischer wurde, mangelte es außerhalb von ihnen noch an einer anwendungsorientierten, auf Erfahrung ausgerichteten Entrepreneurship Education [15]. In einer Untersuchung ostdeutscher Studiengänge mit mathematischer, Informatik-, naturwissenschaftlicher oder technischer Ausrichtung (MINT) waren 2018 nur in jedem fünften Studiengang (19%) Inhalte mit Entrepreneurship-Bezug vorhanden. Sie orientieren sich dabei in zwei Dritteln (63,4 Prozent) eher an traditioneller Entrepreneurship-Lehre, wirtschaftswissenschaftlichen Grundlagen und Gründungswissen – also Wissen *über* Entrepreneurship. Dabei, so Gossel und Will, liegen „im Kontext der technischen und naturwissenschaftlichen Disziplinen [...] Potenziale für zukünftige technologische und ggf. auch unternehmerische Innovationen. Die Zielgruppe dieser Studierenden [der Ingenieurwissenschaften] wird jedoch bislang kaum erreicht“ [16, S. 5].

Zunehmend ändert sich jedoch der Fokus vom Lernen *über* Entrepreneurship mehr hin zum Lernen *für* Entrepreneurship („Learning to become an entrepreneur“) sowie zum Lernen *durch* Entrepreneurship („Learning to become entrepreneurial“ [1]). Letzteres bezeichnet die Stärkung des entrepreneurial Mindsets, also die Einstellung, anzupacken und zu machen. Lernen für Entrepreneurship hingegen betrifft Fähigkeiten von der Umsetzung einer Idee bis hin zur Gründung eines Unternehmens.

Erfahrungsbasiertes, experimentelles Entrepreneurship-Lernen fand lange Zeit vor allem im schulischen Kontext statt. Inzwischen setzt sich aber ein breites Konzept von Entrepreneurship durch, das auch Themen der Persönlichkeitsentwicklung und Handlungsorientierung umfasst und in allen Stufen des Bildungssystems, ja lebenslang, stattfinden kann [17]. Der Ansatz entspricht dabei am ehesten dem zuvor beschriebenen Lernen *durch* Entrepreneurship. Dieses breite Verständnis mit hoher Relevanz für die einzelnen Lernenden findet sich auch im Aktionsplan Entrepreneurship 2020 der EU-Kommission [18]:

“Entrepreneurship education prepares people to be responsible and enterprising individuals. It helps people develop the skills, knowledge, and attitudes necessary to achieve the goals they set out for themselves. Evidence also shows that people with entrepreneurial education are more employable.”

Diesem ganzheitlichen Ansatz folgend, stellt Lackéus heraus, dass Entrepreneurship Education über klassische pädagogische Ansätze wie problembasiertes oder projektbasiertes Lernen, die Teamarbeit, Problemlöseverhalten oder Produktentwicklung vermitteln, hinausgeht und zusätzlich Innovationsfähigkeit, iteratives Experimentieren sowie den Umgang mit dem Risiko zu Scheitern umfasst [9]. Mit Fokus nicht nur auf den individuellen Fähigkeiten, sondern mit Einbettung einer modernen Entrepreneurship Education in gesellschaftliche und wirtschaftliche Zusammenhänge sowie einer möglichst nachhaltigen Ausbildung formuliert Lindner sechs Anforderungen [1]:

1. Integration von Entrepreneurship Education als Grundprinzip in verschiedenste Fächer
2. Schaffung eines durchgängigen Lernangebots über Kompetenzniveaus hinweg
3. Orientierung an und Schaffung von Leitbildern
4. Werteorientierung, da die heutige Art der Ausbildung das morgige Gesellschafts- und Wirtschaftsverständnis prägt
5. Methodenpluralismus, um über eine reine Wissensvermittlung hinaus Haltung- und Kompetenzerwerb zu ermöglichen
6. Fächerübergreifende, ganzheitliche Aufgabe, die jenseits der Wirtschaftsdidaktik wirkt

3 Bestandteile von Entrepreneurship

So, wie die Entrepreneurship Education zu Beginn der 2000er Jahre nach Europa schwappte, nahm auch die Popularität des Begriffs Entrepreneurship zu – bei einer gleichzeitigen Aufweichung seiner Bedeutung [19]. Im engen Verständnis sind Entrepreneur*innen diejenigen, die ein Unternehmen gründen, Neues schaffen, selbstständig tätig sind. Intrapreneur*innen sind auf ähnliche Weise innerhalb von Firmen tätig [20]. Diese Definitionen sind aber einerseits nicht trennscharf – es gibt keinen Unterschied zwischen Entrepreneur*innen und Unternehmer*innen – andererseits lassen sie Aspekte aus, die heutzutage zu Entrepreneurship zählen.

Einen ganzheitlichen Ansatz von Entrepreneurship, der über Unternehmensformen (z. B. Start-ups) hinausgeht, begründete Howard H. Stevenson von der Harvard Business School: „entrepreneurship is a process by which individuals – either on their own or inside organizations – pursue opportunities without regard to the resources they currently control“ [21, S. 23]. Dieses Verständnis von Entrepreneurship umfasst ein sehr viel breiteres als die reine Übersetzung als Selbstständige und Unternehmensgründer*innen. Die Definition zeigt, dass ein Entrepreneurial-Skill- und Mindset nicht nur für Selbstständigkeit oder Gründung relevant ist, sondern auch die Lösung zahlreicher Aufgaben erleichtert, sei es innerhalb einer Firma oder auch im Privatleben. In diesem breiten Verständnis definiert die Europäischen Union unternehmerische Kompetenzen als „die Fähigkeit der und des Einzelnen, Ideen in die Tat umzusetzen“, die ihr oder ihm hilft, „nicht nur in seinem täglichen Leben zu Hause oder in der Gesellschaft, sondern auch am Arbeitsplatz, sein Arbeitsumfeld

bewusst wahrzunehmen und Chancen zu ergreifen“ [22, S.17]. Sie sind damit Schlüsselkompetenzen für lebenslanges Lernen, über die jede*r Bürger*in verfügen sollte. Entrepreneurship stellt sich demzufolge als Kompetenz heraus, die für alle Stationen des Lebens Vorteile beinhaltet [23].

Shane und Venkataraman sehen Entrepreneurship als Prozess, der (a) Identifizierung und (b) Nutzung einer Möglichkeit umfasst [24]. Ähnlich leitet Eisenmann von den Herausforderungen von Entrepreneurship Handlungsstrategien ab, die es zu beherrschen gilt: schnelles Experimentieren (lean experimenting), schrittweises Vorgehen (staged investing), Kooperation und Zusammenschluss (partnering) sowie Storytelling [23]. In diesen Phasen und Handlungsstrategien steckt, wie es auch die moderne Entrepreneurship Education versteht, mehr als nur das Ergreifen und Nutzen von Chancen, nämlich auch eine Reihe sozialer und individueller Kompetenzen. Diese betont auch das Entrepreneurship Competence Framework mit drei Kompetenzbereichen – (1) Ideen und Möglichkeiten, (2) Ressourcen und (3) Umsetzung – in die sich wiederum 15 Kompetenzen einordnen lassen [12]. Nur eine von ihnen liegt im Bereich unternehmerischen Wissens („develop financial and economic know how“), während die anderen größtenteils Selbst- und Kommunikationskompetenzen beschreiben, z. B. Selbstwirksamkeit, ethisches Denken, andere mobilisieren, durch Erfahrung lernen und Umgang mit Unsicherheit. Dabei klingt ein weiterer Aspekt an, der sich in einer Untersuchung von Einflussvariablen auf die Bereitschaft, unternehmerisch tätig zu werden, zeigt: Risikotoleranz stellt eine zentrale Bedingung für Entrepreneurship dar – und ist in Deutschland in geringerem Maße vorhanden als in anderen europäischen Ländern [25].

Zusammenfassend reichen die Kompetenzen, die Entrepreneurship ausmachen, je nach Definition von theoretischem Wissen bis hin zu der Fähigkeit, Chancen zu erkennen und zu ergreifen. Entrepreneurship im breiten, über das Theoretische hinausgehende Verständnis umfasst Fähigkeiten der Kooperation und Teamarbeit, des Anpackens, „einfach mal Machens“ und Vorantreibens, jedoch immer wieder Prüfens und Experimentierens, eingebettet in werteorientiertes Handeln und eine gewisse Risikotoleranz. Diese Kompetenzen eint ihre praktische Ausrichtung. Über theoretisches Wissen hinaus gilt es, sie zu erleben und so einzuüben.

4 Entrepreneurship für Ingenieur*innen

Dieses breite Verständnis von Entrepreneurship verdeutlicht umso mehr die Relevanz von Entrepreneurship Education in Ingenieurstudiengängen. Denn: Für technische Innovationen bieten technische und naturwissenschaftliche Disziplinen einen idealen Nährboden. So lernen Ingenieurstudierende während ihres Studiums zahlreiche technische Grundlagen, erfahren von neuesten Technologien und entwickeln Ansatzpunkte für neue Ideen. Um dieses Potential auszuschöpfen, um aus diesen Ideen Innovationen zu machen, müssen technologische Ansätze um zwei weitere Betrachtungsweisen ergänzt werden: Wirtschaftlichkeit und gesellschaftlich-individuelle Bedarfe. Zumeist bedarf es zur Entstehung von Innovationen ([5], siehe Abbil-

dung 1) aller drei – einen Schnittpunkt technologischer Möglichkeiten, wirtschaftlicher Umsetzbarkeit und gesellschaftlich-individueller Bedarfe. Doch wirtschaftliche und insbesondere menschliche Bedarfe, also die Nutzenden, stehen in technischen Disziplinen bislang meist nicht im Fokus.

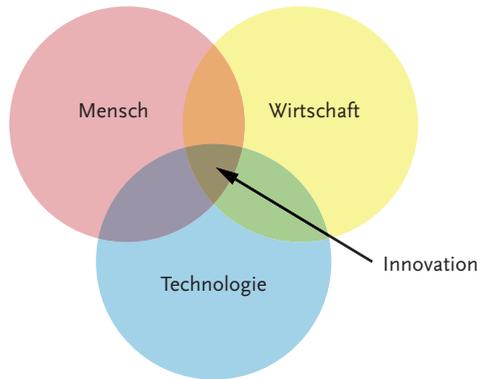


Abbildung 1: Am Schnittpunkt der drei Betrachtungswinkel entsteht Innovation (eigene Abbildung)

Darüber hinaus beklagen viele Studierende und Unternehmensvertreter*innen fehlenden Praxisbezug – insbesondere in der universitären Ausbildung. Als Gründe für Studienabbrüche in den Ingenieursstudiengängen gelten unter anderem mangelnder Praxis- und Berufsbezug [26]. Die Erfinderfigur des Daniel Düsentrrieb, lange Zeit Prototyp des Ingenieurs, tüftelt und schraubt, es knallt, und irgendwann läuft die Maschine. Die Möglichkeiten, tatsächlich praktisch tätig zu werden, Ideen umzusetzen und zu prüfen, begrenzen sich in vielen Ingenieurstudiengängen jedoch auf kurze Praktika: Viele Absolvent*innen hatten bis zu ihrem Abschluss weder Elektrodenschweißgerät noch Schraubenschlüssel in der Hand. Doch zu den Entrepreneur-Kompetenzen gehört, wie oben beschrieben, die Fähigkeit, aus Erfahrungen zu lernen [12] oder – in anderen Worten – iteratives Experimentieren [9]. Um das Ziel zu erreichen, Ingenieurstudierende aufbauend auf ihren fachlichen Kompetenzen zu technisch innovativen Entrepreneur*innen auszubilden, gehören Gelegenheiten zu experimentieren, aus Prototypen zu lernen und iterativ zu validieren, unbedingt zu einer Entrepreneurshipausbildung.

Die Anforderungen an die Entrepreneurial Education besteht nicht nur auf der Fokussierung der technischen oder wirtschaftlichen Perspektive, sondern auch auf die der Nutzenden und ihrer Bedarfe. Um die zukünftigen Entrepreneur*innen hierin zu fördern, bedarf es seitens der Hochschulen einer erhöhten Wahrnehmung und Vermittlung wichtiger sozialer und kommunikativer Fähigkeiten sowie der Auseinandersetzung mit sich selbst, wie der bewussten Auseinandersetzung mit der Angst vor dem Scheitern. Zudem ist ein hoher praktischer Anteil in der Vermittlung von unternehmerischem Wissen und dem Ausprobieren von Ideen erforderlich. Hier anzusetzen, ist der Anspruch unserer Vermittlung eines Entrepreneurial Spirits.

5 Lösungsvorschläge

Um Studierende der Ingenieurwissenschaft von heute zu Entrepreneur*innen von morgen zu machen – sei es tatsächlich als Unternehmer*innen oder bezüglich ihrer Kompetenzen –, um ihnen also einen Entrepreneurial Spirit näherzubringen und sie vor dem Hintergrund ihrer Fähigkeiten ins „einfach mal Machen“ zu bringen, werden zwei ineinandergreifende Ansätze verfolgt. Der erste stellt einen breitenwirksamer Ansatz für Ingenieurstudierende und Wissenschaftliche Mitarbeitende dar: das Angebot des Workshops „How to become an Entrepreneur“. In ihm stehen Grundlagen von Entrepreneurship, also die entsprechende Einstellung, Methoden zur Ideenfindung, Validierung und Ausarbeitung sowie Anregung und Motivation durch Vorbilder im Fokus. Der zweite Ansatz als Flankierung zum ersten ist die Bereitstellung eines Makerspaces, der Ingenieursstudierenden für ihre Projekte offensteht. Im Experience Engineering Square (E²) geht es darum, notenunabhängig den Tüftelgeist zu wecken und einen Ort zu schaffen, wo Experimentieren erlaubt ist. Während der Workshop eine angeleitete Annäherung an das Thema Entrepreneurship ermöglicht, lernen Studierende im E² auf informelle und – sozusagen – beiläufige Weise, als Entrepreneur*innen tätig zu sein. Beide Ansätze können mit einer großen Breitenwirksamkeit umgesetzt werden, da sie allen interessierten Ingenieurstudierenden und wissenschaftlichen Mitarbeitenden offenstehen. Die Teilnahme an beiden Konzepten ist freiwillig. Während der Workshop über Verteiler beworben und in bestehende Weiterbildungsangebote eingebunden wird, ist der Makerspace teilweise curricular eingebunden, sodass Bestandteile einzelner Veranstaltungen dort vertieft werden können (z. B. Prototypen-Bau in entsprechenden Seminaren). So steigt die Bekanntheit des Angebots und mögliche Berührungspunkte werden abgebaut.

Beide Ansätze werden durchgeführt und erforscht. Sie adressieren die zuvor beschriebenen Anforderungen an Entrepreneurship Education mit dem Ziel, die Bestandteile einer Entrepreneurship Education in ingenieurwissenschaftliche Fächer einzubinden und so ein Entrepreneurial Spirit bei Studierenden der Ingenieurwissenschaften zu wecken. Da der erste Ansatz, der Workshop „How to become an Entrepreneur“, zentrale Grundlagen und niedrigschwellige unternehmerische Methoden vermittelt, wird er im Folgenden ausführlich beschrieben. Er bietet Lehrenden der Ingenieurwissenschaften beispielhafte Methoden, die sie in ihre Lehrveranstaltungen integrieren können.

5.1 Workshop “How to become an Entrepreneur”

Das Ziel des eintägigen Workshops „How to become an Entrepreneur“, der extracurricular angeboten wird, ist es, auf einfache, anregende Weise den Entrepreneurial Spirit von Ingenieurstudierenden zu wecken und zu fördern. Die Struktur ist am experimentellen Lernzyklus (ELT) des Pädagogen David Kolb angelehnt, der das Erlernen neuen Wissens als Erfassen und Transformieren des Erlernten definiert [27]. Die bis zu zwölf Teilnehmenden durchlaufen hierbei die vier Phasen der konkreten Er-

fahrung, reflektierenden Beobachtung, abstrakten Konzeptualisierung und des aktiven Experimentierens (Abb. 2).

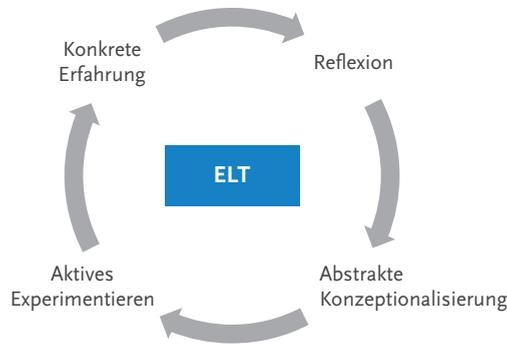


Abbildung 2: Vier Phasen des Lernens (nach Kolb [27])

In Anlehnung an den Lernzyklus nach Kolb liegt der Fokus dabei nicht vorrangig in der Vermittlung von Theorieeinheiten, sondern im selbstständigen Erarbeiten, der Anwendung von Methoden, oder auch: dem „Erfahren“ und „Reflektieren“.

Der Workshop ist in drei Einheiten aufgeteilt, die im Folgendem detailliert beschrieben werden (Abb. 3).

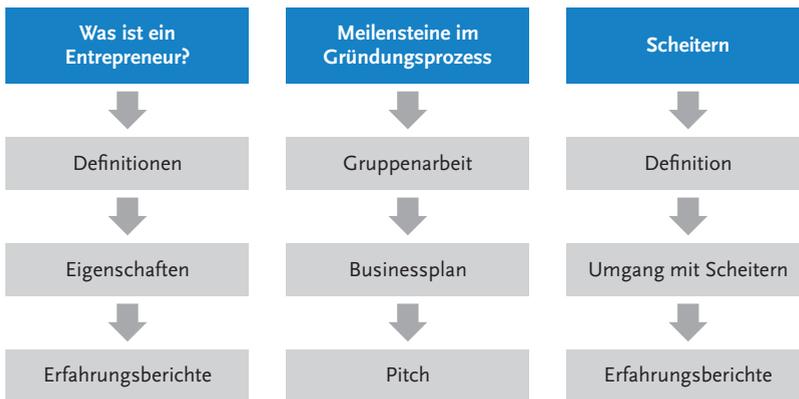


Abbildung 3: Module des Seminars „How to become an Entrepreneur“

Auseinandersetzung: Was ist ein*e Entrepreneur*in?

In der ersten Lerneinheit des Workshops lernen die Teilnehmenden den Begriff „Entrepreneurship“ kennen und erfahren, wie er vom einfachen „Gründen“ oder der „Selbstständigkeit“ abgegrenzt werden kann. Beide Begriffe werden häufig synonym verwendet; der Unterschied und damit auch das Merkmal des Workshops liegt jedoch in der zugrunde liegenden Einstellung: Während der klassische Begriff „Gründen“ den Schwerpunkt auf die Unternehmensgründung bzw. Selbstständigkeit legt, beinhaltet Entrepreneurship den zentralen Begriff der Effectuation Logic. Er be-

zeichnet die Einstellung, von eigenen Mitteln und Fähigkeiten ausgehend Handlungsalternativen abzuleiten, Ressourcen aufzubauen, eigene Mittel zu expandieren, sich konstant Randbedingungen anzupassen, Zufälle als Chance zu begreifen und Partnerschaft zu verfolgen statt Konkurrenz.

Nach der begrifflichen Abgrenzung erarbeiten die Teilnehmenden selbstständig und in Gruppen Eigenschaften einer Entrepreneur*in – beispielsweise Selbstbewusstsein, Innovationsfähigkeit und Risikoaffinität – und schätzen in einem Spinnennetzdiagramm eine*n ideale*n Entrepreneur*in ein, um sich schließlich selbst zu verorten: Wie risikoaffin bin ich? Habe ich ein hohes Selbstbewusstsein? Der Vergleich verdeutlicht vorhandene Eigenschaftsausprägungen und mögliche Entwicklungspotentiale. Um die Variabilität in den Eigenschaftsausprägungen hervorstustellen, werden im Anschluss an die Übung kurze Videoeinspieler dreier Entrepreneure gezeigt, die über den gesamten Workshop hinweg als Role Models ihre Sichtweise beitragen. Für die Videos wurden im Vorfeld drei Entrepreneure aus dem Umfeld der RWTH interviewt und hinsichtlich ihrer Erfahrungen befragt. Die Interviewten berichten über die Eigenschaften, die sie bei sich für wichtig erachten (Gesamtschnitt aller Videos: <https://bit.ly/3icdLZm>).

Meilensteine im Gründungsprozess

In der folgenden Einheit des Workshops geht es darum, die ersten Meilensteine einer Unternehmensgründung beispielhaft zu durchlaufen (siehe Abbildung 4). Dafür wird die Kreativitätsmethode des „Design Thinkings“ eingesetzt, die den Kunden und seine Bedürfnisse in den Mittelpunkt stellt.

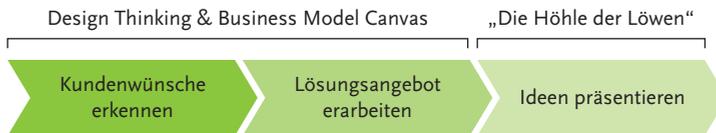


Abbildung 4: Erste Meilensteine einer Unternehmensgründung

Die Methode zielt darauf ab, den Teilnehmenden zu verdeutlichen, dass, bevor Rentabilität ausgerechnet oder die Entwicklung eines Produkts verfolgt werden kann, die Perspektive auf den Nutzen einer Innovation zu lenken ist. Ziel ist die Einsicht, dass rein technologische oder wirtschaftliche Betrachtungen nicht ausreichen, um Innovationen zu schaffen. Der Kunde bzw. die Kundin sind Teil des zukünftigen Erfolgs. Es gilt also, sie zu beobachten und zu verstehen, um auf dieser Grundlage Ansätze für Innovationen zu identifizieren: Wie sieht sein bzw. ihr Alltag aus? Was sind Probleme?

Eine Übung verdeutlicht, wie es dabei zu kommunikativen Missverständnissen zwischen Kund*innen und Unternehmer*innen kommen kann: Die Teilnehmenden interviewen sich in Paaren zu einem vorgegebenen Bedarf, einmal aus Kund*innensicht, einmal aus Unternehmer*innensicht, um so Unterschiede zu identifizieren.

Zur Auswertung und Konsolidierung der Interviews wird eine klassische Methode des Design Thinking herangezogen: die Erstellung einer Persona. Dabei wird eine Zielgruppe ausgewählt und in einer einzelnen Person kondensiert: Sie erhält einen Namen, ein Bild und demographische Daten, es werden möglichst konkret relevante Alltagssituationen und ihre alltags- oder themenspezifischen Probleme beschrieben. Mit dieser Methode wird eine prototypische Figur geschaffen, die im Folgenden zur Validierung von Ideen und Prototypen herangezogen werden kann: Würde der Persona das Produkt gefallen? Was hätte sie auszusetzen? Dieser Phase zugrunde gelegt werden Problemstellungen zur Bearbeitung im weiteren Verlauf. Dies können Themen aus dem universitären Alltag der Studierenden sein, also z. B. Aufgaben aus einem Seminar, aber auch gesellschaftliche Herausforderungen, etwa „Mobilität der Zukunft“.

Bezogen auf die Problemstellung und mit Fokus auf die Persona gilt es nun, Lösungsansätze zu entwickeln. Dies geschieht anhand der Methode „Bisoziation“. Dazu sammeln die Teilnehmenden zunächst auf Grundlage eines Bildes unabhängig von der zielgruppenspezifischen Problemstellung in kurzer Zeit so viele Assoziationen wie möglich. Hierfür bieten sich besonders bunte, vielfältige Darstellungen an, z. B. von Wochenmärkten o. Ä. Anschließend werden zufällig eine bis zwei Assoziationen ausgewählt. Ausgehend von ihnen werden, wiederum bezogen auf die Problemstellung der Persona, Lösungen generiert. Diese Methode ermöglicht es, sich vom eigentlichen Problem zu lösen und durch „problemferne“ Assoziationen neue, kreative Ideen „außerhalb der Box“ zu entwickeln.

Im nächsten Schritt lernen die Teilnehmenden die Now-How-Wow-Matrix kennen, anhand derer sie eine vielversprechende Idee auswählen, um sie prototypisch umzusetzen. Dazu gehört zu einem die Weiterentwicklung der Idee zum Geschäftsmodell. Dies geschieht mithilfe der „Business Model Canvas“-Methode von Alexander Osterwalder [28], das systematisch bestimmte Aspekte beleuchtet: u. a. das Wertangebot der Geschäftsidee, die benötigte Infrastruktur zur Realisierung, die Bedürfnisse der Kund*innen sowie Einnahme- und Kostenstrukturen. Neben dem Geschäftsmodell entwickeln die Studierenden einen Produktprototypen, der die besonderen Eigenschaften bzw. Funktionalität ihres Lösungskonzepts darstellt. Dies kann sowohl mit einfachen Bastelutensilien als auch in einer Werkstatt wie dem Makerspace umgesetzt werden. Ziel ist es, das Konzept physisch oder szenisch umzusetzen und so real prüfen zu können.

Sowohl die Geschäftsmodellentwicklung als auch der Prototypenbau dienen zur Vorbereitung des finalen Schrittes: dem Pitch. Angelehnt an die Fernsehendung „Höhle der Löwen“, erklären die Studierenden innerhalb weniger Minuten ihr Konzept mit dem Ziel, es möglichst gut zu verkaufen. Diese Pitches dienen dazu, Aufmerksamkeit bei Kund*innen und möglichen Förder*innen zu wecken, Besonderheiten des Konzeptes zu erläutern, Investor*innen anzusprechen und einen Austausch von Kontaktdaten zu ermöglichen. Durch den Pitch trainieren die Studierenden, ihre Idee attraktiv und auf den Punkt darzustellen – Storytelling-Fähigkeiten – und sammeln so Verkaufs- und Vermarktungserfahrung in einem geschützten Umfeld.

Scheitern

Neben dem Durchlaufen einer Geschäftsidee-Entwicklung ist es Ziel des Workshops, den Umgang mit Scheitern zu erlernen und zu verbessern. Angst vor dem Scheitern hemmt häufig die Entwicklung von Ideen, die Definition einer eindeutigen Zielgruppe, die Bearbeitung eines Geschäftsmodells oder einen regelmäßigen Realitätscheck aller Ansätze und Annahmen. Mit anderen Worten: Es hält viele zukünftige Entrepreneur*innen davon ab, mit dem Unternehmertum zu beginnen. Doch woher kommt die Angst vorm Scheitern? Zur Beantwortung dieser Frage werden die Teilnehmenden zuerst nach ihrer Definition des Scheiterns befragt. Ein entsprechender Austausch führt eigentlich immer zu der Erkenntnis, dass Scheitern mit übersteigerten negativen Assoziationen verbunden ist: Wer scheitert, ist ein Versager, wird sozial ausgegrenzt und ruiniert sich finanziell. Die Bereitschaft, Risiken einzugehen, es auszuhalten, möglicherweise zu scheitern, ist in Deutschland im europäischen Vergleich gering ausgeprägt [25]. Im Kontrast dazu erklären erfolgreiche Entrepreneur*innen, dass sie zwar alle schon einmal gescheitert sind, dies aber genutzt haben, um Konzepte anzupassen, zu lernen und so persönlich zu wachsen. Die Teilnehmenden sollen Scheitern als unvermeidliches Stolpern auf dem Weg zum Erfolg verstehen, das zum Gründen dazugehört. Eine entsprechende Einstellung wird abschließend auch nochmals von den interviewten Entrepreneuren in Erfahrungsberichten verdeutlicht. Der Workshop endet mit einer Reihe von Informationen zur Gründerberatung, Beratungsmöglichkeiten und Anlaufstellen und den wichtigsten Gründungstipps der interviewten Entrepreneure.

5.2 Maker Space: Experience Engineering Square (E²)

Der Workshop „How to become an Entrepreneur“ bietet eine formale und angeleitete Auseinandersetzung mit dem Thema Entrepreneurship und spricht damit diejenigen an, die sich bewusst in diese Richtung fortbilden wollen. Demgegenüber bietet ein Makerspace die Möglichkeit, Studierende unabhängig von einem Interesse an Entrepreneurship zum Tüfteln und Experimentieren, zu Kooperation und Zusammenarbeit anzuregen – und damit implizit die Fähigkeiten von Entrepreneur*innen zu üben.

„Makerspaces“ sind Werkstätten, die eine kreative Atmosphäre schaffen und die Möglichkeit bieten, aus eigenen Ideen Prototypen zu entwickeln. Dazu enthalten sie verschiedenste Maschinen, Werkzeuge und Materialien, beispielsweise 3D-Drucker oder Lasercutter, aber auch Optionen zur Holz- oder Stoffbearbeitung. So wurde der „Experience Engineering Square“ (E²) eingerichtet, um Ingenieurwissenschaft neben exzellenter theoretischer Vermittlung auch auf hohem praxisnahen Niveau erfahrbar zu machen. Der E² steht allen ingenieurwissenschaftlichen Studierenden lehrstuhl- und institutsübergreifend zur Verfügung, um Ideen in Prototypen umzuwandeln und so ein Modell, ein Mock-up oder einen Demonstrator präsentieren, prüfen und die Idee anpassen zu können. Aufgrund seines breiten Angebots an Maschinen ermöglicht der E² verschiedenste Erfahrungen und Möglichkeiten (siehe Abbildung 5). Er umfasst neben einer Werkstatt Seminarräume, in denen beispielsweise eine

Stickmaschine und softwaregestützte Anwendungen wie VR/AR-Brillen zu finden sind. Für die Studierenden ist die Nutzung zu den Öffnungszeiten möglich, in denen eine geschulte Aufsichtsperson die Besuche reguliert. Außerdem müssen sie zunächst eine umfangreiche Sicherheitseinweisung absolvieren.

Während viele Laboratorien für Studierende nur über die Teilnahme an Lehrveranstaltungen zugänglich sind, bietet der E² einen niedrighschwelligem Zugang, innovativ und im tüftlerischen Sinne wie ein*e Entrepreneur*in tätig zu sein, theoretisches Wissen und Problemstellungen aus dem Studium anzuwenden und zu bearbeiten. Darüber hinaus stellen Makerspaces auch Orte der Vernetzung und Zusammenarbeit dar [29] und fördern so in den Begegnungen auch soziale Kompetenzen. Mit der engen Einbindung des Makerspaces in universitäre Veranstaltungen soll er möglichst früh im Studium verankert und den Studierenden als offenstehende Werkstatt vorgestellt werden. CAD-Modelle oder Konzepte haptisch umzusetzen, soll die Motivation der Studierenden fördern und ihnen die Praxisrelevanz ihres Studiums aufzeigen. Die obligatorischen Sicherheits- und Maschinenschulungen (z. B. für 3D-Druck oder Lasercutting) erweitern außerdem die praktischen Fähigkeiten der Ingenieurstudierenden. Darüber hinaus bietet der E² natürlich auch die ideale Umgebung für Workshops, wie der zuvor beschriebene „How to become an Entrepreneur“. Damit ergänzt er die Anforderung des Workshops, Ingenieurslehre ganzheitlich voranzutreiben: Praxisnähe und Anwendungsbezug herzustellen, Innovationskraft, Kreativität und soziale Kompetenzen zu fördern und Experimentieren und Tüfteln zu ermöglichen – also die Bestandteile von Entrepreneurship zu vermitteln. So beinhaltet der Experience Engineering Square auch die Entrepreneurship Experience.



Abbildung 5: Umfang und Angebot des Experience Engineering Square (E²)

6 Anknüpfungspotential

Die Frage, wie sich ein Entrepreneurial Spirit bei Ingenieurstudierenden wecken lässt, ist also erst einmal so zu beantworten: auf verschiedenste Arten. Während ein eintägiger Workshop erste Konzepte vermitteln kann und den Prozess von der Ideenfindung bis hin zur Darstellung und dem Verkauf der Idee erleben lässt, schließt ein Makerspace mit der Möglichkeit, Prototypen zu bauen, daran an. Er ist darüber hinaus ein Angebot für die Studierenden, die nur basteln wollen und sich *eigentlich* nicht für Entrepreneurship interessieren. So kommt ein Großteil der Makerspace-Besucher*innen unabhängig von einem vorhergehenden Workshop. Gleichermaßen lernen sie dort iteratives Experimentieren, Kooperation und „einfach mal Machen“.

Insbesondere die Beispiele aus dem Workshop „How to become an Entrepreneur“ zeigen, dass sich schon mit kleinen Übungen und wenig Ressourcen Entrepreneurship-Kompetenzen anregen lassen. Für Ingenieurstudierende stellt sich dabei vor allem der Fokus auf den Menschen und seine Bedarfe als fruchtbar heraus, um das innovative Potential vorhandener technologischer Ideen auszuschöpfen. Dabei sind einfache Methoden wie die Persona-Methode oder Prototyping aus dem Design Thinking leicht und mit großem Effekt umzusetzen. Das positive Feedback der Teilnehmenden des Workshops „How to become an Entrepreneur“ bestätigen, dass sie für die Erfahrungen aus dem Workshop zahlreiche Anknüpfungspunkte in ihrer Lebenswelt sehen. Darüber hinaus stellen systematisches iteratives Vorgehen im Sinne von Prototypenerstellung und -testung Fähigkeiten dar, die in der zunehmend agilen Arbeitswelt hohe Wertschätzung genießen. Entrepreneurship-Kompetenzen erhöhen, wie im Actionplan Entrepreneurship 2020 proklamiert, die Employability [18]. Die Erfolgsgeschichten, die Makerspaces in Deutschland aktuell verzeichnen, verdeutlichen außerdem den Bedarf an niedrigschwelligen Werkstätten, in denen Konzepte erprobt, Prototypen umgesetzt und Ideen getestet werden können. Ihre Einbindung in die Ingenieurlehre kann dabei helfen, Praxisbezug und Industrienähe herzustellen.

Die breite Palette von Kompetenzen, die Entrepreneurship umfasst, ist in der heutigen Welt nicht nur für Selbstständige oder Gründer*innen höchst relevant. Neben sozialen, Kommunikations- und Selbstkompetenzen spielen der Mut und die Fähigkeit, Ideen einfach mal auszuprobieren, aus verschiedenen Perspektiven zu prüfen, einen Rückschlag zu riskieren, daraus zu lernen und sich so zu verbessern, eine wesentliche Rolle. Auch wenn sich ein Makerspace nicht überall realisieren lässt, lassen sich einzelnen Methoden recht einfach in Seminare einbetten und durchführen. Den Entrepreneurial Spirit zu erleben erweitert das Rüstzeug von Ingenieurstudierenden und bereichert sie in ihrer beruflichen Laufbahn und darüber hinaus.

Literatur

- [1] J. Lindner, "Entrepreneurship Education", in *Handbuch Entrepreneurship*, G. Faltn, Eds. Springer Fachmedien, pp. 407–423, 2018.
- [2] D. B. Audretsch, A. R. Thurik, "A Model of the Entrepreneurial Economy", *Working Paper Nr. 1204, Papers on Entrepreneurship, Growth and Public Policy*, Max Planck Gesellschaft, [Online]. Available: <https://www.econstor.eu/handle/10419/19957>.
- [3] Europäische Kommission (2020). *Aktionsplan Unternehmertum 2020. Den Unternehmergeist in Europa neu entfachen (Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen)* [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52012DC0795&from=EN>.
- [4] R. Sternberg, N. Gorynia-Pfeffer, M. Wallisch, A. Baharian, L. Stolz, J. v. Bloh, *Global Entrepreneurship Monitor – Unternehmensgründungen im weltweiten Vergleich*, RKW Rationalisierungs- und Innovationszentrum der deutschen Wirtschaft e. V., 2020.
- [5] S. Trantow, F. Hees, S. Jeschke, „Die Fähigkeit zur Innovation – Einleitung in den Sammelband“, in *Enabling Innovation: Innovationsfähigkeit – Deutsche und internationale Perspektiven*, S. Jeschke, I. Isenhardt, F. Hees, S. Trantow, Eds. Springer, pp. 1–14, 2011.
- [6] acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e. V., *Technikwissenschaften. Erkennen – Gestalten – Verantworten*, Berlin, Heidelberg: Springer, 2013.
- [7] K. Liggieri, „Ingenieurwissenschaften“, in *Technikanthropologie: Handbuch für Wissenschaft und Studium*, M. Heßler und K. Liggieri, Eds. Nomos Verlag, pp. 341–348, 2020.
- [8] P. Kutnick, R. Y.-Y. Chan, C. K. Y. Chan, D. Good, B. P.-Y Lee, V. K. W. Lai, "Aspiring to become an engineer in Hong Kong: Effects of engineering education and demographic background on secondary students' expectation to become an engineer." *European Journal of Engineering Education*, vol. 43(6), pp. 824–841, 2018.
- [9] M. Lackéus (2020). *Entrepreneurship in Education. What, why, when, how. Entrepreneurship 360*, Background Paper, [Online], 03.08.2020. Available: https://www.oecd.org/cfe/leed/BGP_Entrepreneurship-in-Education.pdf.
- [10] L. Pittaway, C. Edwards, "Assessment: Examining practice in entrepreneurship education", *Education + Training*, vol. 54(8/9), pp.778–800, 2012.
- [11] E. Samwel Mwasalwiba, "Entrepreneurship education: A review of its objectives, teaching methods, and impact indicators", *Education + Training*, vol. 52(1), pp. 20–47, 2010.
- [12] M. Bacigalupo, P. Kampylis, Y. Punie, G. van Den Brande (2020). *EntreComp: The Entrepreneurship Competence Framework*, Publication Office of the European Union, [Online]. Available: <https://econpapers.repec.org/paper/iptiptwpa/jrc101581.htm>.
- [13] K. Wilson, "Entrepreneurship Education in Europe", in *Entrepreneurship and Higher Education*, OECD, pp. 119–138, 2008.
- [14] D. B. Twaalfhoven, K. Wilson, "Breeding More Gazelles: The Role of European Universities!", European Foundation for Entrepreneurship Research (EFER), 2004.

- [15] M. Lackéus, K. Williams Middleton, "Venture creation programs: Bridging entrepreneurship education and technology transfer", *Education + Training*, vol. 57(1), pp. 48–73, 2015.
- [16] B. M. Gossel, A. Will (2020). *Entrepreneurship Education Monitor 2018 – Für MINT Studiengänge in Ostdeutschland*, Technische Universität Ilmenau, 2018, [Online]. Available: <https://www4.tu-ilmenau.de/entrepreneurship-education-monitor/>.
- [17] B. M. Gossel, K. Schleicher, A. Solf, M. Krauß, C. Weber, A. Will, „Eine deskriptive Bestandsaufnahme von Entrepreneurship Education in MINT-Studiengängen in sechs Bundesländern“, *Journal of Technical Education (JOTED)*, vol. 6(1), Article 1, 2018.
- [18] Europäische Kommission (2020). *Entrepreneurship education. Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs – European Commission*, [Online]. Available: https://ec.europa.eu/growth/smes/promoting-entrepreneurship/support/education_en.
- [19] S. Gedeon, "What is Entrepreneurship?" *Entrepreneurial Practice Review*, vol. 1(3), pp. 16–35, 2010.
- [20] G. III. Pinchot, *Intrapreneuring: Why You Don't Have to Leave the Corporation to Become an Entrepreneur*, University of Illinois at Urbana-Champaign's Academy for Entrepreneurial Leadership, 1985.
- [21] H. H. Stevenson, J. C. Jarillo, "A Paradigm of Entrepreneurship: Entrepreneurial Management", *Strategic Management Journal*, vol.11 (Special Issue: Corporate Entrepreneurship), pp. 17–27, 1990.
- [22] Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union, *Schlüsselkompetenzen für lebensbegleitendes Lernen*, Amtsblatt der Europäischen Union, pp. 10–18, 2006.
- [23] T. R. Eisenmann, "Entrepreneurship: A Working Definition", *Harvard Business Review*, [Online], 03.08.2020. Available: <https://hbr.org/2013/01/what-is-entrepreneurship>.
- [24] S. Shane, S. Venkataraman, "The Promise of Entrepreneurship as a Field of Research", *The Academy of Management Review*, vol. 25(1), pp. 217–226, 2000.
- [25] I. Grilo, J.-M. Irigoyen, "Entrepreneurship in the EU: To Wish and not to be", *Small Business Economics*, vol. 26(4), pp. 305–318, 2006.
- [26] W. Derboven, G. Winker, A. Wolfram, „Studienabbruch in den Ingenieurwissenschaften“, in *Hochschulinnovation. GenderInitiativen in der Technik.*, C. Gransee, Eds. Hamburg, pp. 215–245, 2006.
- [27] A. Y. Kolb, D. A. Kolb. "The Learning Way. Meta-cognitive Aspects of Experiential Learning", *Simulation & Gaming*, vol. 40(3), pp. 297–327, 2009.
- [28] A. Osterwalder, Y. Pigneur, *Business Model Generation: Ein Handbuch für Visionäre, Spielveränderer und Herausforderer*, Frankfurt, New York: Campus Verlag, 2010.
- [29] K. Lensing, J. Friedhoff, "Designing a curriculum for the Internet-of-Things-Laboratory to foster creativity and a maker mindset within varying target groups", in *Procedia Manufacturing. 8th Conference on Learning Factories (CLF)*, Patras. April 12th-13th 2018, pp. 231–236, 2018.

Zur Bedeutung von Emotionen in der hochschulischen Entrepreneurship Engineering Education¹

ANNA-LENA ROSE, LIUDVIKA LEISYTE, TOBIAS HAERTEL, CLAUDIUS TERKOWSKY

Auf einen Blick:

- ❖ Emotionen sind in sämtlichen Bildungs-, Erziehungs- und Sozialisationsprozessen allgegenwärtig und auch für die Entrepreneurship Education relevant. Basierend auf einem Fallbeispiel zweier universitärer Lehrveranstaltungen stellen wir in diesem Kapitel dar, welche Arten von Emotionen in der Entrepreneurship Education an Hochschulen aufkommen können und in welchen Kontexten sie hervorgerufen werden.
- ❖ Das Konzept der liminalen Räume, die als Übergänge zu neuem Verstehen, neuem Handeln und neuem Denken definiert werden und an verschiedenen Stellen in Lernprozessen auftreten können, kann das Verständnis der Rolle von Emotionen in der Entrepreneurship Education fördern.
- ❖ Lehrende können Studierende maßgeblich unterstützen, indem sie ihnen die Möglichkeit bieten, emotionale Prozesse zu reflektieren und Unsicherheiten und Ängste zu äußern. Um sie dabei zu unterstützen, unternehmerische Fähigkeiten nicht nur theoretisch zu erwerben, sondern auch praktisch anzuwenden, müssen Universitäten in Zukunft mehr Lehr- und Lernaktivitäten in ihren Curricula verankern, in denen Studierende gefordert sind, Risiken einzugehen, querdzudenken und sich nonkonformistisch zu verhalten.

1 Problemstellung

Entrepreneurship gewinnt wirtschafts- und gesellschaftspolitisch zunehmend an Bedeutung. So betont etwa die Europäische Kommission als Exekutive der Europäischen Union [1] den Beitrag von Entrepreneurship zu wirtschaftlichem Wachstum und sozialem Wohlergehen. Hierbei wird zunehmend auch die Rolle von Hochschullehre für Entrepreneurship hervorgehoben. Hochschulen werden dazu angehalten, Elemente der Entrepreneurship Education in ihre Lehrpläne aufzunehmen und somit die über 150 Jahre beschworene Einheit von Forschung und Lehre zu ei-

¹ Dieses Kapitel basiert auf einem Artikel, der in Band 44 Heft 4 (2019) des *European Journal of Engineering Education* erschienen ist, online verfügbar unter: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/03043797.2018.1553937> (16.10.2020).

nem „knowledge triangle“, einem Dreieck des Wissens von Lehre, Forschung und Innovation, zu erweitern [2]. Obwohl Entrepreneurship bislang hauptsächlich an Management- und Business Schools gelehrt wird, kommt ihm auch in der ingenieurwissenschaftlichen Lehre zunehmend Bedeutung zu. So wird ein ingenieurwissenschaftlicher Bildungshintergrund zwar als wichtige Grundlage erfolgreichen Unternehmertums angesehen [3], aber es wird vor allem unternehmerisch tätigen Ingenieuren eine zentrale Rolle in der Stärkung von Wirtschaftssystemen zugeschrieben. Darüber hinaus erhöht Entrepreneurship Education die Attraktivität von Hochschulabsolventen aus natur- und ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen auf dem Arbeitsmarkt [4]. Dennoch ist Entrepreneurship Education bislang nicht zu einem festen Bestandteil der Hochschullehre geworden, denn ihre Implementierung an Universitäten ist meist mit Schwierigkeiten verbunden und gestaltet sich äußerst unterschiedlich [5].

Während vielerorts argumentiert wird, dass unternehmerische Kompetenzen grundsätzlich erlernt werden können [6], beschreiben Haertel, Terkowsky und Ossenberg [7] mit Verweis auf die ingenieurwissenschaftliche Hochschullehre eine Diskrepanz zwischen dem Erwerb unternehmerischen Wissens (Ideengenerierung, Erstellung von Geschäftsmodellen) und dem Erwerb unternehmerischer Kompetenzen (Implementierung von Ideen und Geschäftsmodellen). Die Autoren betonen, dass die Gesellschaften aber auf Personen angewiesen sind, die nicht nur unternehmerisch denken können, sondern auch bereit sein müssen, den Mut zum Handeln und Neues zu kreieren, aufzubringen und zum Erreichen ihrer unternehmerischen Ziele Risiken einzugehen. Wie dieser Mut und der Umgang mit Risiken und Ängsten bei Studierenden gefördert werden kann, konnte bisher jedoch nicht abschließend ermittelt werden.

Um zu verstehen, welche Rolle Emotionen für Studierende der Ingenieurwissenschaften für das Erreichen von mit Entrepreneurship Education verbundenen Lernzielen spielen, greifen wir in diesem Beitrag auf das Konzept der liminalen Räume zurück. Liminale Räume werden als Übergänge zu neuem Verstehen, neuem Handeln und neuem Denken definiert. Liminale Räume können an verschiedenen Stellen in Lernprozessen auftreten. Ihr Durchschreiten wird in der Literatur als hoch emotionaler Prozess beschrieben [8, 9]. Uns interessiert dabei besonders, welche Emotionen Studierende beim Durchschreiten liminaler Räume erleben und welche Rolle diese für das Erreichen von Lernzielen der Entrepreneurship Education spielen. Vor diesem Hintergrund ergeben sich folgende Forschungsfragen:

- ❖ Welche Arten von Emotionen erleben Studierende im Rahmen hochschulischer Entrepreneurship Education?
- ❖ Wo können in der Entrepreneurship Education liminale Räume auftreten?
- ❖ Welche Rolle spielt die Unterstützung durch Lehrende bei der Überwindung liminaler Räume von Studierenden in der Entrepreneurship Education?

2 Theoretischer Hintergrund

Als Entrepreneurship Education werden solche Lehransätze bezeichnet, durch die Studierenden eine Kombination bestimmter Kompetenzen vermittelt wird, die dazu nötig sind, erfolgreich neue Unternehmen zu gründen und zu führen. Unternehmerische Kompetenzen definieren wir als eine Kombination von allgemeinem und spezifischem Wissen, Motivationen, Eigenschaften, Selbstwahrnehmung, sozialen Rollen sowie konkreten Fähigkeiten eines Individuums, die zur Gründung, zum Überleben und zum wirtschaftlichen Wachstum eines neuen Unternehmens beitragen [10, S. 51].

Um die Bedeutung negativer Emotionen in der Entrepreneurship Education zu verdeutlichen, greifen wir auf das Konzept der „liminal spaces“ zurück [9]. Die Begriffe „Liminalität“ oder „Liminaler Raum“ (von lateinisch *limen* = Schwelle) beschreiben Schwellenzustände, in denen Verschiebungen in der Wahrnehmung von Dingen und die Integration neuer Denk- und Handlungsweisen stattfinden [9]. Die räumliche Terminologie wird dabei verwendet, um das Verständnis des Konzeptes Liminalität zu erleichtern. Meyer und Land [9] beschreiben sie als einen Zustand des „Dazwischenseins“ oder der „Grenzüberschreitung“ zwischen Lernerfahrungen vor und nach einer Schwelle („threshold“). Das Durchqueren liminaler Räume wird dabei als ein Prozess beschrieben, der oft Angst und Unwohlsein hervorruft [9], in dem jedoch zugleich das Lernpotential von Studierenden maximiert ist [11]. Während liminale Räume von den Lernenden zumeist als unbequem oder „lästig“ empfunden werden, ermöglichen sie gleichzeitig „neue und bisher unzugängliche Denk- und Handlungsweisen“ [11, S. 200]. Das Gelernte ist dabei in der Regel irreversibel; es ist unwahrscheinlich, dass es wieder vergessen wird – oder es kann nur durch erheblichen Aufwand wieder verlernt werden [8]. Zudem scheint die Durchquerung liminaler Räume nicht nur zur Aneignung von Wissen oder Kompetenzen zu führen, sondern kann darüber hinaus Lernende auch dazu veranlassen, ihre Selbst- und Weltwahrnehmung zu reflektieren und zu verändern [12, 13].

Für die Entrepreneurship Education ist das Konzept der Liminalität besonders geeignet zur Förderung von Kreativität, Risikobereitschaft und für das Aushalten unsicherer Situationen. Bilalic, McLeod und Gobet schreiben beispielsweise: „Good thoughts block better ones“ – Gute Gedanken blockieren bessere [14, S. 652]. Sie behaupten, dass dieses Problem überwunden werden könnte, indem Studierende liminale Lernerfahrungen machen und ihnen dadurch neue Transformationsperspektiven eröffnet werden. Beim Durchqueren liminaler Räume spielen Emotionen eine entscheidende Rolle [12, 15]. So stellt Shulman fest: „without a certain amount of anxiety and risk, there’s a limit to how much learning occurs. One must have something at stake. No emotional investment, no intellectual or formational yield“ [15, S. 18]. Allerdings scheint noch nicht klar, welche Voraussetzungen und Unterstützungsmaßnahmen für das erfolgreiche Durchschreiten liminaler Räume notwendig sind und wie in der Folge negative zu positiven Emotionen umgewandelt werden können [12].

Für ein Verständnis von Emotionen im hochschulischen Kontext bietet Pekrun [16] eine Klassifizierung an, welche die folgenden vier Arten von Emotionen unterscheidet:

- ❖ Leistungsemotionen, die mit dem Erreichen oder Nichterreichen von Leistungen verbundenen sind,
- ❖ epistemische Emotionen, wie z. B. Überraschung, Neugier, Verwirrung oder Frustration, die oft mit der Konfrontation mit neuen Aufgaben und Hindernissen und deren Lösung bzw. Überwindung verbunden sind,
- ❖ themenbezogene Emotionen wie Neugier oder Langeweile, die eng mit dem Interesse Studierender an den in Lehrveranstaltungen behandelten Themen verknüpft sind sowie
- ❖ soziale Emotionen, die mit dem sozialen Lernumfeld zusammenhängen und sich meist in Vertrauen, Sympathie, Mitgefühl, Bewunderung, aber auch Geringschätzung, Neid, Wut oder sozialen Ängsten äußern.

Besonders letztere werden als wichtige Komponente in der Interaktion unter Studierenden sowie zwischen Studierenden und Lehrenden angesehen [16]. Laut Arpiainen et al. [17] können die oben genannten Emotionen durch verschiedene Lehr-/Lernsettings ausgelöst werden. Die Autoren zählen hierzu:

1. neue Lernumgebungen, die Unsicherheit und Verwirrung, Konflikte zwischen praktischen und theoretischen Elementen der Hochschullehre und Zusammenstöße der universitären Welt mit der „Außenwelt“ hervorrufen können,
2. Zusammenarbeit, beispielsweise in Gruppenarbeiten, die oft durch Zeitdruck und Konflikte aufgrund von Unterschieden zwischen Lernenden in einer Gruppe charakterisiert sind,
3. das Lösen neuer Aufgaben, für die Lernende Wissens- und Qualifikationslücken überbrücken, mit der Außenwelt interagieren oder Führungspositionen einnehmen und Verantwortung übernehmen müssen.

3 Methoden

Die in diesem Beitrag diskutierten Erkenntnisse beruhen auf Daten, die im Rahmen zweier Lehrveranstaltungen (eine im Wintersemester, eine im Sommersemester) zum Thema Entrepreneurship erhoben wurden, die für Masterstudierende der Ingenieurwissenschaften und der Betriebswirtschaftslehre an der Technischen Universität Dortmund durchgeführt wurden. Die beiden Veranstaltungen weisen eine hohe Ähnlichkeit in Bezug auf Ziele und Inhalte auf. Sie bestehen jeweils aus zwei Teilen:

- ❖ einem Seminar zur Förderung des theoretischen Verständnisses von Entrepreneurship,
- ❖ einer Übung, die auf praktischen Elementen wie der Entwicklung und Präsentation von Geschäftsideen basiert.

Somit beinhalten die Veranstaltungen sowohl theoretische als auch auf Erfahrungslernen basierende praktische Ansätze zur Förderung von Entrepreneurship-Kompetenzen.

Beide Lehrveranstaltungen sind Wahlpflichtveranstaltungen mit einem Umfang von vier Semesterwochenstunden bzw. 7,5 ECTS und finden abwechselnd im Winter- bzw. Sommersemester statt. Lehrveranstaltung eins wurde in den Sommersemestern 2015 und 2016 beobachtet, Lehrveranstaltung zwei in den Wintersemestern 2015/16 und 2016/17. Somit wurden über einen Zeitraum von insgesamt vier Semestern Daten erhoben. Im Erhebungszeitraum nahmen insgesamt 41 Studierende aus verschiedenen Studienprogrammen (Maschinenbau, Logistik und Wirtschaftswissenschaften) und aus unterschiedlichen Herkunftsländern (Deutschland, China, Polen, Georgien, Russland, Ukraine, Kamerun) an den Lehrveranstaltungen teil.

Die analysierten Daten liegen in Form von schriftlichen Reflexionen der Studierenden und Beobachtungsprotokollen der Lehrenden vor. Es wurde eine qualitative Inhaltsanalyse durchgeführt, die in einem ersten Schritt quasi-deduktiv auf Pekrums (2009) Klassifizierung von Emotionen (Leistungsemotionen, epistemische Emotionen, themenbezogene Emotionen und soziale Emotionen) basierte. In einem folgenden Schritt wurde die Analyse erweitert, um im Datenmaterial induktiv von bisherigen Studien nicht identifizierte Emotionen und Quellen von Emotionen zu identifizieren und relevante situative Informationen zu erfassen.

4 Ergebnisse

4.1 Beschreibung der Lehrveranstaltungen

Die zwei untersuchten Lehrveranstaltungen bestanden jeweils aus einem Seminar und einer Übung in Blockform. Ziele der Seminare waren das Ergründen, Verstehen und die kritische Reflexion von Schlüsselkonzepten und aktuellen Entwicklungen in der Forschung zum Thema Entrepreneurship. Zu diesem Zweck bestanden die Seminare zunächst aus einer Einführungsveranstaltung mit einem Vortrag der Lehrenden. Daran schlossen sich mehrere Seminarsitzungen an, in denen Lehrende und Studierende gemeinsam die in vorab zu lesender Forschungsliteratur präsentierten Konzepte und Entwicklungen diskutierten. In einer zweiten Phase der Lehrveranstaltung wurden Studierende in Zweiertteams eingeteilt, in denen sie ein eigenes kleines Forschungsprojekt zu einem vorgegebenen Thema durchführen mussten. Das Seminar wurde mit einer Präsentation der Ergebnisse dieser Forschungsprojekte, einer Abschlusssitzung, in der gemeinsam Inhalte, Format, Organisation und Lernprozesse reflektiert wurden sowie der Abgabe von auf den Forschungsprojekten basierenden, jedoch in Einzelarbeit zu verfassenden Seminararbeiten abgeschlossen.

Die Seminare wurden von je einer zweitägigen Übung begleitet, die in der Mitte des Semesters stattfand. Ziele der Übungen waren

- das Anwenden und die Reflexion von Kreativitätsübungen,
- der Erwerb von Wissen über und die Anwendung von Techniken zur Erstellung von Geschäftsmodellen, sowie, langfristig gesehen,
- eine erhöhte Risikobereitschaft zur Unterstützung des oben bereits genannten „courage to create.“

Um das Erreichen dieser Ziele zu fördern, erarbeiteten sich die Studierenden zunächst die notwendigen Grundlagen zum Thema Kreativität. In der weiteren Folge wurde ihnen durch gezielte Übungen ermöglicht, Kreativitätstechniken anzuwenden und zu reflektieren. Anschließend wurden sie gebeten, in Kleingruppen eine eigene Geschäftsidee zu entwickeln und diese dem Rest der Lerngruppe, den Lehrenden sowie externen Teilnehmer*innen, die als potentielle Investor*innen auftraten, vorzustellen. Während der Übung wurden die Studierenden regelmäßig gebeten, eine Selbsteinschätzung ihrer Kreativität abzugeben und die angewandten Kreativitätstechniken und die während der Bearbeitung verschiedener Aufgaben auftretenden Emotionen zu reflektieren. Basierend hierauf mussten sie nach Ablauf der Übung zudem ein zweiseitiges Reflexionspapier einreichen.

Nach Lackéus [18] sollte sich die Bewertung von Studierenden im Rahmen der Entrepreneurship Education nicht auf das Erreichen von Lernzielen im Sinne des Erwerbs unternehmerischer Kompetenzen richten, da diese nur schwer messbar sind. Stattdessen sollten die im Rahmen der Lehrveranstaltung stattfindenden Interaktionen und Aktivitäten bewertet werden. In diesem Sinne wurden die Studierenden der untersuchten Lehrveranstaltungen nicht für die Quantität oder Qualität der von ihnen entwickelten Geschäftsideen bewertet, sondern für ihre Bereitschaft, sich aktiv an der Übung zu beteiligen. Dieses Bewertungskriterium wurde ihnen zu Beginn der Veranstaltung transparent kommuniziert.

4.2 Emotionen und liminale Räume in der hochschulischen Entrepreneurship Education

Liminale Räume ergeben sich dort, wo Studierende Transformation erfahren. Im Rahmen unserer Lehrveranstaltungen ergaben sie sich vor allem im Spannungsfeld der Studierenden in ihren Rollen als a) Lernende und unternehmerisch Handelnde sowie b) Lernende und Forschende. Als weitere Quellen von Emotionen konnten wir die Zusammenarbeit in Teams, Zeitdruck, Konflikte aufgrund persönlicher Unterschiede zwischen Lernenden sowie die Konfrontation mit neuen Inhalten und Methoden ausmachen.

Im Folgenden werden vier Beispiele für Situationen im Rahmen unserer Lehrveranstaltungen, durch welche sich für Studierende liminale Räume auftraten, exemplarisch beleuchtet und ihre emotionalen Erfahrungen bei der Bewältigung dieser Situationen näher beschrieben. Bei diesen Situationen handelt es sich um

1. Zusammenarbeit für Forschungsprojekte im Rahmen des Seminars,
2. Präsentation von Forschungsergebnissen und Moderation ihrer Diskussion im Rahmen des Seminars,
3. Das Vorstellen von Geschäftsideen im Rahmen der Übung sowie
4. die „Tue-etwas-Ungewöhnliches“-Aufgabe im Rahmen der Übung.

4.2.1 Zusammenarbeit für Forschungsprojekte im Rahmen des Seminars

Im Rahmen der Seminare mussten Studierende in Zweierteams kleine Forschungsprojekte durchführen. Hierfür wurden jeweils zu Semesterbeginn Teams gebildet, die meist in Bezug auf Studienfach, Geschlecht und Nationalität heterogen waren. Insgesamt gab es 20 Teams, darunter 5 homogene und 15 heterogene Teams. Um die vorgegebenen Forschungsfragen beantworten zu können, mussten Studierende Daten von Start-ups oder anderen Unternehmen oder Organisationen im regionalen Umfeld der Universität erheben bzw. diese zusammentragen und wurden ausdrücklich dazu ermutigt, Primärdaten zu erheben, wozu sie ihr gewohntes universitäres Umfeld verlassen mussten.

Im Kontext der Teamarbeit konnten wir sowohl soziale als auch Leistungsemotionen beobachten. Zu den sozialen Emotionen zählten vor allem Vertrauen in die Kommiliton*innen sowie ein diesbezüglicher Mangel. Unsere Beobachtungsdaten ergaben, dass vor allem Studierende in homogenen Teams – insbesondere, wenn sie denselben disziplinären Hintergrund hatten und derselben Nationalität angehörten – weniger Schwierigkeiten hatten, eine Zusammenarbeit zu etablieren und einen Konsens bei der Bearbeitung ihrer Forschungsfragen zu erzielen. Während der vier Semester nahmen nur vier Studierende einen individuellen Sprechstundentermin bei den Lehrenden ohne ihre Teampartner*innen wahr und beklagten, dass Kommunikationsschwierigkeiten und das Nichteinhalten von Abgabefristen im Laufe des jeweiligen Semesters zu mangelnden Vertrauen in ihre Partner geführt hätten. Alle diese Teams waren sowohl in Bezug auf Gender als auch Nationalität divers.

Leistungsemotionen konnten in Bezug auf das Erreichen von Leistungen beobachtet werden und traten üblicherweise am Ende des Semesters auf, wenn Studierende ihre Forschungsfragen erfolgreich beantworten konnten und ihnen somit das Ergebnis ihrer Zusammenarbeit vor Augen geführt wurde.

4.2.2 Vorstellen der Forschungsprojekte und Moderation einer Diskussion der Ergebnisse

Noch vor dem Einreichen der Seminararbeiten mussten die Studierenden ihre Forschungsergebnisse in den Teams, in denen sie erarbeitet worden waren, vorstellen und eine daran anschließende Diskussion moderieren. In zweien der Semester mussten sie dabei dem klassischen Aufbau einer Forschungsarbeit folgen und zunächst einen Literaturüberblick geben, um anschließend eigene Ergebnisse vorzustellen. In den verbleibenden zwei Semestern mussten die Studierenden stattdessen die von ihnen während der Übung entwickelte Geschäftsidee vorstellen und reflektieren, inwieweit die im Rahmen ihrer Forschungsprojekte generierten Ergebnisse

für deren Umsetzung genutzt werden könnten. Am Ende aller Vorträge mussten die Studierenden mindestens drei Diskussionsfragen stellen und eine Diskussion mit ihren Kommiliton*innen moderieren.

In diesem Kontext konnten epistemische Emotionen, Leistungsemotionen sowie soziale Emotionen beobachtet werden.

Epistemische Emotionen äußerten sich darin, dass Studierende zunächst sehr verwirrt waren von der Aufgabe, wissenschaftliche Literatur, eigene Forschungsergebnisse und die entwickelten Geschäftsideen sinnvoll miteinander verknüpfen zu müssen. Die Relevanz ihrer Forschungsergebnisse für die Umsetzung ihrer Geschäftsidee herauszustellen bedeutete für sie eine weitestgehend unbekannte Aufgabe, die vom üblichen Aufbau von Forschungsarbeiten abwich.

Leistungsemotionen äußerten sich in Form von Unsicherheit und Ängsten bezüglich der Bewertung und Benotung der Vorträge und insbesondere der Moderation der Diskussion durch Mitstudierende und Lehrende. Im Verlauf der Semester nahm die Hälfte der Teams eine Sprechstunde bei den Lehrenden wahr, um vorab Fragen bezüglich der Erwartungen an die Vorträge zu stellen und Rückmeldungen über die geplante Struktur und Verteilung von Aufgaben während der Vorträge einzuholen. Doch auch positive Leistungsemotionen konnten beobachtet werden: In den Abschlussitzungen äußerten Studierende in den meisten Fällen Zufriedenheit mit dem Vortrag der Forschungsprojekte als Lehr- und Lernformat und mit der gemeisterten Herausforderung der Moderation einer Diskussion.

Wenig überraschend war das Auftreten sozialer Ängste, die durch das freie Vortragen vor und die Interaktion während der fachlichen Diskussion mit anderen Studierenden hervorgerufen wurden. Soziale Ängste konnten vor allem dann beobachtet werden, wenn Diskussionsfragen von Mitstudierenden nicht sofort verstanden wurden und die Vortragenden gezwungen waren, Kernbegriffe näher zu erläutern. Vor allem ausländische Studierende zeigten Anzeichen solcher sozialen Ängste.

Unsere Beobachtungen ergaben zudem, dass trotz guter englischer Sprachkenntnisse aller Studierender die Aufgabe der Moderation in heterogenen Teams oft den deutschen Studierenden oblag.

4.2.3 Vorstellen von Geschäftsideen

In der Übung konnten Studierende verschiedene Kreativitätstechniken anwenden, um eine Geschäftsidee und ein konkreteres Geschäftsmodell zu entwickeln und es schließlich vor einem Publikum zu präsentieren. Hierfür wurde in zwei Semestern ein Format gewählt, das auf den Fernsehsendungen „Die Höhle der Löwen“ (auf English „Lions' Den“ bzw. „Shark Tank“) basiert. Die Studierenden mussten in einer Simulation von ihnen entwickelte Verkaufspräsentationen vor Mitstudierenden, Lehrenden und weiteren, ihnen bislang unbekannt Personen halten, welche die Rolle potentieller Investor*innen einnahmen. Bei dieser Methode nahmen sie abwechselnd verschiedene Rollen ein – einerseits mussten sie ihre eigenen Geschäftsideen in der Rolle von Unternehmer*innen vorstellen und verteidigen, andererseits muss-

ten sie die Präsentationen anderer beurteilen und Entscheidungen aus Sicht von Investor*innen treffen.

Während der Präsentationen traten negative und positive Leistungsemotionen sowie soziale Emotionen auf. Die Präsentation und Simulation eines Verkaufes von Anteilen für ihre Unternehmung stellten für die Studierenden einen wichtigen Schritt weg vom kreativen Erarbeiten einer Idee hin zu ihrer Implementation dar. Da die Reaktionen der Investor*innen nicht vorhersehbar waren und das „Überleben“ ihrer Geschäftsidee somit gefährdet war, mussten die Studierenden in vollkommen offenen Räumen navigieren. Leistungsemotionen konnten hierbei sowohl im positiven Sinne – z. B. Stolz, wenn sie positive Rückmeldungen erhielten – als auch im negativen Sinne – Enttäuschung über weniger positive Rückmeldungen und manchmal auch Angst, zu scheitern – beobachtet werden. Während der Präsentationen wurde die starke Leistungsorientierung der Studierenden auch dadurch ersichtlich, dass sie immer dann reagierten, wenn die Professorin, die letztendlich über die Modulnote entschied, ihr Verhalten änderte oder Anzeichen von Stress äußerte. Soziale Emotionen in der Form sozialer Ängste traten bei den Präsentationen nur bei einer kleineren Anzahl von Studierenden auf, meist solchen mit weniger guten Sprachkenntnissen.

4.2.4 Die „Tue-etwas-Ungewöhnliches“-Aufgabe

Die „Tue-etwas-Ungewöhnliches“-Aufgabe, die Studierenden im Rahmen der Übung gestellt wurde, ist auch unter der Bezeichnung „breaching experiments“ bekannt. Diese sind unter anderem durch die Krisenexperimente von Harold Garfinkel bekannt geworden, der die Auffassung vertrat, dass implizite soziale Normen erst durch Abweichung von ihnen explizit sichtbar gemacht werden können [19].

Laut Seifermann und Buhl [20] lernen Kinder bereits im Alter von dreieinhalb bis vier Jahren, ihr Sozialverhalten an Erwartungen sozialer Akzeptanz von anderen anzupassen. Wie in diesem Beitrag bereits diskutiert, erfordert Kreativität jedoch die Fähigkeit, sich auch in nicht regulierte, offene Systeme zu begeben, demzufolge Unsicherheiten und Ängste auszuhalten und von sozial erwünschtem Verhalten abzuweichen. Im Rahmen der „Tue-etwas-Ungewöhnliches“-Aufgabe wurden Studierende daher gebeten, im Zeitraum zwischen dem Ende des ersten und vor Beginn des zweiten Tages der Übung etwas zu tun, was sie normalerweise nicht tun würden. Die Übung wurde nicht im Sinne einer Mutprobe gestellt, sondern als Einladung dazu, soziale Schranken zu durchbrechen und die eigene Komfortzone zu verlassen, indem sie absichtsvoll gegen soziale Normen verstoßen und mit Routinen, Traditionen und ungeschriebenen Regeln sozialer Interaktion brechen sollten.

Da Normverletzungen von Studierenden sehr subjektiv wahrgenommen werden und eine Vorgabe von Aufgaben leicht zu einer Unter- bzw. Überforderung einzelner führen kann [21], wurden die Studierenden gebeten, eine ihrer eigenen Normen entsprechende, individuelle Lösung zu finden. Im Rahmen der gestellten Aufgabe fanden sie verschiedenste Lösungen. Hierzu zählten zum Beispiel, Gespräche mit völlig unbekanntem Kassierer*innen in Supermärkten zu führen, den Nach-

hauseweg barfuß anzutreten, zufällige Telefonnummern zu wählen und Gespräche mit den Unbekannten am anderen Ende der Leitung zu führen, im Schlafanzug einkaufen zu gehen, rückwärts durch die Mensa zu laufen, oder den Imbissbesitzer darum zu bitten, das bereits zum Mitnehmen fertiggestellte Essen unbezahlt mitnehmen zu dürfen.

Die „Tue-etwas-Ungewöhnliches“-Aufgabe brachte bei den Studierenden eine Vielzahl an Emotionen hervor, die sowohl als epistemische Emotionen, soziale Emotionen als auch Leistungsemotionen klassifiziert werden können und deren Auftreten bei beinahe allen Studierenden in allen vier Semestern dem für das Durchschreiten liminaler Räume typischen Verlauf folgte. Zu Anfang, also unmittelbar nach der Aufgabenstellung, reagierten die Studierenden einerseits mit Unsicherheit, andererseits jedoch auch mit Neugier – beides epistemische Emotionen. In der Vorbereitung und vor allem kurz vor Beginn der Durchführung ihrer Aufgabe spürten sie Unsicherheit und Ängste bezüglich der Reaktionen ihres sozialen Umfeldes auf ihr Handeln, also eine typische soziale Emotion. Die Studierenden berichteten, dass sie während der Durchführung der Aufgabe meist so fokussiert auf diese waren, dass sie die zunächst vorhandenen Ängste ausblenden konnten. Nachdem sie die Aufgabe abgeschlossen hatten, setzte Entspannung ein, und bis auf vereinzelte Ausnahmen berichteten Studierende von Emotionen wie Erleichterung, aber auch Stolz – Reaktionen, die als epistemische, aber auch als Leistungsemotionen eingestuft werden können. Die gestellte Aufgabe führte nicht nur dazu, dass Studierende ihr eigenes Verhalten und ihre emotionalen Reaktionen detailliert beobachteten und in der Lage waren, über sie zu berichten, sondern dass sie auch die Reaktionen anderer und die soziale Akzeptanz ihres Verhaltens kritisch reflektierten. Während der gemeinsamen Reflexion der Aufgabe äußerte ungefähr die Hälfte der Studierenden die Bereitwilligkeit, die Aufgabe zukünftig selbstständig zu wiederholen, um zu lernen, gezielt Risiken in Kauf zu nehmen und sich der Rolle sozialer Normen und der Bedeutung von Verstößen gegen diese deutlicher bewusst zu werden.

5 Diskussion und Handlungsempfehlungen

Die vorliegende Studie zeigt, dass im Kontext der hochschulischen Entrepreneurship Education die folgenden Emotionen bei Studierenden auftreten:

1. Leistungsemotionen, beispielsweise Unsicherheit, wenn – insbesondere im Rahmen der Übung – keine klaren Erwartungen und Vorgaben von den Lehrenden formuliert wurden, Freude und Stolz, wenn Aufgaben erfolgreich absolviert werden konnten – wie z. B. nach Abschluss der „Tue-etwas-Ungewöhnliches“-Aufgabe, – aber auch Frustration, wenn Leistungen nicht wie erwartet erreicht werden konnten – beispielsweise, wenn „Investor*innen“ Kritik an den vorgestellten Geschäftsideen äußerten.

2. Epistemische Emotionen, vor allem Überraschung, Neugier, Verwirrung und Unsicherheit, wenn Studierende mit neuen oder ungewohnten Aufgaben konfrontiert wurden wie der Moderation von fachlichen Diskussionen im Anschluss an die Präsentation ihrer Forschungsprojekte, der Verkaufspräsentation ihrer Geschäftsideen oder der „Tue-etwas-Ungewöhnliches“ Aufgabe.
3. Soziale Emotionen, vor allem soziale Ängste, aber auch Vertrauen, das vor allem für die Gruppenarbeit im Rahmen der Forschungsprojekte, aber auch für das gemeinsame Entwickeln von Geschäftsideen notwendig war. Hierbei konnte beobachtet werden, dass es in Bezug auf Nationalität, Studiengang oder Geschlecht heterogenen Gruppen schwieriger fiel, Vertrauen zu entwickeln als homogenen Gruppen.

Pekruns [16] Klassifizierung sieht mit themenbezogenen Emotionen, die eng mit dem Interesse Studierender an den in Lehrveranstaltungen behandelten Themen verknüpft sind, einen weiteren Typ von Emotionen vor. Obwohl themenbezogene Emotionen in den oben exemplarisch behandelten Situationen nicht im Vordergrund standen, war auffallend, dass Studierende sich besonders aktiv an Diskussionen beteiligten, wenn sie eigene Erfahrungen teilen konnten. Somit konnten die Ergebnisse der älteren Literatur zu den Arten emotionaler Reaktionen Studierender im hochschulischen Kontext bekräftigt und darüber hinaus auch für die Entrepreneurship Education bestätigt werden. Drei weitere für studentische Lernprozesse typische Emotionen, nämlich Ärger, Trauer und Abscheu [22], konnten im Kontext unserer Studie nicht beobachtet werden, was ihr Auftreten jedoch nicht widerlegt, sondern darauf zurückgeführt werden könnte, dass Studierende diese Emotionen in ihren Reflektionen nicht erwähnten und aufgrund antizipierter sozialer Erwünschtheit vor den Lehrenden verborgen hielten. Zukünftige Studien sollen ein spezifischeres Augenmerk auf das Auftreten dieser Emotionen in der hochschulischen Entrepreneurship Education legen.

Die in dieser Studie identifizierten Quellen emotionaler Reaktionen stimmen mit den Ergebnissen der Studie von Arpiainen et al. [17] überein, die besagen, dass Emotionen in der Entrepreneurship Education durch die Konfrontation mit neuen Lernumgebungen, durch Zusammenarbeit oder durch neuartige Aufgaben, zur deren Bewältigung Wissens- und/oder Fähigkeitslücken überwunden werden müssen, hervorgerufen werden können.

Hinweise auf die Existenz liminaler Räume bestehen in allen vier exemplarisch betrachteten Situationen aus Seminar und Übung. Negative Emotionen wie Unsicherheit und Angst wurden durch verschiedene Situationen hervorgerufen, darunter die Zusammenarbeit im Rahmen der Forschungsprojekte, das Vorstellen der Forschungsprojekte sowie die Moderation von fachlichen Diskussionen mit Mitstudierenden. Durch die Konfrontation mit neuen Situationen und Aufgaben – etwa Zusammenarbeit in Teams – waren die Studierenden großer Unsicherheit ausgesetzt. Sobald erste Schwierigkeiten überwunden waren, Erwartungen geklärt wurden und Vertrauen aufgebaut werden konnte, begannen diese Emotionen in positive

Emotionen umzuschlagen. In den Reflektionen am Ende des Semesters berichteten die Studierenden von Freude und Stolz auf ihre Leistungen. Ähnliche Beobachtungen konnten auch für die Verkaufspräsentationen der Geschäftsideen in der Übung gemacht werden, die für die meisten Studierenden eine völlig neue Aufgabe mit besonders großer Unsicherheit darstellte. Ein für das Durchschreiten liminaler Räume besonders typischer Verlauf konnte in Bezug auf die „Tue-etwas-Ungewöhnliches“-Aufgabe beobachtet werden. Während Studierende zu Beginn mit Überraschung und Unsicherheit und dann mit Angst reagierten, berichteten im Anschluss an die Aufgabe beinahe alle vom Auftreten positiver Emotionen wie Freude und Stolz und äußerten zudem die Bereitschaft, diese Aufgabe zukünftig selbstständig zu wiederholen, um zu lernen, gezielt Risiken in Kauf zu nehmen und sich der Rolle von sozialen Normen auf ihr Verhalten sowie der Konsequenzen von Verstößen gegen diese bewusster zu werden.

Einerseits legen die Ergebnisse dieser Studie nahe, dass liminale Räume in der hochschulischen Entrepreneurship Education allgegenwärtig sind und für das Erreichen von Lernzielen förderlich. Andererseits, so Felten [8, S. 5], basieren Lehrpläne an Universitäten oft auf der Annahme, es gäbe eine richtige Antwort, statt Fragen zu stellen und Unsicherheiten und Unklarheiten zu erkunden. Studierende leben mit dem ständigen Unbehagen, diese „richtige Antwort“ nicht geben zu können und somit die Erwartungen der Lehrenden und Mitstudierenden nicht zu erfüllen. Daher stellen sie ihre eigenen Ansichten und Ideen zurück, um gute Noten zu erhalten [8, 11]. Aus demselben Grund sind sie oft nicht bereit, sich Unsicherheiten auszusetzen, in liminale Räume einzudringen und diese anschließend zu durchschreiten. So fragt Felten [8, S. 5]: „Warum Liminalität riskieren, wenn der gewisse Weg persönlich und wissenschaftlich sicherer erscheint?“ Insbesondere in den Übungen im Rahmen der hier vorgestellten Lehrveranstaltungen haben wir viel Zeit darauf verwandt, die Bereitschaft der Studierenden, Risiken einzugehen und visionäre Ideen zu entwickeln, zu erhöhen – z. B. durch die Verkaufspräsentation im Stil von „Die Höhle der Löwen“. Trotzdem konnte – unabhängig von Studiengang, Nationalität oder Geschlecht – eine Tendenz der Studierenden beobachtet werden, radikale Geschäftsideen auszusortieren und eher „sichere“ Ideen vorzustellen.

Wie also kann sichergestellt werden, dass Studierende im Kontext der hochschulischen Entrepreneurship Education liminale Räume betreten und den mit ihrem Durchschreiten verbundenen Transformationsprozess erfolgreich bewältigen? Während ein gewisses Maß an Unsicherheit, Risikobereitschaft, und Angst entscheidend zum Durchschreiten liminaler Räume und dem Erreichen von Lernzielen der Entrepreneurship Education beiträgt, kann ein Übermaß an negativen Emotionen Studierende am Lernen hindern [12, 23]. Neben einer Vielzahl an Möglichkeiten, liminale Räume zu eröffnen, zeigen unsere Ergebnisse, dass Lehrende Studierende maßgeblich unterstützen können, indem sie ihnen die Möglichkeit bieten, emotionale Prozesse zu reflektieren und Unsicherheiten und Ängste zu äußern. Dies kann im Dialog unter Studierenden, aber auch durch regelmäßigen Austausch zwischen Studierenden und Lehrenden geschehen. Im Rahmen unserer Übung haben wir

zudem versucht, negative Leistungsempfindungen zu reduzieren, indem wir nicht die Qualität oder Quantität der entwickelten Geschäftsideen als klassische Lernprodukte, sondern die Bereitschaft zur aktiven Beteiligung und Auseinandersetzung mit den gestellten Aufgaben als Bewertungskriterium heranzogen und dies im Vorfeld auch an die Studierenden kommunizierten. Allerdings erwies sich dieser Versuch nur teilweise als erfolgreich, da die Studierenden in bestimmten Situationen, wie etwa beim Betreten des Raumes durch die Professorin, schnell in leistungsorientierte Verhaltens- und emotionale Muster zurückfielen. Des Weiteren lässt die Organisation der Hochschullehre eine solche Flexibilität in Bezug auf die Bewertung studentischer Leistungen nicht immer zu. Lehrende sind an Modulhandbücher und Prüfungsordnungen gebunden, und eine Bewertung von studentischen Leistungen ist in vielen Fällen unerlässlich. Trotzdem weisen die Ergebnisse dieser Studie darauf hin, dass Lehrende das Selbstvertrauen Studierender steigern können und sie beim Durchschreiten liminaler Räume unterstützen können, indem ihnen regelmäßig die Möglichkeit gegeben wird, Unsicherheiten und Ängste zu äußern, zu reflektieren und Fragen zu stellen.

Unsere Studie bestätigt die Annahme, dass das durch eine (hoch-)schulische Sozialisation geförderte leistungsbezogene Verhalten von Studierenden ihre Bereitschaft, Risiken einzugehen, sich in unsichere Situationen zu begeben und nichtkonformistisch und kreativ zu handeln, mindert und somit ein Hindernis für eine erfolgreiche Entrepreneurship Education und unternehmerisches Handeln insgesamt darstellt. Wie wir bereits in einem früheren Beitrag folgerten:

„If universities in particular and maybe societies and their educational systems in general do not foster nonconformity, risk-taking and endurance of uncertainty, but still stick to the conformity pressure and social control of the hidden curriculum, students may not show it on demands (...) even in playful simulations.“ [24]

Um Studierende dabei zu unterstützen, unternehmerisches Wissen und unternehmerische Fähigkeiten nicht nur theoretisch zu erwerben, sondern sie auch darauf vorzubereiten, diese praktisch anzuwenden, müssen Universitäten also in Zukunft mehr Lehr- und Lernaktivitäten in ihren Curricula verankern, in denen Studierende gefordert sind, Risiken einzugehen, querzudenken und sich nonkonformistisch zu verhalten.

Literatur

- [1] European Commission, *The digital economy and society index (DESI)*. [Online]. Available: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/desi>.
- [2] Council of the European Union, „Conclusions of the Council and of the Representatives of the Governments of the Member States on Developing the Role of Education in a Fully-Functioning Knowledge Triangle.“ (2009/C 302/03), *Official Journal of the European Union*, Luxembourg, 2009.

- [3] S. Mäkimurto-Koivumaa, P. Belt, „About, for, in or through Entrepreneurship in Engineering Education“, *European Journal of Engineering Education*, Jg. 41, Nr. 5, pp. 512–529, 2016.
- [4] S. O' Leary, „Impact of Entrepreneurship Teaching in Higher Education on the Employability of Scientists and Engineers“, *Industry and Higher Education*, Jg. 26, Nr. 6, pp. 431–442, 2012, doi: 10.5367/ihe.2012.0128.
- [5] D. May et al., „Entrepreneurship and Gender in Higher Engineering Education in Germany“. Orléans, France, 29 June - 2 July 2015.
- [6] C. Henry, F. Hill, C. Leitch, *Entrepreneurship education and training*. Ashgate: Aldershot, 2003.
- [7] T. Haertel, C. Terkowsky, P. Ossenberg, „Kreativität in der in der Hochschullehre: „Tue etwas Ungewöhnliches!“ in *Was ist „Gute Lehre?*, M. Heiner et al., Eds. Bielefeld: Bertelsmann, pp. 73–92, 2016.
- [8] P. Felten, „On the Treshold with Students“ in *Threshold Concepts in Practice*, R. Land, J. H. Meyer, M. T. Flanagan, Eds. Springer, pp. 3–9, 2016.
- [9] J. H. Meyer, R. Land, „Threshold Concepts and Troublesome Knowledge (2): Epistemological Considerations and a Conceptual Framework for Teaching and Learning“, *Higher Education*, Jg. 49, Nr. 3, pp. 373–388, 2005.
- [10] B. Bird, „Towards a theory of entrepreneurship competency“, *Advances in Entrepreneurship, Firm Emergence, and Growth*, Jg. 2, pp. 51–72, 1995.
- [11] R. Land, J. H. Meyer, M. T. Flanagan, Eds., *Threshold Concepts in Practice*. Springer, 2016.
- [12] J. Rattray, „Affective Dimensions of Liminality“ in *Threshold Concepts in Practice*, R. Land, J. H. Meyer, M. T. Flanagan, Eds. Springer, pp. 67–76, 2016.
- [13] D. Shinnars-Kennedy, „How NOT to Identify Treshold Concepts“, *Threshold Concepts in Practice*, R. Land, J. H. Meyer, M. T. Flanagan, Eds. Springer, 2016, pp. 253–268.
- [14] M. Bilalic, P. McLeod, F. Gobet, „Why good thoughts block better ones: The mechanism of the pernicious Einstellung effect“, *Cognition*, Jg. 108, pp. 652–661.
- [15] L. S. Shulman, „Pedagogies of Uncertainty“, *Liberal Education*, Jg. 91, Nr. 2, pp. 18–25, 2005.
- [16] R. Pekrun, *Emotions and Learning*. Brussels: International Academy of Education, 2009.
- [17] R.-L. Arpiainen, M. Täks, T. Paivi, M. Lackéus, „The sources and dynamics of emotions in entrepreneurship education learning process“, *Trames*, Jg. 17, Nr. 4, pp. 331–346, 2013. [Online]. Available: <https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=152446>.
- [18] M. Lackéus, *Entrepreneurship in Education: What, Why, When, How*. Entrepreneurship360 Background paper, European Commission/ OECD, Brussels, Belgium/ Paris, France, 2015.
- [19] E. Goffman, *Behavior in Public Places*. New York: The Free Press, 1963.
- [20] E. Seifermann, H. M. Buhl, „Soziale Kognitionen, Sozialverhalten und Akzeptanz durch Gleichaltrige bei Kindern im Vorschulalter“, *Diskurs Kindheits- und Jugendforschung*, Jg. 3, pp. 321–332, 2012.

-
- [21] T. Haertel, C. Terkowsky, „Creativity versus Adaption to Norms and Rules: A Paradox in Higher Engineering Education“, *International Journal of Creativity & Problem Solving*, Jg. 26, Nr. 2, pp. 105–119, 2016.
- [22] C. Hinton, K. Miyamoto, B. Della Chiesa, „Brain Research, Learning and Emotions: implications for education research, policy and practice“, *European Journal of Education*, Jg. 43, Nr. 1, pp. 87–103, 2008. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1111/j.1465-3435.2007.00336.x>
- [23] OECD, „Understanding the Brain: The Birth of Learning Science“, OECD, Paris, 2007.
- [24] C. Terkowsky, T. Haertel, A.-L. Rose, L. Leišytė, D. May, „Swimming with sharks without being eaten: How engineering students can learn creativity, entrepreneurial thinking and innovation“, in *Innovation, entrepreneurship and management series, Training engineers for innovation*, D. Lemaitre, Eds., London: ISTE, pp. 147–1766, 2018.

Projektseminar interdisziplinäre Produktentwicklung im Team

MAGDALENA JOHN, DIANA KEDDI, ANDREAS KILZER, KATHARINA ZILLES

Auf einen Blick:

- Ansätze von Entrepreneurship Education in die ingenieurwissenschaftliche Ausbildung zu integrieren ist eine aktuelle Herausforderung bei der Gestaltung von Lehrformaten.
- Vor diesem Hintergrund wird ein entrepreneurship-orientiertes Lehrformat vorgestellt, das fachlich in der technischen Produktentwicklung verortet ist, jedoch fachübergreifende Lehrinhalte einbringt.
- Es werden zwei Fallbeispiele für eine konkrete Umsetzung dieses Formats erläutert, in dem projektförmig und in interdisziplinären Teams gearbeitet wird.
- Bei der Umsetzung der Lehrformate wurde die Erfahrung gemacht, dass den Studierenden die Möglichkeit gegeben werden sollte, Lerninhalte mitzugestalten. Unsicherheitserfahrungen müssen eng begleitet und Interdisziplinarität sollte gestärkt werden.

1 Problemstellung: Entrepreneuriale Konzepte in die ingenieurwissenschaftliche Lehre integrieren

Von politischer und institutioneller Seite wird postuliert, dass Entrepreneurship Bürger*innen befähigt, mit großen gesellschaftlich herausfordernden Veränderungen selbstbestimmt umzugehen und neue Ideen in nachhaltige Lösungen für das Gemeinwohl zu überführen [1]. So versteht etwa das *European Entrepreneurship Competence Framework* der Europäischen Kommission Entrepreneurship als eine bestimmte Kompetenz – als eine Verbindung von Wissen, Fähigkeiten und Haltung, die dazu befähigt, Gelegenheiten und Ideen so zu erkennen und zu nutzen, dass ein sozialer, kultureller und/oder finanzieller Mehrwert für andere geschaffen wird [1], [2].

Aufbauend auf diesem weiten Entrepreneurship-Begriff, der sich von einem engen Gründungsbezug bzw. wirtschaftlichen Unternehmungen löst, wird im Rahmen des hier vorgestellten Seminars eine Adaption „im Kleinen“ vorgeschlagen. Es werden die Gestaltungsmöglichkeiten für entrepreneurship-orientiertes Lehren und Lernen in den Ingenieurwissenschaften reflektiert [3], in der Umsetzung werden jedoch einzelne Aspekte fokussiert. In dem projektbasierten Modul entwickeln Studierende

in heterogenen Kleingruppen gemeinsam technische Apparate für den Bereich Verfahrenstechnik nach vorgegebenen Anforderungen: Es werden Grundkenntnisse der technischen Produktentwicklung vermittelt, sie machen Erfahrungen in der Team- und Projektarbeit und lernen Fachinhalte zum konkreten Anwendungsfall (z. B. zum Thema Mikrobiologie) – und erwerben nebenbei grundlegende Kompetenzen aus dem Bereich Entrepreneurship. Diese Kompetenzen dürfen als zukunftsweisend für ein tragfähiges Professionsverständnis gelten, das fähig ist, auf die Nachfrage nach interdisziplinären, systembasierten Ansätzen, passgenauen und individualisierten Produktentwicklungen und einem zunehmend diversen Talentpool zu reagieren [4].

Abseits der traditionellen Ingenieurausbildung erhalten Studierende durch innovative Kurse die ein „entrepreneurial mindset“ fördern, die Möglichkeit, zu erkunden, was es bedeutet, angepasste Produkte für Endnutzer*innen zu entwickeln. Sie erwerben Fähigkeiten wie das Management interdisziplinärer Teams, effektives Kommunizieren, kritisches Denken und die Fähigkeit, ergebnisoffene Problemstellungen zu lösen [5]. Methodisch werden diese Fähigkeiten in eine projektförmige Gruppenarbeit übersetzt, die hohe Anforderungen an die Arbeitsorganisation und Teamfähigkeit der Studierenden stellt. Die Wahl eines interdisziplinären Lehrformats ist dabei nicht zufällig, sondern ermöglicht es Studierenden, die im späteren Berufsalltag zu erwartende projektförmige Arbeitsorganisation zu simulieren und fördert so Kompetenzen der Projekt- und Gruppenarbeit. In der Zusammenarbeit in heterogenen Gruppen erleben Studierende, dass soziale und fachliche Diversität die Entwicklung eines innovativen, anwendungsorientierten und nachhaltigen Produktes fördert und lernen, vielfältige Kompetenzen und Perspektiven gezielt zusammenzuführen. Entrepreneurship Education bietet für die Ingenieurwissenschaften so eine Gelegenheit, den Übertrag von theoretischem Wissen in die Praxis auszuloten, wodurch die Studierenden langfristig befähigt werden sollen, kompetent und verantwortungsbewusst zu handeln.

Da weite Teile des Entwicklungszyklus eines Geräts bzw. eines neuen Produktes simuliert werden, benötigen die Studierenden neben ingenieurwissenschaftlichen Kenntnissen (z. B. aus der Konstruktionslehre) auch umfassende Kenntnisse aus anderen Fachbereichen, um die Bedarfe der Zielgruppe zu erfassen, Entwicklungskosten abzuschätzen, ein Nachhaltigkeitskonzept zu entwickeln usw. Das macht die Zusammenarbeit von Studierenden aus unterschiedlichen Fachdisziplinen notwendig. Zusätzlich stehen Fachexpert*innen als Ansprechpersonen zur Begleitung des technischen Projektfortschritts sowie zu Fragestellungen aus den Bereichen Recht, Corporate Social Responsibility und Gründung zur Verfügung.

Dem Effectuation-Ansatz folgend, wird unternehmerisches Verhalten am eigenen Potential orientiert. In der Entwicklung einer Zielvorgabe für ein zu entwickelndes Produkt werden die vorhandenen Ressourcen nicht als defizitär zu einem fixen Ziel stehend verstanden (Causation). Stattdessen wird reflektiert, welche Ressourcen bereits vorhanden sind und was sich mit ihnen erreichen lässt bzw. welche Zielvorgabe damit gesetzt werden kann [6], [3]. Diese Perspektive lässt sich durch die For-

mulierung einer zunächst offen gehaltenen, flexiblen Aufgabenstellung an die studentischen Teams sowie eng begleitete Gelegenheiten zur Reflexion in einem projektförmigen Lehrformat verankern. Studierende lernen erstmals, komplexere Entwicklungsprozesse einzuschätzen und entwickeln häufig ein hohes Maß an Identifikation mit den Projektzielen. Dies wiederum ist eine hilfreiche Voraussetzung für die Entwicklung einer unternehmerischen Haltung. Projektbasierte Formate eignen sich besonders gut für die Integration von Aspekten der Entrepreneurship Education, indem Produktideen ausgearbeitet und anwendungsorientiert weiterentwickelt werden, da sie mit etablierten konstruktivistischen Lehr-Lern-Paradigmen im Einklang stehen [7]. Gründungsbezogene Formate wie Produktpitches lassen sich auch als Prüfungsformat adaptieren. In entrepreneurship-orientierten Lehrformaten muss keinesfalls ein traditioneller, rein wachstumsbasierter Begriff von Wirtschaft zugrunde gelegt werden – Diskussionen zu alternativen Nutzungsformen und zur Wiederverwertbarkeit entwickelter Geräte im Rahmen einer Kreislaufwirtschaft werden von Studierenden häufig engagiert aufgegriffen und ermöglichen die Verbindung technischer Inhalte mit kritischen Perspektiven auf Nachhaltigkeit. In diesem Themenkomplex finden insbesondere Studierende der Geisteswissenschaften Anknüpfungspunkte.

2 Das Modul – wie ist der Kurs aufgebaut?

Die Lehrveranstaltung setzt sich zusammen aus einem Vorlesungs- und einem Übungssteil. Darin eingebettet liegt der Entwicklungsprozess eines technischen Apparats, flankiert von externen Expert*innen-Inputs. Zu Beginn des Semesters erhalten die Studierenden einen Überblick über die externen Fachexpert*innen und ihre Themenfelder. Die externen Inputs sind jeweils abgestimmt auf die Anforderungen der Projektarbeit: Die Lehrenden definieren vorab transparente Kriterien, denen die Projektarbeit genügen muss. Dementsprechend wird zusätzliche – breit gefächerte – Expertise für die Themenfelder Wärmeübertragung, Ressourceneffizienz, Corporate Social Responsibility, Marketing, Methoden der Zusammenarbeit, Projektmanagement, Produktentwicklung, Technisches Zeichnen oder Patentrecht eingeladen.

Über die Laufzeit von ELLI 2 wurden verschiedene Varianten des Seminarkonzepts erprobt, und es hat sich eine Ausprägung in zwei unterschiedliche Formate entwickelt. Bei der ersten Variante steht die innovative Produktentwicklung im Vordergrund, die in eine Modellbildung mündet und so auf die Entwicklung eines Apparats zielt. Bei der zweiten steht die Erfahrung in der Prototypenerstellung sowie dessen Erprobung und Anwendung im Fokus und somit die Anpassung und der Bau eines existierenden Apparats.

Entsprechend verschieden sind auch die Entwicklungsaufträge für das jeweilige Produkt je Durchführung des Seminars. Im Rahmen von Variante 1 entwickelten und planten die Studierenden bislang einen kleinskaligen Kaffeeröster und einen Fermentationsapparat für Lebensmittel. Zu den konkreten Aufgaben gehören neben

Entwurf, technischer Zeichnung und Modellerstellung auch ein dazugehöriges Marketing- und Nachhaltigkeitskonzept sowie eigenständiges Projektmanagement in der Gruppe.

In der Durchführung des zweiten Formats wurde ein Trocknungsapparat für Lebensmittel entlang einiger streng gefasster Maßgaben bezüglich Größe, Material (hauptsächlich Holz) und Anwendungskontext (für die DIY-Community) entworfen. Zu den konkreten Aufgaben gehörte daher neben dem Projektmanagement in der Gruppe die auf grundlegenden wissenschaftlichen Überlegungen beruhende handwerkliche Realisierung eines Prototypen. Der gebaute Prototyp sollte außerdem beforscht werden, sodass Wissen zu den im eigenen Apparat ablaufenden Trocknungsprozessen generiert wird. Diese zusätzlich erarbeiteten Informationen wie beispielsweise erforderliche Trocknungsdauer oder notwendige Vorbereitung des Trocknungsgutes fließen in das anschließend erstellte Produkthandbuch ein.

Bei beiden Varianten werden die gleichen Prüfungsleistungen von den Studierenden gefordert. Die Prüfungsformate werden dabei gemäß dem Prinzip des Constructive Alignment so gewählt, dass die Lernziele angemessen dargestellt werden können. Für projektbasierte Lernformate eignen sich Gruppenpräsentationen, Portfolios, Protokolle und andere flexible Formate. Für die Notengebung werden mündliche und schriftliche Prüfungsteile kombiniert. Zunächst halten Studierende eine Gruppenpräsentation, während der jedes Gruppenmitglied einen vergleichbaren Sprechanteil hat. Der zweite Prüfungsteil besteht aus einem individuellen schriftlichen Handbuch, das sich an potentielle Nutzer*innen des konstruierten Apparats richtet. Darin werden Aufbau, Funktionsweise und Bedienung, Einsatzmöglichkeiten und Sicherheitsaspekte für Laien verständlich aufbereitet. Zusätzlich wurde der Stoff ausgewählter Sitzungen durch individuelle Forschungsprotokolle vertieft, indem die Relevanz bestimmter Inhalte für die Projektarbeit reflektiert wurde.

3 Die Lehr-Lernformen – Wie funktioniert die interdisziplinäre Gruppenarbeit und wie werden Fachinhalte methodisch integriert?

Um die Vielfalt anfallender Aufgaben selbstgesteuert zu bewältigen, benötigen Studierende ein breites Spektrum an fachlichen und persönlichen Kompetenzen und Erfahrungen. Um die benötigten Fähigkeiten in möglichst jedem studentischen Team abzudecken, sollen diese so heterogen wie möglich zusammengesetzt werden. Die Zusammensetzung der Arbeitsgruppen wird also nicht vollständig den Studierenden überlassen, um zu verhindern, dass die Bevorzugung von Freund*innen und Fachkolleg*innen zu sozial und fachlich homogenen Gruppen führt. Die Studierenden werden grundlegend angeleitet, aber in den Gruppenbildungsprozess miteinbezogen. Dazu wird eine umfassende Vorstellungsrunde durchgeführt, in der Studierende nicht nur sich und ihre fachlichen Kompetenzen und Interessen, sondern auch ihren Arbeitsstil, Erfahrungen aus Nebenjobs und Ehrenämtern sowie ihre

Kultur-, Sprach- und Sozialkompetenzen beschreiben. Anschließend wird nach dem Prinzip der maximalen Unähnlichkeit gewählt: Eine*r beginnt und lädt eine Person ins Team ein, die über ein möglichst unähnliches Profil verfügt. Die neu gewählte Person wählt dann wieder das nächste Gruppenmitglied aus, bis eine Gruppe mit unterschiedlichen, bestenfalls komplementären Kompetenzprofilen zusammengekommen ist. Diese Form der Gruppenbildung ermöglicht Mitbestimmung über den Gruppenbildungsprozess und stellt zugleich sicher, dass das vertraute soziale Umfeld verlassen wird.

Die Studierenden agieren in der Ausgestaltung der Kleingruppenarbeit selbstständig. Wichtiges Strukturelement des inhaltlichen Entwicklungsprozesses ist die Flankierung durch externe Expert*innen-Vorträge, die von den Studierenden selbst mit vorbereitet werden. In der halboffenen Struktur wird den Studierenden Orientierung geboten in Bezug auf die zu berücksichtigenden Fachinhalte; zugleich eröffnet sich Spielraum für flexibel organisierte Projektarbeit und individuelles Feedback mit den Lehrenden. Die Studierenden bereiten gemeinsam mit den Lehrenden jeweils zwei Wochen im Voraus die externen Beiträge vor. Dafür werden Fragen formuliert, mögliche Anwendungsbezüge diskutiert und Beispiele für spezifische Aspekte erbeten. Die Liste mit Fragen und antizipierten Problemstellungen wird den Dozierenden zur Verfügung gestellt und dient zur Vorbereitung eines knappen Inputs und einer anschließenden Diskussion, in der Impulse und Anknüpfungspunkte für die weitere eigenständige Recherche angeboten werden. Dieses zugleich bedarfsorientierte und selbstgesteuerte Vorgehen erhöht die Bereitschaft zur Mitarbeit bei den Studierenden, da die Lerninhalte unmittelbar für die Projektarbeit relevant sind und Verantwortung für den eigenen Wissenszuwachs übernommen wird.

4 Die Erfahrungen – Was hat sich bewährt?

Der Projektkurs fand in den beiden Sommersemestern 2016 und 2017 in Variante 1 [8] und im Wintersemester 2019 in Variante 2 statt. Da der Kurs die Fähigkeit zum interdisziplinären Dialog fördern soll und dieser unter den Studierenden praktiziert werden soll, wird angestrebt, Studierende aus möglichst verschiedenen Fachbereichen zusammenzubringen. In zwei von drei Durchläufen gelang es, eine ausreichende Anzahl von Studierenden nichttechnischer Fächer für die Produktentwicklung zu interessieren, sodass in jeder Gruppe mindestens eine Person aus einem nichttechnischen Studiengang vertreten war. Unserer Erfahrung nach ist jedoch auch die Fachheterogenität, die sich aus der Teilnahme von Studierenden verschiedener ingenieurwissenschaftlicher Studiengängen ergibt, bereits eine wichtige Ressource für einen bewusst geführten interdisziplinären Dialog, der sich förderlich auf ein disziplinäres Selbstverständnis auswirken kann. So konnten wir oft beobachten, dass sich Studierende über Unterschiede und Gemeinsamkeiten ihrer Fachrichtungen austauschten und sich ein Bewusstsein für bereits erworbenes Fachwissen, das in die Gestaltung des Apparates einfließen konnte, entwickelte.

Typische Kritikpunkte der Studierenden am Kurs betreffen den eigenen Umgang mit Unsicherheit. Der gefühlt sehr hohe Workload, der bereits während des Semesters (und nicht, wie gewohnt, in der vorlesungsfreien Zeit zur Prüfungsvorbereitung – nach der summativen Lehrveranstaltungsevaluation) anfällt, und die Unwägbarkeiten kollaborativer Arbeitsformen werden oft als Zumutung wahrgenommen. Um Studierenden die Möglichkeit zu geben, lernförderliche Bedingungen noch während des laufenden Semesters selbst mitzugestalten, wurden formative Feedbacks mittels TAP (Teaching Analysis Poll) eingeholt. TAP ist eine qualitative Form der Zwischenauswertung einer Lehrveranstaltung und bietet so die Möglichkeit, Veränderungen bereits während der Laufzeit umzusetzen. Die Ergebnisse, die mit den Studierenden diskutiert wurden, boten eine gute Hilfestellung für die Planung zusätzlicher bedarfsgerechter Angebote. So gab es den Wunsch nach zusätzlichen Feedbackschleifen, da die Studierenden den engen Austausch mit Lehrenden insbesondere zu Projektbeginn und in der Endphase als entlastend empfanden. Nicht zuletzt erhöht die formative Zwischenevaluation das Verständnis der Studierenden für didaktische Überlegungen und Entscheidungen der Lehrenden erheblich und stärkt das Gefühl, in ihrer Wahrnehmung des Lern- und Arbeitsprozesses ernst genommen zu werden. In der abschließenden summativen Evaluation wurde noch einmal deutlich, dass die Studierenden die Möglichkeit zur formativen Zwischenevaluation sehr schätzten.

Erfahrungen zu Variante 1 (Entwicklung eines Apparats)

Bei der Durchführung von *Variante 1*, der Entwicklung eines Apparates, wurde die empfundene Unsicherheit von den Studierenden als größte Herausforderung der Projektarbeit beschrieben. Die Aufgabe, ein tatsächlich neuartiges, so noch nicht am Markt befindliches Produkt zu entwickeln, birgt mehrere Herausforderungen. Studierende im dritten und vierten Bachelorsemester sind noch wenig vertraut mit selbstgesteuerten Arbeitsformen. Konflikte innerhalb von studentischen Projektteams, etwa in Bezug auf eine faire Verteilung von Arbeitsaufgaben, sind eher die Regel als die Ausnahme und werden von den Studierenden selten angemessen antizipiert. Zudem erscheint die Aufgabenstellung den Studierenden anfangs häufig noch als schwer greifbar und muss im Laufe der Projektarbeit immer wieder geschärft werden, um das Projekt von der ersten Produktidee zu einem sinnvollen Abschluss zu führen. Das dafür notwendige iterative Arbeiten bringt häufige Frustrationen mit sich: Ideen müssen wieder verworfen werden, Entscheidungen revidiert und Annahmen korrigiert werden. Dies wird von den Studierenden mitunter als Scheitern im kleinen Maßstab empfunden. Es gilt also, Fehler und Irrwege als notwendigen Teil des Lern- und Produktentwicklungsprozesses zu reflektieren und konstruktiv zu nutzen.

Dazu ist es sinnvoll, bereits zu Beginn der Lehrveranstaltung unterschiedliche Handlungsoptionen bei Gruppenkonflikten und Hindernissen im Projektverlauf zu diskutieren. So steht im Konfliktfall ein kleines Repertoire an Bewältigungsstrategien zur Verfügung und erspart zumeist das Eingreifen durch die Lehrenden. Um

mit Fehlern und Misserfolgen verbundene Lernprozesse nachhaltig wirksam zu machen und ihren Ertrag zu würdigen, wurde die Reflexion verworfener Entscheidungen, gelöster Teamkonflikte und technischer Fehlschläge in die Modulabschlussprüfung aufgenommen. Die Analyse eigener Fehler der Studierenden trägt so zu einer guten Leistungsbewertung bei. Mündliche Berichte von Schwierigkeiten bei der Aufgabenbewältigung von Teilnehmenden aus der Vorgänger-Kohorte helfen ebenfalls, Unsicherheit und Scham in der Projektarbeit zu reduzieren.

Erfahrungen zu Variante 2 (Anpassung und Bau eines Apparats)

Bei der Durchführung von *Variante 2*, der Anpassung und dem Bau eines Apparates, besteht die besondere Schwierigkeit darin, das Fachwissen aus den fachlichen Beiträgen so in die Praxis zu übertragen, dass eine möglichst sinnhafte, den Randbedingungen genügende Prototypenentwicklung gelingt. Die Fachinhalte gewinnen hier an Bedeutung. So müssen die Studierenden beispielsweise anhand der Einsichten in die physikalischen Wirkweisen den Dörrapparat gestalten und eine „optimale“ Wärme- und Stoffübertragung garantieren. So wird in der Praxis aus dem Fundus an Fachwissen ein konkret ausgeführter Prototyp, der eine bestimmte Funktion (Fähigkeit zu Dörren unter von den Studierenden festgelegten Parametern) erfüllt. Die Anwendung in der Praxis ist damit nicht „einfach so“ eine spiegelbildliche Übersetzung des fachlichen Wissens, sondern ein komplexer, in das projektförmige Arbeiten und den interdisziplinären Dialog innerhalb der Gruppe eingebetteter Prozess. Als solcher erfordert er zudem eine Realitätstauglichkeit des fachlichen Wissens und handwerkliche Fähigkeiten. Hierfür ist es auch notwendig, dass die Studierenden grundlegende Methoden wissenschaftlichen Arbeitens wie Recherche, Textarbeit mit Quellen und das Selektieren relevanter Informationen erlernen. Für viele Studierende ist es das erste Mal, dass sie diese Methoden bewusst reflektieren und lernen, diese selbst anzuwenden. Lehrende müssen diesen Prozess eng begleiten und gegebenenfalls korrigierend eingreifen, um einen wissenschaftlichen Mindeststandard der Entwicklungsprodukte der Studierenden zu garantieren.

Vor dem Hintergrund einer Unerfahrenheit in Bezug auf wissenschaftliche Arbeitsweisen und den selbstbestimmten Umgang mit Fachwissen war es für viele Studierende schwierig, die geforderte Übersetzungsleistung in die Prototypenentwicklung zu erbringen. Dies führte subjektiv zu Gefühlen von Frustration und Unsicherheit, was in der Konsequenz ein produktives Arbeiten in der Gruppe erschwerte.

Eine Veränderung der Gruppendynamiken trat mit Beginn der praktischen handwerklichen Arbeiten im weiteren Verlauf des Seminars ein. Hier zeigten viele Studierende, dass gerade das praktische Arbeiten mit der Erfahrung von Selbstwirksamkeit und Produktivität im Team einhergeht. Die Studierenden individuell ebenso wie der Kurs als Ganzes erfuhren somit durch das „Hands-on“-Format der Prototypenentwicklung einen Motivationsschub. Dies deckt sich mit Forschungen zu Entrepreneurship Education [4]. Die einfachen handwerklichen Tätigkeiten erfordern von den Studierenden das Finden einer Lösung für konkrete Probleme: Holz bricht,

ein Scharnier passt nicht, die Dichtung fehlt etc. Die Studierenden nahmen hier häufig einen hohen zeitlichen Aufwand in Kauf, um die für sie beste Lösung zu realisieren. Das praktische Arbeiten bot zudem die Möglichkeit, das Thema der Arbeitssicherheit in der praktischen Umsetzung (im Doing) zu verankern. Die Studierenden erhielten sowohl für das handwerkliche Arbeiten im MakerForum der Ruhr-Universität als auch für die verfahrenstechnischen Labore, in denen die spätere Beforschung des Apparats stattfand, jeweils eine ausführliche Sicherheitsunterweisung. Für den Großteil von ihnen war das selbstständige Arbeiten in diesen universitären Einrichtungen und Räumlichkeiten eine neue Erfahrung und wurde sehr gut angenommen. Somit konnten sich die Studierenden diese Räume als zum universitären Alltag zugehörig und für sie zugänglich erschließen – unter der Vorbedingung des Respekts gegenüber dem Aspekt Arbeitssicherheit.

Aus Lehrendenperspektive ist die Ermöglichung des praktischen Arbeitens mit einem hohen Planungs- und Koordinationsaufwand verknüpft. Zur Nutzung der am Campus vorhandenen Ressourcen muss zunächst zu den verschiedenen Akteur*innen Kontakt hergestellt werden, Zeiten und Nutzungsbedingungen für Räumlichkeiten, Maschinen etc. müssen koordiniert und verbindlich abgemacht werden. Hinzukommt die Beschaffung des Arbeitsmaterials und der Geräte sowie zwischenzeitliche logistische Herausforderungen wie die Lagerung und gezielte Bereitstellung der fertigen Apparate. Ein gutes Networking auf dem Campus ist daher eine Randbedingung für das Gelingen eines handwerklich-praktischen Seminars.

Exkurs: Die Rolle von Lehrenden im ergebnisoffenen, projektförmigen Arbeiten

Bei beiden Varianten müssen die Lehrenden Strategien entwickeln, ergebnisoffenes Arbeiten gut zu begleiten. Weder bei einer innovativen Produktentwicklung noch bei einem ergebnisoffenen Arbeiten in der Anpassung eines Apparats gibt es eine exakte Blaupause für das angestrebte Projektergebnis. Die Lehrenden übernehmen die Rolle eines Auftraggebers und begleiten zugleich den Umsetzungsprozess, was notwendigerweise eine Rollenunschärfe mit sich bringt. Ein enger Austausch mit den Arbeitsgruppen ist unabdingbar, um den Entwicklungsprozess immer wieder zu reflektieren und das Projektziel zu schärfen. Anfängliche Überforderung mit dem Management von Projekten, bis die Gruppe sich kennengelernt, Zuständigkeiten verteilt und erste Ideen sondiert hat, führen in den ersten Semesterwochen oft zu Frustrationsmomenten bei den Studierenden. Lehrende sollten darauf vorbereitet sein, diese Frustration auszuhalten, ohne zu viel Hilfestellung bei Ideenfindung und teaminternen Problemen anzubieten. Häufig hilft Studierenden bereits das Wissen darüber, dass Phasen des schleppenden Vorankommens und der subjektiven Überforderung ein erwartbarer Teil der Projektarbeit sind. Gelingt es jedoch der Gruppe über einen längeren Zeitraum nicht, in die Phase eines eigenständigen Projektmanagements zu kommen, ist eine Intervention sowie eine kontinuierlich enge Begleitung in Form von Feedback durch die Lehrenden notwendig.

Projektbasierte Formate sind für Lehrende ebenso wie für Studierende mit hohem Arbeitsaufwand verbunden. Dieser Aufwand lohnt sich jedoch nicht nur durch die vielfältige Kompetenzentwicklung, die das Format ermöglicht, sondern auch durch die gute Übersetzbarkeit von Produktentwicklungsprojekten in sich anschließende weiterführende Forschungsfragen.

5 Impulse für entrepreneurship-orientierte, projektbasierte Lehrformate

In Anlehnung an Petermann (2018) und aus den hier vorgestellten Erfahrungswerten werden folgende Gestaltungsprinzipien für eine praktische Umsetzung abgeleitet:

- ❖ Gestaltungsfreiheiten und Raum für Entwicklung schaffen: Studierende Lerninhalte und Methoden mitgestalten lassen
- ❖ Unsicherheitserfahrungen begleiten und mit Misserfolg konstruktiv umgehen: Lehrveranstaltung möglichst fehlertolerant konzipieren und Möglichkeit des Scheiterns ansprechen
- ❖ Ressourcenbewusstsein fördern: Mit Studierenden ein realistisches Bewusstsein dafür schaffen, was sie wissen und leisten können und ausgehend davon Zielvorgaben entwickeln
- ❖ Interdisziplinarität stärken: Wertschätzung für unterschiedliche Fachdisziplinen, Epistemologien und Methodenvielfalt innerhalb des Seminars und der Studierendenteams vermitteln

Literatur

- [1] E. McCallum, R. Weicht, L. McMullan, A. Price, *EntreComp into Action: get inspired, make it happen*, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2018.
- [2] EU. European Union, *EntreComp: The European Entrepreneurship Competence Framework*, 2018.
- [3] M. Petermann, „Gestaltungsmöglichkeiten für Entrepreneurship-orientiertes Lehren und Lernen in den Ingenieurwissenschaften“, in *nexus – Runder Tisch Ingenieurwissenschaften*, Bochum, 2018, Available: <https://www.hrk-nexus.de/material/tagungsdokumentation/erfahrungsaustausch-entrepreneurship-orientiertes-lehren-und-lernen/>
- [4] M. Y. Hassan, A. O. Shuriye, A. Abdallah, M. J. E. Salam, O. O. Khalifa, „Integrating Entrepreneurship into Engineering Education“, *International Journal of u- and e-Service, Science and Technology*, Vol. 10, Nr. 2, pp. 45–52, 2017.
- [5] T. Byers, T. Seelig, S. Sheppard, P. Weilerstein, „Entrepreneurship: Its Role in Engineering Education“. *The Bridge on Undergraduate Engineering Education*, Vol. 43, Nr. 2, pp. 35–40, 2013.
- [6] S. Eberz, *Effectuation Oder Causation?* Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2018.

- [7] K. Kleine, „Technology Entrepreneurship, Enriching Entrepreneurship Education“, in *Encyclopedia of Educational Innovation*, Peters M., Heraud R., Eds. Springer Nature, 2020.
- [8] K. Zilles, A. Kilzer, „Forschende Haltung trifft praktische Projektarbeit – Interdisziplinäre Produktentwicklung im Team“, in *Forschendes Lernen an Universitäten*, Straub J., Plontke S., Ruppel P., Frey B., Mehrabi F., Ricken J., Eds. Wiesbaden: Springer VS, pp. 523–532, 2020.

Studierende im Mittelpunkt: Förderung einer aktiven und kompetenten Studienverlaufsgestaltung

In Wissens- und Technologiesellschaften, deren Arbeitswelten zunehmend durch die Digitalisierung geprägt werden, ist der Bedarf an kompetenten technischen Fachkräften sowohl in der Wirtschaft und Gesellschaft als auch an den Hochschulen ungeboren hoch. Eine Steigerung der Absolvent*innenzahlen in MINT-Studiengängen und -berufen ist daher seit geraumer Zeit ein wichtiges bildungspolitisches Anliegen. Um dieses Ziel zu erreichen, sollen die Übergänge (in das Studium hinein und aus dem Studium heraus ins Arbeitsleben) verbessert, die Studienabbruchzahlen verringert und bislang unterrepräsentierte Zielgruppen angesprochen werden. In diesem Kapitel werden diesbezüglich Informations- und Beratungsangebote an ingenieurwissenschaftlichen Fakultäten für den gesamten Student Lifecycle vorgestellt. Beginnend mit der Beschreibung von passgenauen Praktika für Schüler*innen zur Studieninformation folgt im Anschluss die Darstellung von Angeboten, die die Studierenden vom Studieneinstieg bis hin zum Studienausstieg phasenweise begleiten. Alle Angebote sind so konzipiert, dass sie eine aktive und kompetente Gestaltung des Studienwegs bis zum Übergang in die Berufstätigkeit unterstützen. Die folgenden Beiträge sind sowohl für Studiengangverantwortliche als auch für Akteur*innen zentraler Einrichtungen interessant.

Wie komme ich an die Uni? Passgenaue Angebote für Schüler*innen

Dieser Beitrag betrachtet die Konzeption, Organisation und Umsetzung in den schulischen Stundenplan integrierter Angebote zur Studien- und Berufsorientierung in Form von zwei einander ergänzenden Praktika-Angeboten. Besondere Berücksichtigung findet die Vernetzung mit lokalen Stakeholdern wie Schulen und Initiativen zur MINT-Förderung. Auch von ersten Erfahrungen in der Realisation von Online-Praktika in Zeiten der Corona-Pandemie wird berichtet.

Talente fördern – Hochschulzugänge ebnen: Beratungs- und Informationsangebote zur Potentialförderung und Profilbildung in den Ingenieurwissenschaften

In diesem Beitrag werden Erfahrungen in der Konzeption von Beratungsangeboten für Studieninteressierte vorgestellt, die einen beruflichen Abschluss als Zugangsquifikation zum Studium vorweisen können. Weiterhin wird von der Entwicklung von Beratungsangeboten zum Aufbau einer Stipendienkultur an einer MINT-Fakultät berichtet. Neben generellen konzeptionellen und organisatorischen Aspekten werden auch standortspezifische sowie zeitliche Besonderheiten in der Umsetzung thematisiert.

Digitale Studienbegleitung und -unterstützung mithilfe des E-Guide StartING

Dieser Erfahrungsbericht listet zunächst analoge und virtuelle Formate klassischer Studienberatungsformen auf, bevor er die Konzeption des E-Guide-StartING anhand von Videoformaten vorstellt. Organisation und Umsetzung werden ebenso betrachtet.

Orientierungsangebote zur aktiven Karrieregestaltung von Masterstudierenden in den Ingenieurwissenschaften

In diesem Beitrag werden die Konzeption und Umsetzung von Unterstützungsangeboten beschrieben, die Perspektiven für die Zeit nach dem Studienabschluss aufzeigen. Einerseits wird ein Informationsformat zur allgemeinen Orientierung in der Endphase des Masterstudiums vorgestellt, andererseits wird von der Einrichtung eines gendersensiblen Mentoringprogramms für Masterandinnen berichtet.

Wie komme ich an die Uni?

Passgenaue Angebote für Schüler*innen

UTE BERBUIR, BIANCA WOLF

Auf einen Blick

- ❖ Zwei universitäre Formate zur Studien- und Berufsorientierung für Schüler*innen werden vorgestellt. Ziel ist es, eine breite Ansprache umzusetzen und möglichst auch bislang unterrepräsentierte Gruppen zu erreichen.
- ❖ Die beiden Formate sind dabei als Praktika konzipiert, die explizit auf die organisatorischen Rahmenbedingungen verpflichtender Elemente zur Berufs- und Studienorientierung in der Mittel- und Oberstufe im Land NRW zugeschnitten sind.
- ❖ In diesen Praktika wird durch die Kombination von Wissenschaft und Praxis ein umfassender Einblick in technische Berufe sowie ingenieurwissenschaftliche Studiengänge und Tätigkeitsfelder geboten. Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf der Ermöglichung von vielfältigen Kontakten und Austausch mit „Menschen vom Fach“.
- ❖ Die Konzepte werden vorgestellt, von Erfahrungen aus mehreren Durchläufen berichtet und umsetzungsorientierte Lessons Learned abgeleitet.

1 Problemstellung

In einer von Wissenschaft und Technik geprägten Gesellschaft und durch die zunehmend schneller voranschreitende Digitalisierung verschiedenster Bereiche ist der Bedarf an kompetenten technischen Fachkräften sowohl in der Wirtschaft als auch an den Hochschulen ungebrochen hoch. Qualifikationen im MINT-Bereich (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft, Technik) gelten als zukunftssträftig und eine ausreichende Anzahl von entsprechenden Fachkräften als erforderlich, um die Innovationskraft von Deutschland zu erhalten. Eine Steigerung der Absolventenzahlen in MINT-Berufen und Studiengängen ist daher seit geraumer Zeit ein wichtiges bildungspolitisches Anliegen. Um dieses Ziel zu erreichen, sollen die Übergänge verbessert, die Studienabbruchzahlen verringert und bislang nicht genutzte Potentiale aktiviert werden [1, 2]. Der Frauenanteil an den Beschäftigten in MINT-Berufen steigt zwar langsam an, ist mit 15,4 Prozent aber immer noch deutlich unterdurchschnittlich [3, S. 4], und weiterhin gilt, dass mehr Frauen für MINT-Berufe gewonnen werden sollen [4, S. 18]. An Universitäten und Hochschulen wurden und werden

hierzu eine Vielzahl an Projekten und Maßnahmen empfohlen und initiiert, die sich an Schüler*innen richten, beispielsweise Schülerlabore, Projektkurse und Angebote zur Studienorientierung [4, S. 19 f., 5, S. 26–28, 6]. Auch vielfältige Maßnahmen in den Schulen bzw. spezifische Initiativen setzen hier an. In NRW ist das zdi-Netzwerk weit verbreitet, und im Ruhrgebiet gehen die sogenannten Talent-Scouts in Schulen und engagieren sich für einen Zugang zu MINT-Berufen bzw. für einen breiten Zugang zu akademischen Berufen für Kinder aus Nicht-Akademikerfamilien [7, 8].

Eine Teilnahme an spezifischen Kursen und Informationsangeboten erfordert jedoch entweder ein besonderes Engagement der Schulen bzw. der Lehrkräfte, die sich um die Einbindung der Inhalte in den Unterricht oder um die Organisation der Teilnahme ihrer Schüler*innen kümmern müssen oder von den Schüler*innen selbst, die sich um freie Zusatzangebote eigenständig kümmern müssen und ihre Freizeit dafür verwenden. Es ist zu beobachten, dass Angebote im MINT-Bereich daher zumeist von Schüler*innen genutzt werden, bei denen bereits ein ausgeprägtes Interesse an MINT-Themen besteht. Auch Informationen zu technischen Berufsfeldern und ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen werden primär an Schüler*innen in Mathe- oder Physikleistungskursen herangetragen. Dies greift jedoch zu kurz, wenn „neue“ Zielgruppen für technische Studiengänge erschlossen werden sollen. Die hier im Beitrag vorgestellten Praktikumsformate versuchen daher gezielt, auf eine weitere Verbreiterung des Zugangs zu technischen Berufen und Studiengängen hinzuwirken.

2 Lösungsansatz: Integrierte Angebote zur Studien- und Berufsorientierung für Schüler*innen

Um ein möglichst breit zugängliches Angebot zu schaffen, wurden zwei spezifische Formate entwickelt, die genau zu den Anforderungen verpflichtender Praktika in der Schulzeit passen und somit ohne Zusatzaufwand oder extra Engagement genutzt werden können. Dadurch sollen auch solche Schüler und Schülerinnen erreicht werden, die weniger Engagement oder Zeit für freiwillige d. h. zusätzliche Praktika mitbringen oder denen es die Rahmenbedingungen erschweren, solche Angebote zu nutzen. Mit der Integration der Angebote in die allgemeinen schulischen Programme zur Studien- und Berufsinformation kann die Ansprache der Schüler*innen auch auf fachlich breiterer Ebene erfolgen, um eben auch jene von ihnen zu erreichen, die vielfältig interessiert sind, aber noch keine klare Präferenz ausgebildet haben bzw. die technische Berufe und Studiengänge für sich bislang nicht als berufliche Option wahrgenommen haben. Dies gilt insbesondere für die Ansprache von Mädchen, da Frauen in den Ingenieurwissenschaften nach wie vor unterrepräsentiert sind.

Ein weiteres Gestaltungselement der entwickelten Formate ist die bewusste Kombination von Wissenschaft und Praxis. Dadurch wird der Blick auf die vielfälti-

gen Tätigkeitsfelder und Möglichkeiten gelenkt und kann sowohl ein Kennenlernen von technischen Berufsfeldern als auch von Ausbildungs- und Studienwegen ermöglicht werden. Weiterhin bietet dies den Schüler*innen einen niedrigschwelligen (Erst-)Kontakt zur Institution Universität.

Eines der entwickelten Formate ist ein strukturiertes zweiwöchiges Praktikum zur Berufs- und Studienorientierung für Schüler*innen der Oberstufe [9]. Ein weiteres Format sind die sogenannten KAOA-Praxistage („Kein Abschluss ohne Anschluss“) zur Berufsfeldorientierung in der Mittelstufe [10].

Besonderer Wert wurde darauf gelegt, die Maßnahmen im Austausch mit anderen Einheiten auf dem Campus oder im regionalen Umfeld, die für die Studien- und Berufsinformation zuständig sind oder ebenfalls Angebote für Studieninteressierte anbieten, zu entwickeln und umzusetzen. Das Ziel war es dabei stets, bestehende Angebote sinnvoll zu ergänzen oder zu erweitern und vorhandene Ressourcen zu bündeln. Maßgebliche Akteur*innen an der Ruhr-Universität Bochum (RUB) und für die Region sind:

- ❖ Die Initiative AllesING! ist ein Zusammenschluss der drei ingenieurwissenschaftlichen Fakultäten der RUB Maschinenbau, Bau- und Umweltwissenschaften sowie Elektrotechnik und Informationstechnik. Um interessierten Schüler*innen einen möglichst guten Überblick über alle Facetten der Ingenieurwissenschaften zu bieten, werden gemeinsame Angebote geschaffen und Bemühungen bei der Akquise von Erstsemester-Studierenden gebündelt.
- ❖ Die Junge Uni ist eine zentrale Einrichtung der RUB, die sowohl eigene zentrale Formate für Schüler*innen anbietet als auch Angebote der einzelnen Fachbereiche bündelt und Schüler*innen bei der Auswahl passender Angebote berät. In regelmäßigen Treffen tauschen sich die Fakultäten untereinander und die Junge Uni über ihre Angebote aus. Über den zentralen Kalender der Jungen Uni und einen regelmäßigen Newsletter werden die Angebote an Bochumer Schulen, unter Lehrer*innen und interessierten Eltern bekannt gemacht.
- ❖ Die Zentrale Ausbildung der RUB koordiniert alle Ausbildungsberufe, die auf dem Campus angeboten werden und ist Ansprechpartner für die Auszubildenden. In der Ausbildungswerkstatt für Feinwerkmechanik der RUB bestehen Räumlichkeiten mit Werkstatteinrichtungen bzw. Werkbänken, in denen Gruppen von Schüler*innen praktisches Arbeiten in der Metallbearbeitung ermöglicht werden kann.
- ❖ Die Talent Scouts sind Mitarbeitende der RUB, die mehrere Schulen in Bochum und Umgebung betreuen. Mit dem Ziel der Chancengleichheit und Bildungsgerechtigkeit sind sie direkte Ansprechpartner für Schüler*innen aus Nicht-Akademikerfamilien.
- ❖ Das ZDI (Zukunft durch Innovation) ist ein Netzwerk von MINT-EC-Schulen am Standort Bochum und ist ebenfalls vernetzt mit anderen ZDI-Mitarbeitenden und Schulen in den umliegenden Städten des Ruhrgebiets. Über diese direkten Kontakte zu den Schulen werden die Angebote für Schüler*innen gezielt an Schulen mit spezieller MINT-Ausrichtung bekannt gemacht und beworben.

KAoA-Praxistage für Schüler*innen der Mittelstufe

Die Praxistage werden im Rahmen des NRW-Programms „Kein Abschluss ohne Anschluss“ (KAoA) [11] durchgeführt. Ziel ist es, dass möglichst viele Schüler*innen zu einem frühen Zeitpunkt in ihrer Bildungsbiographie technische Berufe und Studiengänge kennenlernen und als eine mögliche berufliche Perspektive wahrnehmen. An der Ruhr-Universität Bochum werden die Tage der Berufsfelderkundung in Kooperation der Zentralen Ausbildung und der Werkstatt für Feinwerkmechanik mit den drei ingenieurwissenschaftlichen Fakultäten durchgeführt. Während dieser Tagespraktika stellt sich am Vormittag die RUB als Ausbildungsbetrieb vor, und der Nachmittag steht im Zeichen der Wissenschaft. Ziel ist es, Ausbildung und Studium nicht in Konkurrenz zueinander, sondern gleichgewichtig an einem Tag vorzustellen. So erhalten die Teilnehmenden Einblicke in beide Optionen und können spätere Berufswahlentscheidungen besser abwägen. Die Trennung in Vor- und Nachmittag ergibt sich einfach aus räumlichen Gründen, da am Vormittag in der Werkstatt und am Nachmittag im Labor gearbeitet wird. Am Ende der Veranstaltung verabschieden die Beteiligten aus Ausbildungswerkstatt und Ingenieurwissenschaften die Schüler*innen gemeinsam.

Exkurs: Ablauf der Praxistage

Der Tag startet mit einem ca. einstündigen Vortrag zu Ausbildungswegen und -berufen. Es werden sowohl Ausbildungsanforderungen und berufliche Perspektiven als auch Aspekte wie Verhalten und Sicherheit in Werkstatt und Labor thematisiert. Danach folgt eine Praxisaufgabe, bei der die Schüler*innen unter Anleitung eines Ausbildungsleiters Metallarbeiten wie Bohren und Fräsen durchführen. Unterstützt werden sie dabei durch Auszubildende der Werkstatt. Jede/r Schüler*in bekommt ein eigenes Werkstück zur Bearbeitung, das danach auch mit nach Hause genommen werden darf.

Im Anschluss folgt eine gemeinsame Mittagspause in der Mensa. Die Gruppe wird dabei von studentischen Hilfskräften begleitet, die auch für Fragen zur Uni und zum Studium zur Verfügung stehen. Am Nachmittag erhalten die Schüler*innen altersgemäße Informationen zu den Unterschieden zwischen Schule und Studium, den Inhalten der verschiedenen Ingenieurstudiengänge und den Berufsmöglichkeiten von Ingenieur*innen.

Danach führen die Gruppen im Labor Versuche durch oder besichtigen besondere Räume bzw. Versuchsanlagen und erhalten so anschauliche Informationen zum Ingenieurberuf bzw. zu ingenieurwissenschaftlichen Arbeitsumgebungen und zu den vielfältigen Themen, die bearbeitet werden. Die Laborversuche sind so gestaltet, dass sie für Jugendliche leicht zugänglich sind und möglichst „Aha-Effekte“ auslösen. Hierdurch sollen Interesse und Motivation geweckt werden, sich mit den dahinterliegenden wissenschaftlichen Fragestellungen bzw. technischen Anwendungen zu beschäftigen. Beispielsweise wurde im Bereich des Bauingenieurwesens die Frage gestellt: „Warum ist der Turm in Pisa eigentlich

schief?“ Dazu wurden Versuche mit Sand und Ton durchgeführt, die den Schüler*innen anschaulich die Beantwortung dieser Fragestellung demonstrierten. An einem anderen Tag wurden im Bereich des Maschinenbaus Versuche im Windkanal zur Cw-Wert-Messung gezeigt oder Formgedächtnis-Werkstoffe untersucht. In einem anderen Jahr fand ein Besuch der 3D-Labore statt und es wurde mit 3D-Brillen gearbeitet. Der Abschluss des Tages fand dann wieder in den Räumlichkeiten des Ausbildungsbereiches statt, wo vom Ausbildungsleiter und ELLI-Mitarbeitenden eine Abschlussrunde mit Feedbackmöglichkeit gestaltet wurde.

In der folgenden Tabelle ist der Programmablauf dargestellt. Da das Programm sich an allen Tagen der Berufsfelderkundung mit jeweils wechselnden Gruppen von Schüler*innen wiederholt, ist der Planungsaufwand für die Mitarbeitenden vergleichsweise gering.

Tabelle 1: Programm der KAoA-Tage zur Berufsfelderkundung, jeden Tag wiederholend

Zeit	Programm
8:00	Ankunft Werkstatt für Feinwerkmechanik
8:00–8:30	Informationsvortrag technische Berufsausbildung
8:30–11:45	Praktisches Arbeiten in der Werkstatt für Feinwerkmechanik
11:45	Abholung der Schüler*innen durch Mitarbeitende
12:00–13:00	Mittagspause mit wiss. Mitarbeitenden/Studierenden
13:00–14:00	Campusführung
14:00–14:30	Informationsvortrag ingenieurwissenschaftliche Studiengänge
14:30–15:30	Forschungsworkshop
15:30–16:00	Feedbackrunde und Verabschiedung

Der Vorteil eines so gestalteten Praktikumstages ist, dass die Teilnehmenden einen breiten Einblick in technische Berufsfelder erhalten, der sowohl den beruflichen Alltag in einer Werkstatt als auch einer forschenden Einrichtung umfasst und Informationen zu Ausbildung und Studium beinhaltet. Insofern erfolgt hier der Zugang über ein Arbeitsfeld und nicht über eine vorweggenommene „Bildungswegseparierung“, d. h. die Schüler*innen müssen bei diesem Praktikumstag nicht die Entscheidung „Ausbildung oder Studium“ vor(weg)nehmen. Diese Integration von unterschiedlichen Wegen bietet einen breiteren Zugang und trägt Informationen und Einblicke auch an solche Schülerinnen und Schüler heran, die vielleicht bis dato noch nicht daran gedacht haben, je ein Studium aufzunehmen. Dieser bewusst gewählte Zugang dient der Förderung von Durchlässigkeit im Bildungssystem.

Beobachtungen aus den Praxistagen

Die grundsätzliche Bewertung des Tages durch die Schüler*innen fällt sehr positiv aus. Über einen Zeitraum von drei Jahren hinweg mit über 150 Teilnehmenden wurde von fast allen Teilnehmenden in der Evaluation angegeben, dass sie den Tag an der RUB weiterempfehlen würden. Unter den Dingen, die besonders gefielen, wird immer wieder die Praxis hervorgehoben. Rund drei Viertel aller Teilnehmenden benennen, dass ihnen das praktische Arbeiten sehr gut gefallen habe, und viele formulieren explizit, dass es ihnen „Spaß“ gemacht habe. Darüber hinaus werden eine angenehme Atmosphäre und „die netten Leute“ als positiv benannt. Eine Reihe von Rückmeldungen wie „Guter Einblick in das Unileben“, „Sehr informativer Einblick in den Bereich, rund um die Ausbildung und Studium“, „Es hilft bei der Berufswahl“ lassen erkennen, dass viele Schüler*innen den Tag als zielführend empfunden haben. Auch die Mittagspause wird von den Schüler*innen zum informellen Austausch mit den Studierenden der Ingenieurwissenschaften gerne und rege genutzt. Diese Verzahnung von praktischen Erfahrungen in der Werkstatt und den Laboren und der Austausch mit angehenden und forschenden Ingenieur*innen ist es, der das Praktikum für die Schüler*innen so gewinnbringend macht.

Gute organisatorische Abläufe wie ein effizientes Anmelde- und Buchungsmanagement tragen sehr zum Gelingen solcher Angebote bei. Bei den KAoA-Tagen erfolgte die Anmeldung zunächst über ein kommunales Online-Buchungssystem, das die Angebote aus der Region bündelte [12]. Die Anbieter konnten Daten bzw. Tage, die sie anbieten wollten, unkompliziert online einstellen. Die Lehrer*innen und Eltern waren in den Buchungsprozess involviert, und die Anmeldungen mit den erforderlichen persönlichen Kontaktdaten der Schüler*innen wurden über das Portal direkt an die Unternehmen bzw. Institutionen weitergeleitet. Auch die Zu- und Absagen zu Bewerbungen für die Praktikumstage erfolgten über das zentrale Onlinetool bzw. per E-Mail. 2019 stellte die Stadt Bochum jedoch den Betrieb des Buchungsportales überraschend ein. Die zentrale Ausbildungsstelle der RUB hat daher in Kooperation mit den IT-Services nun ein eigenes Online-Anmeldeverfahren aufgesetzt, das genutzt werden soll, sobald die im Zuge der Corona-Pandemie ausgefallenen KAoA-Tage wieder stattfinden können.

Eine weitere Herausforderung ist die Bekanntmachung der spezifischen Angebote und die Ansprache spezieller Zielgruppen. Der Anteil der weiblichen Teilnehmenden lag im Jahr 2018 bei 13 Prozent – und damit in einer ähnlichen Größenordnung wie der Frauenanteil in technischen Studiengängen. Auch im Folgejahr konnte der Anteil leider nicht gesteigert werden. Daher muss davon ausgegangen werden, dass es bislang nicht gelungen ist, vermehrt Mädchen anzusprechen. Die bisherigen Teilnehmenden haben zum Großteil über die Onlinebuchungsplattform vom Angebot der RUB erfahren. Ein Ansatz war es daher, die Beschreibung des Angebotes auf der Online-Plattform zu optimieren und um eine explizite Ansprache von Mädchen zu ergänzen. Dies konnte jedoch 2019 aufgrund unklarer Zuständigkeiten zunächst für die Administration der Online-Plattform und dann durch das Abschalten der Online-Plattform durch die Stadt Bochum nicht umgesetzt werden. Hier liegt weiterhin

eine Herausforderung, die Rahmenbedingungen so anzupassen, dass sich mehr Mädchen angesprochen fühlen und sich – wenigstens für einen Tag – einmal mit technischen Berufsfeldern beschäftigen.

Eine weitere Idee aus dem Jahr 2018 war es, die Präsentationen der Studieninformationen am Tag zielgruppengerechter, also niedrigschwelliger und kürzer zu gestalten und mit Videosequenzen aufzulockern. Dies wurde für 2019 in allen Durchgängen realisiert und kam bei den Schüler*innen gut an.

Bei der Durchführung solcher Angebote ist eine gute Begleitung der Schüler*innen durch Studierende oder Mitarbeitende wichtig, um auf gruppendynamische Effekte angemessen reagieren zu können. Da die Schüler*innen sich zwar die Stelle für ihre Praktikumstage selbst suchen, die Tage an sich jedoch verpflichtend sind, kann nicht grundsätzlich von einer hohen Motivation aller Schülerinnen und Schüler ausgegangen werden. Spätestens zur Mittagspause und nach der praktischen Arbeit in der Werkstatt sind die Schüler*innen meist so in ihrem neuen Umfeld und in der Gruppe angekommen, dass die Stimmung lockerer wird und manche dann weniger konzentriert sind oder auch beginnen, Regeln auszutesten. Insbesondere, wenn sich Teilnehmende bereits kennen, weil sie befreundet sind oder die gleiche Schule besuchen, können sich für die Gesamtgruppe störende Effekte ergeben.

Hier ist von den begleitenden Studierenden und Mitarbeitenden ein gewisses pädagogisches Fingerspitzengefühl gefragt, um die Sicherheit auf dem Campus und in den Laboren sicherzustellen bzw. einen umsichtigen Umgang mit zum Teil empfindlichem Equipment zu gewährleisten. Ein gewisses Verständnis für Jugendliche und im Idealfall Vorbildung oder Vorerfahrungen im pädagogischen Bereich sind daher von großem Vorteil, um konstruktiv und angemessen auch mit solchen Situationen umzugehen. Im Vorfeld der Durchführung sollten Treffen auch mit den begleitenden Studierenden stattfinden, um sowohl den inhaltlichen Ablauf zu besprechen als auch auf den richtigen Umgang mit störenden oder auch sehr schüchternen Schülern*innen hinzuweisen. All dies trägt zu einem entspannten Ablauf für alle Beteiligten bei.

Praktikum AllesING! – Studien- und Berufsorientierung in der Oberstufe

Dieses zweiwöchige Praktikum dient der Studien- und Berufsorientierung und richtet sich an Schüler*innen der gymnasialen Oberstufe. Eine Vielzahl von Schulen haben ein solches Praktikum als Standardelement der Berufsorientierung in der Einführungsphase der gymnasialen Oberstufe etabliert. Zumeist liegen die von den Schulen vorgegebenen Zeiträume kurz vor den Halbjahreszeugnissen oder vor den Sommerferien, d. h. Ende Januar bzw. Ende Juni.

Das Praktikum AllesING! wird in den ingenieurwissenschaftlichen Fächern der Ruhr-Universität Bochum (RUB) durchgeführt und bietet, wie der Name schon anklingen lässt, Einblicke in die Ingenieurwissenschaften. An der RUB sind dies die drei großen Bereiche Bau- und Umweltingenieurwesen, Maschinenbau sowie Elektro- und Informationstechnik. Zur konkreten Studienorientierung nehmen die

Schüler*innen an Vorlesungen und Übungen teil. Darüber hinaus werden umfassende Informationen zu Studienmöglichkeiten in den drei Fakultäten gegeben. Durch die Integration von praktischen Arbeiten in der mechanischen Ausbildungswerkstatt, einem Jobshadowing bei Ingenieuren*innen in den technischen Dezernaten – also der Begleitung eines Mitarbeitenden in seinem/ihrem Arbeitsalltag – sowie gebündelte Informationen zu Berufsbildern und Beschäftigungsstrukturen bietet das Praktikum auch eine Reihe von Elementen zur Berufsorientierung. Weiterhin sind Versuchsdemonstrationen sowie die Durchführung von eigenen Versuchen in virtuellen Laboren integriert.

Das Konzept des Praktikums sieht weiterhin vor, dass die Jugendlichen mit Vertreter*innen der Fächer aus Studium, Lehre, Wissenschaft und Arbeitswelt in den Austausch kommen. Hierzu werden Treffen mit Studierenden der Fachschaften organisiert und Begegnungen mit Promovierenden und an der RUB tätigen Ingenieure*innen ermöglicht. Weiterhin werden Einblicke ins Arbeitsumfeld Labor und Werkstatt gegeben. Einzelne Stunden mit freier Einteilung ermöglichen zusätzliche individuelle Begegnungen auf dem Campus. Dies bietet den Schüler*innen die Chance, Erfahrungen zu machen, die eine Einschätzung der sogenannten Passung verbessern können. Als Passung wird eine „erlebte Übereinstimmung von eigenen Vorlieben und Wünschen mit der erlebten Studien- und Arbeitsumwelt“ bezeichnet [13]. Ein hohes Maß an erlebter Übereinstimmung gilt als ein wichtiges Kriterium für den Verbleib im Studium [14] und ist insofern für die Wahl des zukünftigen Studien- und Berufswegs von großer Bedeutung. Vor diesem Hintergrund ist es besonders wertvoll, wenn es solchen Orientierungs- und Informationsangeboten gelingt, Erfahrungen zu ermöglichen, die eine Einschätzung der Passung erlauben.

Gerahmt wird das Praktikum durch eine strukturierte Betreuung und integrierte Reflexionsphasen. Durch die Beteiligung der drei ingenieurwissenschaftlichen Fakultäten der RUB wird eine große Bandbreite ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge abgedeckt und ein umfassender inhaltlicher Überblick geboten mit der Möglichkeit, auch auf individuelle Fachinteressen eingehen zu können. Da es sich bei den Teilnehmenden um Schüler*innen der Oberstufe handelt, die zumeist 16 oder 17 Jahre alt sind, kann im Vergleich zu den KAoA-Tagen von einer größeren Selbstständigkeit der Teilnehmenden ausgegangen und die Tage freier geplant werden. So bieten sich mehr Möglichkeiten für die Schüler*innen, individuelle Schwerpunkte zu setzen und eigene Erfahrung mit Studierenden und auf dem Campus zu machen.

In der Evaluation nach Ende des Praktikums wurden die Schüler*innen in den Durchläufen 2018 und 2019 zu ihren Einschätzungen zu den einzelnen Elementen des Praktikums befragt. Darin wurde jeweils unterschieden, ob das Element „Spaß gemacht hat“, es „als wertvoll für die berufliche Orientierung angesehen wird“ und ob „der Zeitaufwand für das Element als angemessen empfunden“ wurde. Darüber hinaus wurde nach Erwartungen im Vorfeld, der Zufriedenheit mit der Betreuung und einer Gesamtbewertung gefragt. Freitextfelder ermöglichten individuelle Rückmeldungen.

Die verschiedenen Praktikumselemente wurden von den Teilnehmenden in beiden Durchläufen überwiegend als motivierend und sinnvoll erlebt. Generell haben die Schüler*innen sich an der RUB sehr wohl und insgesamt gut betreut gefühlt.

Ein paar kritische Anmerkungen bzw. Verbesserungsvorschläge gab es für organisatorische Details, wie den zeitlichen Umfang bestimmter Elemente oder ihre Verteilung auf die einzelnen Praktikumstage. Als Gesamtnote wurde das Praktikum von den teilnehmenden Jugendlichen sowohl 2018 als auch 2019 mit der Schulnote „sehr gut“ bewertet. In den Freitextrückmeldungen war zu erkennen, dass dem Praktikum und seinen Organisator*innen von einem Großteil der Teilnehmenden hohe Wertschätzung entgegengebracht wird. Dies stimmt mit den persönlichen Rückmeldungen im Verlauf überein.

Die Besonderheit im Vergleich zu einem klassischen Betriebspraktikum oder einem reinen Hochschulpraktikum liegt hier für die Teilnehmenden in der engen Verzahnung von Informationen und Erfahrungen zu Beruf und Studium. So kann das Praktikum sowohl Informationen zum Ziel (Beruf) als auch zum Weg (Studium) bieten und gibt somit umfassende Orientierung.

Die Einbindung weiblicher Role-Models während der Praktika, etwa durch gezielt geplante Vorträge von Ingenieurinnen und Gespräche mit Studentinnen, wurde von den Teilnehmerinnen stets positiv beurteilt. Die sehr positiven Evaluationen lassen erwarten, dass die jungen Frauen, die am Praktikum teilgenommen haben, auch eine positive Motivation aus ihm mitnehmen. Die angestrebte Verbreiterung der Ansprache von bisher unterrepräsentierten Gruppen konnte bislang jedoch nur bedingt erreicht werden. Während 2018 von den insgesamt 7 Teilnehmenden zwei weiblich waren, nahmen 2019 auch zwei Mädchen teil, was aber bei der aufgestockten Teilnehmendenzahl von 19 Personen einen deutlich geringeren Anteil ausmacht. Der Anteil der (zunächst) angemeldeten Mädchen im Jahr 2020 war deutlich höher und lag im März bei 4 von 7 Anmeldungen insgesamt. Ein echter Trend oder spezifische Aussagen lassen sich daraus nicht ableiten. Als Schlüsselement wird hier die Ansprache in den Schulen angesehen, da zu beobachten war, dass eine persönliche Präsenz von Kontaktpersonen in den Schulen und die Bekanntmachung des Praktikums durch diese vor Ort zu höheren Anmeldequoten führte.

Webikum AllesING! – Besonderheiten und Weiterentwicklung im digitalen Semester

Im Zuge der Kontaktbeschränkungen während des durch die Corona-Pandemie verursachten digitalen präsenzlosen Sommersemesters 2020 wurde das Praktikum in einer neuen Form als Web-Praktikum (Webikum) angeboten. Im Vorfeld wurden diese Änderungen des Praktikums in ein Onlineformat den potentiellen Teilnehmenden per E-Mail und in einer Webkonferenz vorgestellt. So wurde für alle eine gewisse Transparenz geschaffen. Während des Praktikums gelang es, sowohl einige praktische als auch kommunikative Elemente des Praktikums in virtuelle Formen zu transferieren. Gearbeitet wurde hier mit asynchronen Einheiten, die die Schüler*innen selbstständig in moodle bearbeiten konnten, sowie mit synchronen Webkonferenzterminen, bei denen die Teilnehmenden Gelegenheit zum Austausch mit Studie-

renden, Forschenden und Lehrenden der Ingenieurwissenschaften hatten. Einblicke in das Studium und die Arbeit von Ingenieur*innen erhielten die Schüler*innen durch Vorlesungsmitschnitte, Youtube-Videos von ELLI und der RUB sowie durch virtuelle 360°-Laborrundgänge.

Bedingt dadurch, dass viele Schulen die Praktika komplett aus dem laufenden Schuljahr gestrichen haben und die Schüler*innen mit der ungewohnten Situation noch nicht vertraut waren, sind von den ursprünglich für dieses Jahr angemeldeten sieben Interessierten nur drei Schülerinnen dabeigeblichen. Die drei Schülerinnen haben jedoch alle stattfindenden Webkonferenztermine wahrgenommen und sich im Praktikum sehr engagiert. Alle Teilnehmerinnen haben das Webikum am Ende als sehr gewinnbringend und informativ beschrieben. Besonders gut gefallen haben den Teilnehmerinnen auch in diesem Jahr wieder die direkten Gespräche mit Studierenden und Mitarbeitenden der Ingenieurwissenschaften.

Zur Verdeutlichung der unterschiedlichen Formate sind diese in der folgenden Tabelle noch einmal kurz zusammengefasst:

Tabelle 2: Übersicht entwickelter Formate

Format-bezeichnung	Kurzbeschreibung	Zielgruppe	Umfang
Praktikum AllesING!	Schüler*innen erhalten Einblick in die Ingenieurwissenschaften und lernen das Campusleben kennen durch: <ul style="list-style-type: none"> – Austausch mit Forschenden, Mitarbeitenden und Studierenden – Vorträge mit Infos zu Studium und Beruf – Besuch von Vorlesungen und Übungen – Besichtigung von Laboren – praktisches Arbeiten, Job-Shadowing wurde ermöglicht. 	Schüler*innen in der Oberstufe	2 Wochen
Webikum AllesING!	digitales Alternativangebot zum Praktikum AllesING!, im Zuge der Corona-Pandemie 2020 konzipiert. Das Webikum enthält: <ul style="list-style-type: none"> – Online-Austausch mit Forschenden, Mitarbeitenden und Studierenden per Zoom – Vorträge mit Infos zu Studium und Beruf – Einblick per moodle in Online-Vorlesungen – Einblick in Labore per interaktiven 360°-Rundgang – Umfangreiche Informationen zu Studium und Beruf im zugehörigen moodle-Kurs 	Schüler*innen in der Oberstufe	Online-Austausch (synchron): in Summe ca. 8 h aufgeteilt auf 5 Termine Online-Material (asynchron) für ca. 8 h
KAoA-Tage	Gehören zum NRW-Landesprogramm „Kein Anschluss ohne Abschluss“ Schüler*innen: <ul style="list-style-type: none"> – lernen den Campus kennen – erhalten Information zu Ausbildung und Studium – arbeiten in der Lernwerkstatt – erhalten Einblick in Forschungslabore – tauschen sich mit Auszubildenden und Studierenden aus 	Schüler*innen der Mittelstufe; KAOA-Tage finden i. d. R. in Klasse 8 statt	1 Tag

3 Lessons Learned

Solche Angebote sind keine Selbstläufer, sondern es braucht passende Inhalte und Formate, eine gezielte Bekanntmachung bzw. Werbung sowie eine gute Organisation. Folgende organisatorischen Elemente und Vorgehensweisen haben sich in der Praxis bewährt:

- ❖ **Ansprache und Bewerbung der Angebote an den Schulen:**
 - Generell sind lebendige Kooperationsbeziehungen der Universität zu umliegenden Schulen, möglichst verbunden mit personeller Kontinuität der Ansprechpartner*innen, ein wesentliches Erfolgskriterium für die Ansprache von Schüler*innen – auch wenn die Kontaktpflege zeit- und arbeitsaufwendig ist.
 - Informationen über bestehende Kontakte und Informationskanäle einbringen. Für die hier vorgestellten Formate, die Angebote für „Pflichtpraktika“ bereitstellen ist es besonders hilfreich, wenn diese auf zentralen Infoveranstaltungen der Schulen für die jeweiligen Jahrgangsstufen direkt vorgestellt werden. Hier ist eine frühe Kontaktaufnahme, möglichst ein Jahr im Voraus, bei den Schulen sinnvoll. Ein enger Kontakt zu z. B. den Praktikumsbeauftragten, die es an jeder Schule gibt, ist von Vorteil.
 - Für die Ansprache von bislang unterrepräsentierten Zielgruppen sind „Menschen vor Ort“ wichtig. Dies können Praktikumsbeauftragte, Fachlehrer*innen oder auch spezifische Kontaktpersonen wie die Talent Scouts sein, die an den Schulen gezielt junge Frauen und Schüler*innen aus Nicht-Akademikerfamilien ansprechen und motivieren können.
- ❖ **Anmeldung und Teilnehmendenverwaltung**
 - Für die Tagespraktika, die sich an Schüler*innen der Mittelstufe richten und eine größere Anzahl an Plätzen bzw. Teilnehmenden (> 25 Plätze pro Jahr) administriert werden müssen, ist eine (teil-)automatisierte Online-Plattform zur Bewerbung sehr zu empfehlen.
 - Für Formate, die sich an Schüler*innen in der gymnasialen Oberstufe richten und für die nicht mehr als ca. 20 Teilnehmendenplätze zu verwalten sind, hat sich ein Verfahren mit E-Mail-Bewerbung inklusive kleinem Motivationsschreiben bewährt. Zum einen, weil die Schüler*innen damit dann auch schon erste Erfahrungen mit dem Formulieren von Bewerbungsschreiben machen (müssen), zum anderen, um bei hohem Bewerber*innenandrang ein qualitatives Platzverteilungsverfahren durchführen zu können.
- ❖ **Rahmenbedingungen**
 - Die Gruppengröße sollte angemessen sein. Auf der einen Seite ist es sehr schön, wenn die Gruppen groß genug sind, dass sich ein Gruppengefühl entwickeln kann und der Betreuungsaufwand angemessen bleibt. Auf der anderen Seite sind sowohl die räumlichen Kapazitäten in den Blick zu nehmen (in Laboren oder bei Versuchen sind zumeist zehn Personen die Ober-

grenze) als auch möglich soziale Dynamiken, die sich in kleineren Gruppen leichter beobachten und regeln lassen als in großen.

- Das Angebot zu festgeschriebenen (Pflicht-)Zeiten hat sich bewährt. So sind die Fristen und Rahmenbedingungen klar und für alle Beteiligten gut kalkulierbar und die Angebote vonseiten der Universität in einem gewissen Rahmen standardisierbar. Dies erspart Koordinationsaufwand, ermöglicht kontinuierliche Kooperationsbeziehungen und dient der Effizienz.
 - Für die ausdifferenzierte Planung der Wochen hat sich ein Stundenplan für die Teilnehmenden zur besseren Übersicht bewährt. Ideal ist es, wenn dieser (auch) über eine Lernplattform (beispielsweise moodle) bereitgestellt wird, sodass die Schüler*innen diese bereits kennenlernen und von überall auf die Informationen zugreifen können. Für Präsenzformate sollten Basisinformationen wie ein Ablaufplan auch in Papierform bereitgestellt werden, da nicht davon ausgegangen werden kann, dass alle Teilnehmenden über eigene Geräte verfügen, die einen Onlinezugriff vor Ort ermöglichen.
 - Explizite Absprachen und das Klären von Regeln sind wichtig. Ggf. kann man bekannte Mechanismen aus der Schule wie etwa Anwesenheitslisten nutzen. Dies schafft ein Bewusstsein für das Einhalten von Abmachungen und fördert den gegenseitigen respektvollen Umgang im Zeitraum des Praktikums.
 - Freie Arbeitszeiten ermöglichen es den Schüler*innen, den Campus selbst zu erkunden oder Begegnungen mit Studierenden und Mitarbeitenden selbst zu gestalten. Auch etwa der Besuch der Vorlesungen kann so individuell geplant und nach den jeweiligen Vorlieben der Teilnehmenden gestaltet werden. Zur Übersicht empfiehlt sich eine Liste mit für fachfremde Anfänger geeigneten Inhalten. Dies ist nicht immer einfach, da die von den Schulen für Praktika präferierten Zeiten – Januar oder Juni/Juli – die Endzeiten der Hochschulsemester markieren. Im Zuge des Corona-Sommersemesters wurden mittlerweile aber viele Vorlesungen aufgezeichnet und eine Reihe an Materialien für die Online-Nutzung entwickelt. So können nun Vorlesungsmitschnitte oder andere E-Learning-Elemente genutzt werden, um Einblicke in die Anfänge des Semesters zu geben, obwohl dieses schon vorbei ist. Was die Auswahl der Materialien angeht, sind die Einschätzungen von Studierenden der jeweiligen Fächer oft sehr hilfreich.
- 📌 Organisation an der Universität vor Ort:
- Für Begegnungen mit Studierenden und Forschenden müssen im Vorfeld ausreichend Räume gebucht werden. Am einfachsten für die Schüler*innen, die sich auf dem Campus erst neu orientieren müssen, ist es, wenn man sich immer im selben Raum treffen kann und so eine räumliche Kontinuität für sie schafft. Dies kann unter dem laufenden Semester bzw. zu Klausurzeiten schwierig sein. Deshalb sollten entsprechende Räume möglichst frühzeitig gebucht werden.

- Für Verköstigung in der Mensa sind ggf. Absprachen mit den Betreibern zu organisieren und Regeln einzuhalten. An der RUB waren diese z. B.: Mitführen und Vorzeigen eines Schülerschweises und Namensschild mit Name und Funktion (z. B. Schülerpraktikant*in ELLI) für Berechtigung zu günstigen Preisen.
- Zur besseren Orientierung auf dem Campus sollten (je nach Alter der Schüler*innen) im Vorfeld Sammelpunkte eingerichtet und/oder das Abholen der Teilnehmenden durch Hilfskräfte organisiert werden. Auch Anfahrtsbeschreibungen für die Eltern und Lagepläne erleichtern allen die Orientierung auf dem Campus.

Literatur

- [1] Institut der deutschen Wirtschaft Köln (2016). *MINT-Frühjahrsreport 2016 – Herausforderungen der Digitalisierung: Gutachten für BDA, BDI, MINT Zukunft schaffen und Gesamtmetall*. Köln. [Online]. Available: https://mintzukunftschaefen.de/wp-content/uploads/2018/05/final_mint-fruehjahrsreport_2016.pdf.
- [2] Bundesministerium für Bildung und Forschung. (2008). *Memorandum zum nationalen Pakt für Frauen in MINT-Berufen*. Berlin. [Online]. Available: <https://www.komm-mach-mint.de/content/download/789/file/Memorandum.pdf>.
- [3] Bundesagentur für Arbeit. (2019). *Statistik der Bundesagentur für Arbeit, Berichte: Blickpunkt Arbeitsmarkt – MINT-Berufe, Nürnberg*. [Online]. Available: https://statistik.arbeitsagentur.de/DE/Statischer-Content/Statistiken/Themen-im-Fokus/Berufe/Generische-Publikationen/Broschuere-MINT.pdf?__blob=publicationFile&v=5.
- [4] Bundesministerium für Bildung und Forschung. (2012). *Perspektive MINT: Wegweiser für MINT-Förderung und Karrieren in Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik*. Berlin. [Online]. Available: https://www.bmbf.de/upload_filestore/pub/perspektive_mint.pdf.
- [5] C. Heine, J. Egel, C. Kerst, E. Müller, S.-M. Park. (2006). *Bestimmungsgründe für die Wahl von ingenieur- und naturwissenschaftlichen Studiengängen: Ausgewählte Ergebnisse einer Schwerpunktstudie im Rahmen der Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands*, ZEW-Dokumentation Nr. 06–02, Mannheim. [Online]. Available: <ftp://ftp.zew.de/pub/zew-docs/docus/dokumentation0602.pdf>.
- [6] zdi-Landesgeschäftsstelle der Gemeinschaftsoffensive Zukunft durch Innovation.NRW (2019). *zdi-Schülerlabore in NRW – Angebote und Profile*, Düsseldorf. [Online]. Available: https://www.zdi-portal.de/wp-content/uploads/2019/03/190313_zdi_Broschuere_Slab_web.pdf.
- [7] Ruhr-Universität Bochum. (2018). *Junge Uni: Schulprojekte an der Ruhr-Universität Bochum*. Bochum. [Online]. Available: https://studium.ruhr-uni-bochum.de/sites/default/files/2019-01/jungeuni_broschuere2018.pdf.

- [8] NRW-Zentrum für Talentförderung. (2020, Okt. 10). *Aufgaben des NRW-Talentzentrums* [Online]. Available: <https://www.nrw-talentzentrum.de/talentzentrum/aufgaben/>.
- [9] U. Berbuir, B. Böhm, „Praktikum ‘AllesING!’ – passgenaue Praktika an der Universität zur Berufs- und Studienorientierung in technischen Berufsfeldern“, in *Technische Bildung im Kontext von Digitalisierung/ Automatisierung – Tendenzen, Möglichkeiten, Perspektiven. Wege zu technischer Bildung*, M. Petersen, G. Kamasch, Eds. 14. Ingenieurpädagogische Regionaltagung 2019. IPW, Berlin 2020.
- [10] U. Berbuir, A. Hoffmann, „Praxistage an der Uni – passgenaue Praktika an der Universität zur Berufs- und Studienorientierung in technischen Berufsfeldern“, in *Diversität und kulturelle Vielfalt – Differenzieren, Individualisieren – oder Integrieren?* A. Dederichs-Koch, A. Mohnert, G. Kamasch, G. (Eds.). *Wege zu technischer Bildung*, 13. Ingenieurpädagogischen Regionaltagung 2018, IPW, Berlin 2019.
- [11] Ministerium für Arbeit, Integration und Soziales des Landes NRW. (2012). *Kein Abschluss ohne Anschluss. Übergang Schule – Beruf in NRW. Zusammenstellung der Instrumente und Angebote*, Düsseldorf. [Online]. Available: http://www.berufsorientierung-nrw.de/cms/upload/uebergang_gesamtkonzept_instrumente.pdf.
- [12] Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Soziales (NRW), Ministerium für Schule und Bildung (NRW). (2017). *Berufsfelderkundung: Schülerinnen und Schüler erleben Praxis – zur beruflichen Orientierung*. Düsseldorf, S. 15/16 [Online]. Available: <https://broschueren.nordrheinwestfalendirekt.de/herunterladen/der/datei/mags-themen/heft-bfe-webversion-pdf/von/berufsfelderkundung/vom/mags/2802>
- [13] C. Nobbe, L. J. Jansen, “Welchen Beitrag können Matching-Systeme für mehr Nachhaltigkeit im Recruiting leisten? Kriteriumsvalidierung eignungsdiagnostischer Tests des Matching-Anbieters Talerio“, in *Nachhaltigkeit im interdisziplinären Kontext*, SRH Fernhochschule, Eds. Berlin: Springer, pp. 105–128, 2019.
- [14] S. Klöpping, M. Scherfer, S. Gokus, S. Dachsberger, A. Krieg, A. Wolter, R. Bruder, W. Ressel, E. Umbach (Eds.). *Studienabbruch in den Ingenieurwissenschaften. Empirische Analyse und Best Practices zum Studienerfolg*. acatech, München, 2017.

Talente fördern – Hochschulzugänge ebnen: Beratungs- und Informationsangebote zur Potentialförderung und Profilbildung in den Ingenieurwissenschaften

JULIA KNOCH, KATHARINA ZILLES

Auf einen Blick

- ❖ In diesem Beitrag werden Erfahrungen in der Konzeption und Umsetzung von Informations- und Beratungsangeboten für Ingenieurstudierende vorgestellt. Im Spezifischen werden Angebote beschrieben, die a) für Studieninteressierte konzipiert sind, die bereits einen beruflichen Abschluss vorweisen und b) für Studierende, die sich über die Möglichkeiten der Studienfinanzierung mittels eines Stipendiums informieren.
- ❖ Alle Erkenntnisse zur Organisation der zielgruppenspezifischen Beratungen, die den Zugang zu ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen und den Aufbau einer Stipendienkultur fördern, sind in diesem Beitrag zusammengefasst.
- ❖ Neben organisatorischen und strukturellen Rahmenbedingungen beschreibt der Artikel auch Aspekte der praktischen Umsetzung, insbesondere Vernetzungsaktivitäten mit dezentralen, zentralen und externen Akteur*innen.
- ❖ Auch wird auf Umsetzungsmöglichkeiten der Stipendienberatungen während der Corona-Pandemie eingegangen. So thematisieren Stipendienberatungen immer auch Identität, Lebensgeschichte und -pläne der Interessierten. Ein vertrauensvolles Setting ist für den Austausch zwischen Berater*in und Beratungssuchendem*r elementar wichtig. Dies ist unter Corona-Bedingungen, insbesondere bei Erstkontakt, schwieriger zu leisten.

1 Problemstellung

Die Erhöhung von Studienerfolgsquoten in ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen ist ein zentrales hochschulpolitisches Ziel [vgl. 1, S. 5 und 10]. Die Fragestellung, ob Studieninteressierte ein Studium aufnehmen und es abschließen, ist mit Herausforderungen auf gesellschafts- und hochschulpolitischer Ebene verbunden. Dies betrifft zum Beispiel die Sicherung der Studienfinanzierung oder Möglichkeiten zur frühzeitigen beruflichen Profilbildung während des Studiums. Innerhalb ingenieurwissenschaftlicher Fakultäten ist dazu festzustellen, dass Beratungsangebote

zu Studienfinanzierungs- und Profilbildungsoptionen vorwiegend für Studieninteressierte und eingeschriebene Studierende bestehen, die auf dem Ersten und Zweiten Bildungsweg eine Hochschulzugangsberechtigung erworben haben. Für Studierende auf dem Dritten Bildungsweg, d. h. Studierende mit beruflicher Qualifikation, die keine formale Hochschulzugangsberechtigung besitzen, bestehen häufig keine eigenen Beratungs- und Informationsangebote [vgl. 2, S. 26]. Seit März 2009 ist es jedoch bildungspolitisches Desiderat, die Beteiligungschancen an akademischer Bildung für bislang unterrepräsentierte Zielgruppen an Hochschulen zu erhöhen [3]. Dazu gehört es, im Zusammenhang mit dem Bologna-Prozess, der Zielgruppe der Berufstätigen und Studieninteressierten ohne Abitur den Zugang zum Hochschulstudium zu ermöglichen und die Übergangsschritte zwischen Berufstätigkeit und Studienaufnahme mithilfe von zielgruppenangepassten Beratungsangeboten durchlässiger zu machen [vgl. 4 und 5].

Als Arbeitshypothese und Motivation für die entwickelten Maßnahmen im Bereich der Förderung einer Stipendienkultur diene die Annahme, dass Studierende aus der Region der Universitätsallianz Ruhr (UA Ruhr) sich häufiger Hindernissen gegenübersehen, eine Stipendienfinanzierung für ihr Studium zu erhalten, weil ihnen dafür hilfreiche Ressourcen fehlen. Dabei handelt es sich vor allem um Zugang zu Wissen, Fürsprache und praktischer Unterstützung, aber auch zu symbolischen Ressourcen wie Habitus [vgl. 6, S. 55–77]. Neben dem beschränkten Zugang zu Ressourcen ist ferner eine niedrigere regionale Bewerbungszahl von Erstakademiker*innen und neu zugewanderten Studierenden an den Universitäten der UA Ruhr zu beobachten [vgl. 7, S. 1]. Studierende der UA Ruhr bewerben sich im bundesweiten Vergleich in höherem Maße auf Teilstipendien, wie etwa das Deutschlandstipendium statt auf Vollstipendien, wie sie insbesondere über die 13 großen Förderwerke des BMBF vergeben werden [vgl. 6, S. 57]. Diese regionalspezifische Auffälligkeit ist u. a. darauf zurückzuführen, dass Vorschlagsrechte von Schulen und Hochschulen für Leistungsträger*innen nicht in dem Maße in Anspruch genommen werden, wie sie es theoretisch könnten [vgl. 7, S. 1]. Im Bereich ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge fällt dazu eine allgemein geringere Bewerbungsneigung von Studierenden [vgl. 7, S. 1] und im Speziellen von Frauen auf [vgl. 6, S. 56].

Beide Problemstellungen – der Mangel an (Sozial-)Beratungsangeboten für Studierende mit beruflicher Qualifikation und an Stipendienberatungsangeboten in den Ingenieurwissenschaften – werden im Nachfolgenden, d. h. in den Kapiteln „Lösungsansatz“ und „Umsetzung“, einzeln in den Blick genommen, bevor zusammenführende Lessons Learned formuliert werden.

2 Hochschulzugang für beruflich Qualifizierte – Beratung in der Phase des Studieneinstiegs

2.1 Lösungsansatz

Um die Zugänglichkeit und Attraktivität ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge zu verbessern, ist es lohnenswert, niederschwellige Informations- und Beratungsangebote innerhalb ingenieurwissenschaftlicher Fakultäten selbst einzurichten. Niederschwelligkeit meint dabei, dass sich die Beratungsangebote besonders an der Lebensrealität der beruflich qualifizierten Studieninteressierten orientieren und Teilnahmemhemmnisse abgebaut werden, was etwa den zeitlichen Rahmen von Beratungsveranstaltungen betrifft. Ebenfalls ist zu beachten, dass sich die Entscheidungsfindung zur Aufnahme eines Studiums anders als bei Studierenden auf dem ersten und zweiten Bildungsweg gestaltet. Beispielsweise müssen häufig hohe Opportunitätskosten eines Studiums berücksichtigt werden, da fertig ausgebildete und berufserfahrene Personen während des Studiums oft hohe Einkommenseinbußen erleben, was traditionelle Studierende so nicht betrifft [vgl. 8, S. 57]. Auf Ebene der Beratungs- und Informationsangebote selbst ist es förderlich, diese anliegen- und prozessorientiert auszurichten. Klar aufbereitete Informationen auf dem aktuellsten Stand, welche die Studieninteressierten mit beruflicher Qualifikation vor und nach den Informations- und Beratungsangeboten selbst einsehen können, helfen, die Anforderungen an ein technisches Studium transparent einzusehen [vgl. 9 und 10].

2.2 Umsetzung

Um eine aktive Studienverlaufsgestaltung zu fördern, ist es hilfreich, vor und bei Beginn der Studienaufnahme spezielle Informationsveranstaltungen und Beratungsangebote für die o. g. Zielgruppe bereitzustellen [vgl. 11 sowie 12, S. 212]. Die entwickelten Informationsveranstaltungen und Beratungsangebote für Studieninteressierte mit beruflicher Qualifikation werden in Vernetzung mit Akteur*innen der Ruhr-Universität Bochum, der Gemeinsamen Arbeitsstelle RUB/IGM, den sieben Bochumer Hochschulen (unter dem Dach von UniverCity Bochum) und der Agentur für Arbeit Bochum/Herne durchgeführt. Es wurden fünf verschiedene Formate etabliert:

1. Zwei **Informationsveranstaltungen** pro Jahr für **interessierte Bewerber*innen**, in denen die Studienmöglichkeiten ohne Abitur und die Bewerbungs- und Zulassungsmodalitäten für die Zielgruppe der beruflich Qualifizierten dargestellt werden. Während eine Veranstaltung auf dem Campus der Ruhr-Universität Bochum stattfindet, findet die zweite in den Räumen der Agentur für Arbeit Bochum/Herne statt, um eine große Anzahl Interessierter zu erreichen. Neben zukünftigen Ingenieurstudierenden wurden auf Anfrage auch Interessierte anderer Fächer zugelassen.
2. Zwei **Informationsveranstaltungen** pro Jahr für **zugelassene Bewerber*innen**, in denen konkrete Studieneingangsinformationen gegeben werden und eine **Campusführung** für die Teilnehmer*innen der Veranstaltung angeboten wird.

3. Eine **Schulung** pro Jahr, in der die Berufsberater*innen der Agentur für Arbeit über formale Voraussetzungen, Studienfinanzierungsoptionen sowie campusweite Beratungs- und Studienunterstützungsmöglichkeiten für beruflich qualifizierte mit Studienwunsch informiert werden. Die Anzahl der teilnehmenden Berufsberater*innen lag bei durchschnittlich 15 Personen. Als interne Multiplikator*innen mit unterschiedlichen Rollen und Aufgaben transportieren sie das in der Schulung erlangte Wissen in ihre jeweiligen Arbeitsbereiche, d. h. in die Abteilungen für Jugend-Berufshilfe, Akademiker*innenberatung und Integrationsberatung sowie in die Berufsberatungsstellen für die Sekundarstufe 1 und die Sekundarstufe 2.
4. **Vernetzungstreffen** zwischen RUB-Akteur*innen wie der Zentralen Studienberatung, der Zulassungsstelle, der Sozialberatung, den Talentscouts sowie der Gemeinsamen Arbeitsstelle RUB/IGM und den Bochumer Hochschulen, der Agentur für Arbeit Bochum/Herne, dem Talentkolleg Ruhr und der Universität Duisburg-Essen, um sich über herausfordernde und gelingende Bausteine im Maßnahmenfeld auszutauschen.
5. **Individuelle Beratungsangebote** zum Bewerbungsprozedere, zu Fragen der Studienentscheidungsfindung, der Orientierung an der Universität sowie zu Studienfinanzierungsmöglichkeiten über Stipendien. Die Anzahl der individuell begleiteten Studien- und Stipendieninteressierten lag bei 30 bis 35 Personen pro Jahr. Diese nahmen per E-Mail, telefonisch, im Anschluss an eine Informationsveranstaltung oder Schreibwerkstatt persönlichen Kontakt zur Beratungsstelle auf. Die Dauer der Begleitung variierte. Während ein Drittel der Studien- und Stipendieninteressierten ein Beratungsgespräch in Anspruch nahmen, fragten zwei Drittel Folgegespräche an.

Eine höhere Durchlässigkeit zwischen beruflicher und akademischer Bildung wurde von der Ruhr-Universität als förderungswürdiges Ziel erkannt. Zu diesem Zweck wurde das Thema nach mehrjähriger dezentraler Bearbeitung in der Zentralen Studienberatung verankert, um eine dauerhafte, fachübergreifende Ansprechbarkeit für die Anliegen beruflich qualifizierter Studieninteressierter zu schaffen. Erfahrungen mit der Zielgruppe und mit den beschriebenen Beratungs- und Veranstaltungsformaten wurden im kollegialen Austausch weitergegeben.

3 Stipendienberatung zur Förderung spezifischer Potentiale und zur Profilbildung

3.1 Lösungsansatz

Eine Förderung durch ein Studienstipendium bietet finanzielle Planungssicherheit und Entlastung. Dies kann dazu beitragen, dass insbesondere einkommensschwache Studierende – die häufiger auch Erstakademiker*innen und Studierende aus Zuwandererfamilien sind und zu unterrepräsentierten Gruppen gehören – sich leichter

zur Aufnahme eines Studiums entscheiden können. Studieninteressierte und Studierende mit beruflicher Qualifizierung hingegen haben meist nicht zu wenig Geld für das Studium, sondern stehen vor der Herausforderung, das gewohnte Einkommen im Studium nicht mehr zu haben und oft den Lebensstandard senken zu müssen. Die Möglichkeit der Studienfinanzierung über ein Stipendium bietet mehr Planungssicherheit und ermöglicht Raum für Zuverdienste, wobei die Stipendienförderung bei dezidiert als berufs begleitend ausgelegten Studiengängen häufig vonseiten der Geldgeber ausgeschlossen wird. Da oft die bisherige Berufstätigkeit in Teilzeit weiter ausgeübt wird, kann statt eines Vollstipendiums auch die ideelle Förderung durch Begabtenförderwerke attraktiv für die Zielgruppe sein und nichttraditionellen Studierenden den Zugang zu Rollenvorbildern und akademischen Netzwerken eröffnen, der im persönlichen Umfeld nicht gegeben ist. Des Weiteren stellt eine solche Förderung eine Auszeichnung der eigenen Leistung und des vermuteten Potentials dar und eröffnet zusätzliche Bildungs- und Berufschancen über die Studieninhalte hinaus. Bislang sind Gruppen, die besonders von dieser ideellen Förderung profitieren könnten (wie Erstakademiker*innen und an Hochschulen unterrepräsentierte Personen, z. B. mit Migrationshintergrund), als Stipendiat*innen der großen Förderwerke noch unzureichend präsent. Es gilt daher, begabte und leistungsbereite Studierende aus diesen Gruppen gezielt anzusprechen und bedarfsgerecht zu beraten.

3.2 Umsetzung: Aufbau einer Stipendienkultur an der Fakultät Maschinenbau der RUB

Zur Förderung einer aktiven Stipendienkultur an der Fakultät Maschinenbau wurden spezifische Informations- und Beratungsangebote zum Thema „Wege zum Stipendium“ entwickelt. In ihrem Fokus steht die Stärkung des Bewerbungsengagements und der Bewerbungskompetenz aufseiten von Bachelor-, Master- und Promotionsstudierenden. Folgende Angebote wurden aufgebaut:

1. Ein **ein führendes Angebot** pro Jahr in das Thema „Studienfinanzierung und Fördermöglichkeiten“ für **Maschinenbaustudierende im ersten Bachelor-Semester**, in dem zunächst in einem halbstündigen Vortrag mit Fragemöglichkeiten über Stipendien als eine Form der Studienfinanzierung berichtet wird. Im Fokus steht, leistungsstarke und engagierte Studierende auf diese Form der Studienförderung aufmerksam zu machen. Insbesondere gilt es, talentierte Frauen, Erststudierende und Studierende mit Fluchterfahrung zu ermutigen, sich bei geeigneten Förderwerken zu bewerben. Diese Informationsveranstaltung ist Teil der studienbegleitenden Einführungsvorlesung zum Maschinenbaustudium; dargestellte Inhalte werden für alle Studierenden im zugehörigen Moodle-Kurs zur Verfügung gestellt.
2. Vier **Veranstaltungen** pro Jahr für **Bachelor-, Master- und Promotionsstudierende**, in denen zum Konzept „Stipendium“, zu den großen Förderwerken des BMBF, spezifischen Fördermaßnahmen der RUB und den jeweiligen Auswahlverfahren informiert wird. Die Formate werden zu Beginn und Mitte des Jahres

angeboten; sie beinhalten neben informierenden Teilen Einheiten der Gruppenberatung und sind auf jeweils drei Stunden mit Pause ausgelegt. Zwei der vier Veranstaltungen richten sich an Studierende, die bereits an der Fakultät Maschinenbau eingeschrieben sind. Die anderen beiden Veranstaltungen richten sich an Studieninteressierte mit Fluchterfahrung, die nicht bereits Studierende an der RUB sein müssen. Die Veranstaltungen für Studieninteressierte mit Fluchterfahrung halten grundlegendere Informationen zu Akteur*innen und Bewertungskriterien in der Wissenschafts- und Begabtenförderung in Deutschland bereit, da insbesondere das Konzept der weltanschaulichen bzw. partei- oder kirchennahen Stiftungen dieser Zielgruppe zumeist unbekannt und häufig auch suspekt ist. Die Veranstaltungen für Studierende mit Fluchthintergrund werden durch eine*n arabischsprachige*n Mitarbeiter*in des International Office begleitet, um Rückfragen in deutscher und arabischer Sprache zu klären.

3. Zwei **Bewerbwerkstätten** pro Jahr finden für Studierende und Promovierende mit und ohne Fluchterfahrung statt, die eine konkrete Stipendienbewerbung planen. In den vierstündigen Veranstaltungen erfahren die Bewerber*innen, was zu einer vollständigen schriftlichen Bewerbung gehört, wie sie sich auf Auswahlverfahren angemessen vorbereiten und ihre eigenen Stärken darstellen können. Beratungssuchende können eigene Unterlagen, z. B. Lebensläufe, mitbringen und diskutieren.
4. **Individuelle Beratungen**, die einen Großteil der Anfragen ausmachen und als Face-to-Face-Beratung im analogen Raum, als Online-Beratung z. B. per Zoom, per Telefon oder per E-Mail stattfinden. Individuelle Beratungen umfassen 60 bis 90 Minuten und sind als bedarfs- und lösungsorientierte Angebote angelegt.

Im Rahmen der gesamten Maßnahmen findet ein regelmäßiger Austausch mit Akteur*innen zentraler und dezentraler Einrichtungen der RUB statt. In wiederkehrenden Netzwerktreffen erfolgt ein Austausch über wichtige Fragen der weiteren Etablierung einer Stipendienkultur in einzelnen Fakultäten der RUB. Insbesondere kooperiert die Fakultät für Maschinenbau im Bereich der Stipendienberatung seit September 2019 mit dem Förderprogramm „Stipendienkultur Ruhr“, das von der regionalen Bildungsinitiative RuhrFutur getragen wird. Als Pilot-Fakultät innerhalb der Initiative „Stipendienkultur Ruhr“ setzt sich ELLI mit der Maßnahme der Stipendienberatung für die Verbesserung der Zugänglichkeit von Förderangeboten ein und praktiziert eine systematische Verzahnung von Angeboten und Materialien mit dem zentralen Kooperationspartner. Seit April 2020 nutzt die Stipendienberatungsstelle im Maschinenbau das E-Learning-Tool „Werkzeugkoffer Stipendienkultur“ in Moodle, das für alle Pilotfakultäten in vorgenannter Initiative „Stipendienkultur Ruhr“ zugänglich gemacht wurde. Zum einen hält der Werkzeugkoffer für Studierende Informationen bereit, zum anderen bietet er Fakultätsmitarbeiter*innen Informationen zu Stipendienprogrammen, Präsentationsmaterial für Veranstaltungen sowie Handreichungen zum Vorschlagsrecht.

4 Lessons Learned

Die systematische Zusammenarbeit der verschiedenen Akteur*innen und Einrichtungen im Bereich der Beratung und Unterstützung von Studieninteressierten und Studierenden zur Potentialförderung und Profilbildung bildet die Basis für die zielgruppengerechten Angebote. Dabei hat es sich insbesondere bewährt, fakultätspezifische Angebote „vor Ort“ vermittels zielgerechter Vernetzung der zentralen und dezentralen Akteur*innen zu gestalten. Durch Zielgruppenorientierung und systematische Vernetzung der Kooperationspartner können Ressourcen gebündelt und effiziente Beratungs- und Informationsangebote gewährleistet werden. Auf externer, d. h. in diesem Beispiel kommunaler Ebene, konnten durch Zusammenführung der Informationen Angebote entwickelt werden, die an einem zentralen Ort in der Stadt einen allgemeinen und niedrighschweligen Zugang ermöglichen und somit eine breitere Zielgruppe erreichen. Generelle Erfolgsfaktoren der Beratung und Angebote sind die niederschwellige Natur der Angebote für Informationssuchende sowie die gezielte Bereitstellung spezifischer Informationsmaterialien für beruflich Qualifizierte mit Studienwunsch und für Studierende mit Interesse der Studienförderung über ein Stipendium.

In den individuellen Beratungssettings ist zu beobachten, dass neben Sachfragen zu Auswahlprozessen und Bewerbungsmodalitäten häufig persönliche Anliegen von Studieninteressierten und Studierenden vorgebracht werden, wie z. B. Fragen zum Selbstmanagement, zur Organisation des Schreibprozesses sowie zur Selbstmotivation. Generell kann die Balance zwischen allgemeiner und fachspezifischer bzw. individueller Information und Beratung als Herausforderung und Gelingensbedingung gleichermaßen gesehen werden. Hier verstehen bzw. verstanden sich die an der Fakultät angesiedelte Studieneinstiegsberatung für beruflich Qualifizierte und die Stipendienberatung als Beratungsstellen, die einerseits Informationen bereitstellen, andererseits anliegenorientiert arbeiten. Dies bedeutet z. B., dass Selbstwirksamkeitserwartungen, die sich stark unterscheiden können, mit den Studierenden in den Beratungsgesprächen reflektiert werden, indem die Anforderungen der Förderwerke transparent gemacht und Diskussionsrunden mit geförderten Studierenden ermöglicht werden. Ebenfalls wird Beratung zum Umgang mit Scheitern bei einer Bewerbung angeboten. Bei detaillierten Fragen, die juristisch abzusichern sind, wird an die Kooperationspartner*innen der RUB aus den Bereichen der Sozialberatung oder des International Office verwiesen.

Zukünftig ist es im Bereich der Stipendienberatung lohnenswert, Angebote für Lehrende, insbesondere zur Frage, wie Gutachten erstellt werden, Informationsveranstaltungen zu Stipendien, die fortwährend nachgefragt wurden, sowie eine ständige Beratungsmöglichkeit für Stipendieninteressierte in der Fakultät zu etablieren. Dabei bietet es sich an, die Stipendienberatungsstelle stärker in das Feld von studienbegleitender Beratung in der Fakultät für Maschinenbau zu stellen. Dazu könnten auch verstärkt Lerncoaching- und Potentialberatungsangebote gehören. Sach- und anliegenorientierte Sozial- und Stipendienberatung hat in der Fakultät für

Maschinenbau dazu beigetragen, dass einzelne Interessierte ein Studium aufgenommen haben, an der Universität verblieben sind oder ihre Studien- und Lebensbedingungen durch das Finden adäquater Finanzierungsoptionen erleichtert wurden. Während vor Beginn der Maßnahme keine Stipendienbewerbungen vonseiten der Fakultät begleitet wurden, gab es nach Aufnahme der Informationsveranstaltungen 25 bis 30 Beratungskontakte jährlich, häufig im Rahmen einer regelmäßigen offenen Sprechstunde. Wie eng die Begleitung einer eventuell folgenden Bewerbung sein sollte, bestimmten die Studierenden nach ihren Bedarfen und Anlässen.

Es empfiehlt sich, Angebote zur Beratung beruflich Qualifizierter auch zukünftig weiterhin innerhalb der Zentralen Studienberatung zu verankern, wenn zugleich eine Sensibilität in der Fakultät gegeben ist (z. B. durch eine entsprechend informierte Studienfachberatung).

Vor dem Hintergrund der Corona-Pandemie ist es sinnvoll zu erwägen, bestehende analoge Gruppenformate in digitale zu überführen. In Workshops erweist es sich als Erfolgsfaktor, wenn im digitalen Raum verstärkt darauf geachtet wird, dass kontaktfördernde Elemente in diese eingearbeitet werden. Zugleich ist zu empfehlen, informierende Seminarteile in Videokonferenzräumen mit Kleingruppenarbeit in Breakout-Sessions abzuwechseln sowie Seminarzeiten im virtuellen Raum zu verkürzen, in dem Selbstlernbausteine geschaffen werden, die von den Studierenden asynchron bearbeitet werden können.

Literatur

- [1] S. Klöpping, M. Scherfer, S. Gokus, S. Dachsberger, A. Krieg, A. Wolter, R. Bruder, W. Ressel, E. Umbach (Eds.), *Studienabbruch in den Ingenieurwissenschaften: Empirische Analyse und Best Practices zum Studienerfolg*. München: UTZ Verlag, 2017.
- [2] G. Dahm, C. Kerst, C. Kamm, A. Otto, A. Wolter, „Hochschulzugang und Studienerfolg von nicht-traditionellen Studierenden im Spiegel der amtlichen Statistik,“ in *Beiträge zur Hochschulforschung*, Bd. 41/2, pp. 8–32, 2019.
- [3] S. Nickel, B. Leusing, *Studierende ohne Abitur. Entwicklungspotentiale in Bund und Ländern: eine empirische Analyse*. Arbeitspapiere 123. Gütersloh: Bertelsmann (CHE), 2009.
- [4] U. Elsholz, „Studienganggestaltung für beruflich qualifizierte Studierende – Befunde, Begründungen und Implikationen“, in *Durchlässigkeit zwischen beruflicher und hochschulischer Bildung*, B. Hemkes, K. Wilbers, M. Heister, Eds. Bonn: BIBB, pp. 218–232, 2019.
- [5] J. Heibült, E. Anslinger, „Lernerfahrungen und Berufsorientierung von beruflich qualifizierten Studierenden an biografischen Übergängen – Ansätze für Unterstützungsmöglichkeiten auf dem dritten Bildungsweg“, in *Durchlässigkeit zwischen beruflicher und hochschulischer Bildung*, B. Hemkes, K. Wilbers, M. Heister, Eds. Bonn: BIBB, pp. 219–249, 2019.

- [6] Initiative für transparente Studienförderung gUG/Stiftung Mercator (Eds.). (September 2016). *Stipendienstudie 2016. Bildungsförderung in Deutschland: Ungleichheiten beim Zugang zu Stipendien* [Online]. Available: https://www.mystipendium.de/uploads/stipendienstudie_2016.pdf.
- [7] M. Hesse, S. Rehorst, *Presseinformation: Stipendien im Ruhrgebiet: Nicht nur für Überflieger – Stipendienkultur Ruhr tritt für Stärkung des Stipendienwesens an*, [Online], 12. September 2019. Available: https://www.ruhrfutur.de/sites/default/files/publications/PM_2019_09_12_Stipendienkultur%20Ruhr_0.pdf.
- [8] A. Buchholz, B. Heidbreder, L. Jochheim, M. Wannöffel, *Hochschulzugang für Berufstätige – Exemplarisch analysiert am Beispiel der Ruhr-Universität Bochum*. Arbeitspapier 188. Düsseldorf: Hans-Böckler-Stiftung, 2012.
- [9] P. Wagner, M. Zeuch, K. Zilles, J. Knoch, *Studium ohne Abitur. Informationen und Beratungsmöglichkeiten*, 3. Auflage. Broschüre. Fakultät für Maschinenbau: Ruhr-Universität Bochum, 2017. Available: http://www.elli.ruhr-uni-bochum.de/mam/images/brosch%C3%BCre_2017_vol3.pdf.
- [10] P. Wagner, M. Zeuch, K. Zilles, J. Knoch, *Zugangswege zum Studium ohne Abitur, Übersicht*, 3. Auflage. Übersicht. Fakultät für Maschinenbau: Ruhr-Universität Bochum, 2017. Available: http://www.elli.ruhr-uni-bochum.de/mam/content/uebersicht_zugangswege.pdf.
- [11] S. Ekert, „Übergänge in die und innerhalb der beruflichen Bildung – Wie lassen sie sich erleichtern?“, in *Durchlässigkeit zwischen beruflicher und hochschulischer Bildung*, B. Hemkes, K. Wilbers, M. Heister (Eds.). Bonn: BIBB, pp. 168–182, 2019.
- [12] A. Wolter, G. Dahm, C. Kamm, C. Kerst, A. Otto, „Studienerfolg nicht traditioneller Studierender – Kriterien, Performanzen und Bedingungen“, in *Durchlässigkeit zwischen beruflicher und hochschulischer Bildung*, B. Hemkes, K. Wilbers, M. Heister (Eds.). Bonn: BIBB, pp. 199–217, 2019.

Digitale Studienbegleitung und -unterstützung mithilfe des E-Guide StartING

JAN BITTER-KRAHE, INGRID ISENHARDT

Auf einen Blick

- ❖ Digitale Formate zur Begleitung, Beratung und Unterstützung von Studierenden über ihren Student Life Cycle hinweg gewinnen zunehmend an Bedeutung – insbesondere als Ergänzung zu bestehenden analogen Formaten.
- ❖ Innerhalb der Maßnahme E-Guide StartING wurde ein entsprechendes neues, digital gestütztes Konzept entwickelt, umgesetzt und erprobt. Es besteht aus einem Online-Formular zur Sammlung von überfachlichen Fragen zum Ingenieurstudium sowie Social-Media-Videoeinheiten in Form von Interviews mit Ingenieurstudierenden.
- ❖ Die Rezeption eines solchen peer-orientierten Konzepts hängt unter anderem von der ansprechenden Gestaltung der Elemente, den behandelten Themen sowie den persönlichen Erfahrungen der interviewten Studierenden ab. Eine große Reichweite und Wirkung hängen jedoch ebenso zusammen mit einer gezielten Vermarktung.

1 Einleitung und Problemstellung

Über den gesamten Student Life Cycle (Deutsch: Studierenden-Lebenszyklus) hinweg stehen Studierende technischer und ingenieurwissenschaftlicher Fachrichtungen immer wieder vor der Herausforderung, zahlreiche Entscheidungen zu treffen. Der Student Life Cycle umfasst dabei den gesamten Prozess vom Weg in die Universität über die Studieneingangsphase und das Studium bis hin zu einer Antizipation der beruflichen Perspektiven nach dem Abschluss. Die getroffenen Entscheidungen und bewältigten Herausforderungen stellen dabei die Weichen für das (weitere) Studium und die berufliche Zukunft von Techniker*innen und Ingenieur*innen [1], [2].

Um Studierende hierbei zu unterstützen und sie zu befähigen, ihre Studien- und Karrierewege zielstrebig und erfolgreich zu gestalten, existieren an vielen Hochschulen unterschiedliche, zumeist analoge Instrumente zur Begleitung, Beratung und Unterstützung. Ein Mangel besteht jedoch bislang an digital gestützten, innovativen Formaten, mit denen Studierende über ihren Student Life Cycle hinweg zielgerichtet unterstützt und zu seiner individuellen Gestaltung befähigt werden. Derartige Formate bieten insbesondere eine wertvolle Ergänzung zu den etablierten

analogen Instrumenten für eine zukunftsorientierte Gestaltung des Student Life Cycles [1, 2].

Mit einem Schwerpunkt auf der Studieneingangsphase und der Begleitung im Studium werden vor diesem Hintergrund im vorliegenden Beitrag zunächst Chancen und Herausforderungen analoger und digital gestützter Formate zur Studienbegleitung und -beratung diskutiert und aktuelle Praktiken dargestellt (s. Abschnitt 2 des Beitrags). Darauf aufbauend werden im ersten Teil von Abschnitt 3 die Maßnahme E-Guide StartING als Lösungsansatz sowie die ihr zugrunde liegenden Konzepte und Formate erläutert. Im zweiten Teil des Abschnitts werden einige Beispiele für die Umsetzung der Maßnahme E-Guide StartING vorgestellt. Abschließend wird in Abschnitt 4 die Maßnahme kritisch reflektiert und die im Rahmen der Umsetzung erlangten Erkenntnisse (Englisch: Lessons Learned) werden dargestellt. Den Abschluss des Beitrags bilden Handlungsempfehlungen und ein Ausblick.

2 Bestehende Formate zur Begleitung, Beratung und Unterstützung von Studierenden

Wie eingangs beschrieben, existieren an zahlreichen Hochschulen und Universitäten – in Deutschland und weltweit – bereits unterschiedliche analoge Formate zur Begleitung, Beratung und Unterstützung von Studierenden. Hierzu gehören unter anderem persönliche, fachliche und überfachliche Beratungsformate wie beispielsweise allgemeine Studienberatungen [3, 4], Seminare und Workshops für Studierende [5] sowie Mentoring-Programme [6, 7]. Alles in allem bieten diese Formate zwar zahlreiche Vorteile, sind in ihrer Reichweite, Flexibilität und/oder Unterstützungstiefe jedoch begrenzt (s. Tab.1). Zur Reduktion dieser Effekte und Ergänzung bereits etablierter Formate existieren bereits heute vereinzelt digital gestützte Formate, die in unterschiedlichen Hochschulen umgesetzt und erprobt werden. Beispiele hierfür sind virtuelle Studienberatungen [8], Webinare [9] sowie Online-Tutorials und Videos [10]. Spezifische Nachteile von digitalen Formaten umfassen dabei mögliche technische Hürden sowie einen erschwerten individuellen Austausch bzw. Interaktion mit und zwischen Studierenden. Tabelle 1 beinhaltet eine Auflistung von Vor- und Nachteilen sowie Beispiele existierender analoger und digitaler Formate zur Begleitung, Beratung und Unterstützung von Studierenden. Die Vor- und Nachteile sowohl analoger als auch digitaler Formate sind bei der Entwicklung, Umsetzung und Erprobung neuer Unterstützungsangebote für Studierende jeweils zu berücksichtigen.

Tabelle 1: Vorteile, Nachteile und Beispiele analoger und virtueller Formate zur Begleitung, Beratung und Unterstützung von Studierenden im Student Life Cycle

Format		Vorteile	Nachteile
Analog	Beratungsformate (z. B. allgemeine Studienberatung)	<ul style="list-style-type: none"> • Freie Zugänglichkeit • Individualisierbarkeit • Persönliche Beratung • Lösungsorientierung 	<ul style="list-style-type: none"> • Personalintensiv • Lange Wartezeiten • Limitierte Dauer, Umfang und Beratungstiefe
		Beispiel: Allgemeine Studienberatung RWTH Aachen University [11]	
	Seminare & Workshops	<ul style="list-style-type: none"> • Große Thementiefe • Interaktive Formate • Individuelle Erfahrungen • Peer-to-peer-Austausch 	<ul style="list-style-type: none"> • Geringe Themenbreite • Z. T. geringe Bekanntheit • Limitierte Plätze • Geringe Reichweite
		Beispiel: ELLI 2-Seminare, z. B. interkulturelle Kommunikation [12]	
	Mentoring-Programme	<ul style="list-style-type: none"> • Persönliche Begleitung • Stark individualisierbar • Konkrete, gezielte, kurzfristige Unterstützung 	<ul style="list-style-type: none"> • Begrenzter Zeitraum • I. d. R. bestimmte Zugangsvoraussetzungen • Geringe Reichweite
		Beispiel: Aachener Mentoring-Modell [13], [14]	
Digital	Virtuelle Studienberatung	<ul style="list-style-type: none"> • Ähnliche Vorteile wie analoge Beratung • Zeitlich und räumlich flexibler • Größere Reichweite 	<ul style="list-style-type: none"> • Ähnliche Nachteile wie analoge Beratung • Technische Hürden
		Beispiel: Videochat-Beratung Technische Universität München [15]	
	Webinare	<ul style="list-style-type: none"> • Ähnliche Vorteile wie analoge Seminare • Höhere Flexibilität • Größere Reichweite 	<ul style="list-style-type: none"> • Ähnliche Nachteile wie analoge Seminare • Weniger individueller Austausch
		Beispiel: Webinare Technische Hochschule Nürnberg [16]	
	Online-Tutorials & Videos	<ul style="list-style-type: none"> • Zeitlich und räumlich vollständig flexibel • Gezielte Informationen • Potentiell sehr große Reichweite 	<ul style="list-style-type: none"> • Allgemeine Themen • Keine individuellen Fragestellungen • Keine Interaktion
		Beispiel: Online-Tutorials für Studieneinsteiger Technische Universität Berlin [10].	

Grundsätzlich liegt der Fokus der bestehenden digital gestützten Formate zur Unterstützung, Beratung und Begleitung von Studierenden über den Student Life Cycle hinweg insbesondere auf top-down bereitgestellten allgemeinen studiengang- bzw. fachrichtungs-unspezifischen Themen. So mangelt es bislang insbesondere an Angeboten speziell für Studierende der Ingenieurwissenschaften und anderer technischer Studiengänge sowie an peer-orientierten Formaten, bei denen Studierende voneinander auf Basis eigener positiver und negativer Erfahrungen lernen. Dies und die Analyse der oben dargestellten Herausforderungen und Chancen analoger und digital gestützter Angebote zeigt den Bedarf, insbesondere in Bezug auf Techniker*innen und Ingenieur*innen, die bestehenden Formate mit neuen, innovativen Instrumenten zu ergänzen, um den Schwächen zu begegnen und Stärken zu nutzen.

3 Lösungsansatz und Beispielumsetzungen

Auf Basis des im vorherigen Abschnitt dargestellten Bedarfs werden im Rahmen der Maßnahme E-Guide StartING neue Formate und Konzepte entwickelt und erprobt. Die Grundlagen dieses Lösungsansatzes sowie Beispiele für seine Umsetzung werden in den nachfolgenden Teilabschnitten näher erläutert.

3.1 E-Guide StartING als Ergänzung bestehender Formate

Im Zuge der ELLI 2-Maßnahme E-Guide StartING wird – mit einem Schwerpunkt auf der Studieneingangsphase und dem Studium – ein zusätzliches Begleitungs- und Transferinstrument für Studierende technischer und ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge entwickelt und angeboten, das explizit auf digital gestütztes, peer-orientiertes Lernen setzt. Dieses besteht aus zwei Elementen: Das erste Element ist ein allgemein zugängliches Onlineformular, über das Studierende überfachliche Fragen zum technischen bzw. ingenieurwissenschaftlichen Studium einfach stellen können. Das zweite Element sind Social-Media-Videoeinheiten in Form von Interviews mit Ingenieurstudierenden.

Das Online-Formular ist auf der ELLI 2-Webseite eingebunden [17]. Eine prominentere Einbindung an anderer Stelle (z. B. direkt auf den Webseiten der beteiligten Universitäten) ist grundsätzlich denkbar, allerdings verbunden mit einigen bürokratischen Hürden. Aus diesem Grund wurde im Rahmen der Maßnahme zunächst eine projektbezogene Umsetzung fokussiert. Die folgende Abbildung 1 zeigt einen Screenshot des Formulars, das aus einem kurzen Einleitungstext, drei Formularfeldern – E-Mail (optional), Name und Frage – und aus Sicherheitsgründen einem Captcha-Feld sowie einem Absenden-Button besteht. Die erfassten Daten werden DSGVO-konform verarbeitet und ausschließlich für die Beantwortung der Fragen im Rahmen von ELLI 2 verwendet.

Um Studierende gezielt unterstützen zu können, werden eingehende Fragen gesammelt und beantwortet. Dies sollte ursprünglich insbesondere über das zweite Element des E-Guide StartING geschehen. Dieses besteht aus frei zugänglichen Social-Media-Videoeinheiten, die über den YouTube-Kanal von ELLI 2 abgerufen werden können [18]. Aufgrund einer bislang geringen Nutzung des Online-Formulars (eine gestellte Frage, Stand: 23.06.2020) sind die bereits veröffentlichten Videoeinheiten jedoch unabhängig vom Online-Formular entstanden. Die gestellte Frage wurde durch einen Mitarbeiter von ELLI 2 per E-Mail direkt beantwortet.

In den unabhängigen Videoeinheiten werden überfachliche Themen zu technischen und ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen behandelt. Ein Schwerpunkt liegt hierbei insbesondere auf der Vermittlung eigener Erfahrungen von Studierenden im Sinne eines peer-orientierten Role-Modelings. Dabei werden unterschiedliche innovative Videokonzepte erarbeitet und erprobt, um enthaltenes Wissen mit möglichst großer Reichweite darzubieten und die Strahlkraft und Nachhaltigkeit der Maßnahme zu erhöhen.



Stellt hier eure Fragen rund um das Ingenieurstudium

eGuide StartING

Hier könnt ihr eure Fragen rund um das Ingenieurstudium anonym oder unter Angabe eurer Kontaktdaten stellen. Eure Fragen werden gesammelt und in den verschiedenen Formaten, wie bspw. FAQ - Videos, beantwortet.

E-Mail

Name*

Frage*

Captcha



Abbildung 1: Screenshot von Online-Formular des E-Guide StartING

Ein Vorteil dieser Kombination liegt darin, dass spezifische, auf ingenieurwissenschaftliche beziehungsweise technische Studiengänge bezogene Themen behandelt werden können. Hierdurch ermöglicht es das eingesetzte Format, über bestehende Angebote hinauszugehen, deren Fokus insbesondere auf allgemeinen Fragen zum Studium ohne direkten Bezug zu ingenieurwissenschaftlichen und anderen technischen Studiengängen liegt. Darüber hinaus kann die Reichweite derartiger Social-Media-Videoeinheiten sehr groß sein, da diese unabhängig von Beratungsterminen und/oder Veranstaltungen flexibel an jedem Ort und zu jeder Zeit abgerufen werden können. Hierdurch werden zwei der oben beschriebenen Herausforderungen bisheriger Angebote angegangen. Eine tiefergehende praxisorientierte Reflexion des Konzeptes, seiner Umsetzung sowie von Chancen und Herausforderungen erfolgt im letzten Abschnitt dieses Beitrags. Zur weiteren Illustration der entwickelten und erprobten Formate werden im folgenden Teilabschnitt zunächst zwei Beispielumsetzungen von veröffentlichten Social-Media-Videoeinheiten vorgestellt.

3.2 Beispielumsetzung der Videoreihen „42 Fragen an eine*n Ingenieurstudent*in“ und „Studiengang: Unbekannt“

Eine im Rahmen der Maßnahme E-Guide StartING entstandene Videoreihe mit dem Titel „42 Fragen an eine*n Ingenieurstudent*in“ beleuchtet in Form von dynamischen

schen Kurzinterviews wichtige Themen, Herausforderungen und Perspektiven unterschiedlicher Ingenieurstudierender. Die Reihe besteht aktuell aus drei Videoeinheiten beziehungsweise Interviews. Alle drei Einheiten sind gleich strukturiert. Angelehnt an die Videoreihe „73 Questions“ der Zeitschrift Vogue [19] werden den interviewten Studierenden insgesamt 42 Fragen zu unterschiedlichen Themen in schneller Abfolge gestellt. Die Anzahl der Fragen spielt dabei auf Douglas Adams' Science-Fiction-Satire „A Hitch Hiker's Guide to the Galaxy“ (Deutsch: „Per Anhalter durch die Galaxis“) [20] an, in der „42“ die Antwort auf die Frage „nach dem Leben, dem Universum und dem ganzen Rest“ [20] ist. Während die Fragen nacheinander gestellt und beantwortet werden, läuft ein Zähler in der Ecke des Bildes mit. Die Fragen beziehen sich z. B. auf persönliche Erfahrungen, die im Studium gemacht wurden, auf individuelle Empfehlungen an aktuelle und zukünftige Ingenieurstudierende oder auf Schwierigkeiten, die im Rahmen des Studiums gemeistert wurden. Daneben werden zur Auflockerung persönlichere Zwischenfragen gestellt. Hierdurch wird ein breites Spektrum an Themen abgedeckt, welche die Zuschauer*innen bei der Bewältigung eigener Herausforderungen und der zielgerichteten Gestaltung ihres Student Life Cycles unterstützen sollen. Die Fragen wurden dabei durch einen Mitarbeiter von ELLI 2 im Austausch mit Studierenden der RWTH Aachen University auf Basis von Literaturrecherchen und eigener Studiererfahrungen des Mitarbeiters und der Studierenden entwickelt.

Die Interviews wurden jeweils an unterschiedlichen Orten in der Universität (RWTH Aachen University) durchgeführt, um einen direkten Bezug der Zuschauer*innen zu den interviewten Studierenden und deren Studium herzustellen. Im Bild selbst sind ausschließlich die Interviewten zu sehen. Die Interviewerin, die selbst in Aachen studiert, spricht im Voiceover. Hierdurch soll der Fokus explizit auf die Studierenden gelegt werden, um so den Aspekt der Peer-Orientierung hervorzuheben.

Abbildung 2 enthält die Video-Thumbnailns von vier im Folgenden vorgestellten Videos. Die ersten drei Videos – (a) bis (c) – gehören zu der Videoreihe „42 Fragen an eine*n Ingenieurstudent*in“, das vierte Video (d) gehört zu der Videoreihe „Studiengang: Unbekannt“, die im zweiten Teil dieses Teilabschnitts detaillierter dargestellt wird. In den drei Thumbnailns der ersten Videoreihe wird die gemeinsame Bildsprache der Videoreihe zur Erhöhung des Wiedererkennungswertes deutlich. Das vierte Thumbnail hebt sich zur Unterscheidung von den ersten drei Videos deutlich ab.

Die drei Videos der ersten Videoreihe legen jeweils unterschiedliche Schwerpunkte durch die Wahl der Interviewpartner. Im ersten Video wird ein Promotionsstudent (Maschinenbau) befragt. Hierbei geht es insbesondere um die Perspektive von jemandem, der sich nach seinem erfolgreichen Abschluss für einen weiteren Weg in der (Ingenieur-)Wissenschaft entschieden hat. Im Video berichtet der Promotionsstudent unter anderem davon, wie er durch Selbstdisziplin und -organisation trotz schulischer Schwierigkeiten im mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich einen sehr guten Abschluss machen konnte. Über dieses Wissen hat er zudem bereits zwei Bücher veröffentlicht [21, 22].



Abbildung 2: Thumbnails und QR-Codes des ersten (a), zweiten (b) und dritten (c) Videos der Reihe „42 Fragen an eine*n Ingenieurstudent*in“ und des ersten Videos (d) der Reihe „Studiengang: Unbekannt“

Im zweiten Video wird eine Masterstudentin (Umweltingenieurwissenschaften) interviewt. In dieser Einheit wird insbesondere der Aspekt beleuchtet, wie die Studentin als Frau im MINT-Bereich durch ihr Studium kommt und welche positiven und negativen Erfahrungen sie dabei bislang gemacht hat. Durch die fokussierte Perspektive werden die wichtigen und dringenden Themen der Gendersensibilisierung und Gleichstellung innerhalb ingenieurwissenschaftlicher und technischer Studiengänge beleuchtet und anhand persönlicher Erfahrungen greifbar gemacht. Hierdurch sollen sowohl aktuelle und zukünftige Studentinnen im MINT-Bereich bestärkt und unterstützt werden als auch insbesondere Studenten für die Themen Gender und Gleichstellung sensibilisiert werden.

Das dritte Video enthält ein Interview mit einem Bachelorstudenten (Wirtschaftsingenieurwesen). In dieser Einheit wird vor allem der Aspekt Rückschläge und Zweifel im Ingenieurstudium und ein erfolgreicher Umgang mit ihnen thematisiert. Durch die persönlichen Erfahrungen des Studenten werden aktuelle und zukünftige Ingenieurstudierende für mögliche Herausforderungen des Studiums sensibilisiert und bei der zielgerichteten Gestaltung des eigenen Student Life Cycles unterstützt – auch unter schwierigen Bedingungen.

Eine weitere Videoreihe, für die bereits die erste Videoeinheit veröffentlicht wurde, trägt den Titel „Studiengang: Unbekannt“. Auch hierbei werden im Rahmen von Interviews Ingenieurstudierende zu überfachlichen Themen befragt, um ihre persönlichen Erfahrungen aufzunehmen und weiterzugeben. Anders als in der zuvor beschriebenen Videoreihe werden hier jedoch weniger Fragen gestellt und eingebettet, und sie werden ausführlicher beantwortet. Hierdurch wird der Fokus explizit auf den interviewten Studenten gelegt. Auch in dieser Reihe geht es darum, im Sinne eines peerorientierten Transfers eigene Herausforderungen, Erkenntnisse und Empfehlungen offenzulegen und aktuelle und künftige Studierende ingenieurwissenschaftlicher und technischer Studiengänge so zu unterstützen. Analog zur ersten Videoreihe wurden die Fragen wiederum von einem Mitarbeiter in ELLI 2 im Austausch mit Studierenden entwickelt.

Ein wichtiges Element der Videoeinheiten ist der Umstand, dass der Studiengang der Interviewpartner erst zum Schluss preisgegeben wird. Anhand der gestellten und beantworteten Fragen haben Zuschauer*innen innerhalb der letzten Sekunden des Videos die Möglichkeit, für sich selbst die Multiple-Choice-Frage zu beantworten: „Was für einen Studiengang studiert ...?“ Hierdurch wird ein interaktives Element hinzugefügt, um die Interaktion mit dem Video und dadurch seine Reichweite zu erhöhen. In der folgenden Abbildung 3 ist ein Screenshot der gestellten Frage für das erste veröffentlichte Video dargestellt. Innerhalb von YouTube-Videos ist es nicht direkt möglich, Multiple-Choice-Fragen zu beantworten. Aus diesem Grund erscheint die Beantwortung der Frage nach ca. zehn Sekunden. Zuschauer*innen haben so in der Zwischenzeit die Möglichkeit, die Antwort auf die Frage für sich oder als Kommentar unter dem Video zu formulieren.

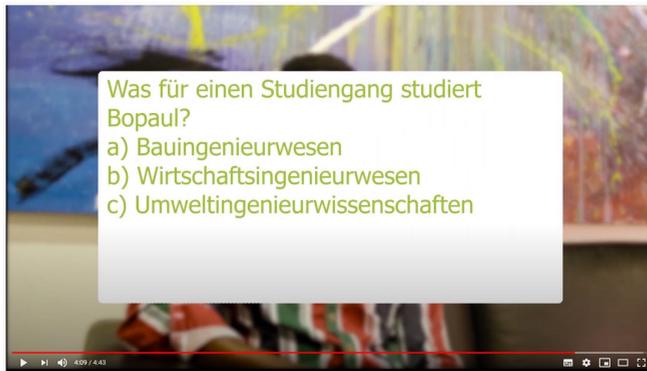


Abbildung 3: Screenshot der Multiple-Choice-Frage im ersten Video der Reihe „Studiengang: Unbekannt“

Im ersten Video wird ein Bachelorstudent (Umweltingenieurwissenschaften) interviewt. Im Interview werden offene Fragen sowohl zum Studiengang als auch zu persönlichen Erfahrungen aus dem Studium gestellt und beantwortet. Hierbei geht es unter anderem um erste Hürden im Ingenieurstudium und wie diese überwunden werden können, um außeruniversitäre Weiterbildungsmaßnahmen und Praktika sowie um die Zukunftsfähigkeit des eigenen Studiengangs. Am Ende des Videos wird auf Basis der oben gezeigten Multiple-Choice-Frage explizit zum Kommentieren des Videos und zum Stellen eigener Fragen zum Ingenieurstudium aufgerufen. Diese können wiederum in neue Videoeinheiten einfließen.

Die vorgestellten Beispiele demonstrieren die Möglichkeit der Umsetzung und Erprobung neuer, digital gestützter und peerorientierter Formate für die Unterstützung Studierender ingenieurwissenschaftlicher und technischer Studiengänge in Bezug auf die Gestaltung ihres Student Life Cycles. Der Lösungsansatz und die Beispielumsetzung basieren dabei auf den Chancen und Herausforderungen bestehender Ansätze, um diese zu ergänzen. Im abschließenden Abschnitt dieses Beitrages wird die Maßnahme E-Guide StartING im Sinne von Lessons Learned kritisch reflektiert, werden Handlungsempfehlungen abgeleitet und wird ein Ausblick gegeben.

4 Lessons Learned

Der der Maßnahme E-Guide StartING zugrunde liegende Lösungsansatz zielt darauf ab, Studierende ingenieurwissenschaftlicher und technischer Studiengänge bei der Gestaltung ihres Student Life Cycles zu unterstützen. Die Schwerpunkte liegen hierbei auf einer großen Reichweite, der Behandlung individueller Themen sowie einem peerorientierten Lernen durch Role-Modeling. Die Erfahrungen mit den umgesetzten Formaten zeigen zum einen, dass diese sich theoretisch zur Erreichung dieser Ziele eignen. In der Praxis ergeben sich zum anderen sowohl positive Erkenntnisse aus der Umsetzung als auch einige Hürden für einen uneingeschränkten Erfolg. Die theoretische Eignung wurde bereits in den vorhergehenden Abschnitten dargestellt.

Zu den positiven Erfahrungen in Bezug auf die Maßnahme und ihre Umsetzung gehört, dass die erhaltenen Rückmeldungen zu den veröffentlichten Videoeinheiten und -reihen durchweg wertschätzend sind. Im Feedback wird sowohl ihre ansprechende Gestaltung hervorgehoben als auch die hilfreiche Unterstützung, die Studierende auf Basis der geteilten Erfahrungen der Interviewten erhalten. Demgegenüber steht jedoch, dass grundsätzlich bislang nicht die gewünschte große Reichweite erzielt werden konnte, wodurch auch nur wenige Rückmeldungen vorliegen. Hierdurch lässt sich somit nicht direkt von wenigen positiven Stimmen auf eine allgemein positive Resonanz schließen. Die bislang relativ geringe Reichweite der Videoeinheiten (insgesamt 566 Aufrufe für alle veröffentlichten Videos, Stand: 23.06.2020) sorgt somit ebenfalls dafür, dass die erwartete Unterstützung von Ingenieurstudierenden weniger umfangreich ausfällt als ursprünglich geplant. Zwar sind die Informationen und Erfahrungen online frei verfügbar – solange diese jedoch nur in geringem Maße abgerufen werden, dürfte der Effekt auf Student Life Cycles ebenfalls verhältnismäßig gering sein.

Hervorzuheben in Bezug auf die Zahl der Aufrufe ist, dass 77,4% aller Aufrufe, also insgesamt 438 (Stand: 23.06.2020) auf eine einzelne Videoeinheit entfallen. Dies ist die zweite oben beschriebene Videoeinheit (s. Abb. 2, b), in der eine Studentin der Umweltingenieurwissenschaften interviewt wird. Die deutlich höhere Reichweite dieser einzelnen Einheit lässt sich auf zwei Punkte zurückführen: Zum einen werden in dem betreffenden Video insbesondere die hochrelevanten Themen Gender und Gleichstellung innerhalb ingenieurwissenschaftlicher und technischer Studiengänge behandelt, wodurch ein erhöhtes Interesse an diesem speziellen Video bestehen dürfte. Zum anderen wurde das Video – im Gegensatz zu den anderen Videoeinheiten – nicht nur über die projekt- und hochschulinternen Kanäle verbreitet, sondern auch über private Netzwerke der befragten Studentin und einiger Kommiliton*innen. Diese Verbreitung erfolgte insbesondere durch eine große Eigeninitiative und hohes Engagement der Studentin. Hierdurch zeigt sich die Relevanz von Peer-to-peer-Netzwerken und Mund-zu-Mund-Propaganda in Bezug auf größere Reichweiten von Studienberatungs-, -begleitungs- und -unterstützungsangeboten. Es wird zudem deutlich, dass die Vermarktung der Videos im Rahmen des Projektes nicht ausreichend stark fokussiert und vorangetrieben wurde, wodurch insbesondere die-

jenigen Videos, die nicht eigenständig in privaten Netzwerken geteilt wurden, deutlich weniger Aufrufe haben.

Wiederum positiv zu bewerten in Bezug auf alle bislang erstellten Videos ist die Erfahrung, dass die interviewten Studierenden mit großem Engagement zum peer-orientierten Lernen beitragen. Alle Befragten teilen bereitwillig und mit Freude ihre eigenen Herausforderungen, Lösungen sowie Empfehlungen und Hinweise zur erfolgreichen Gestaltung ihres ingenieurwissenschaftlichen Studiums. Hierdurch bietet die angebotene Unterstützung für andere Studierende eine wertvolle Ergänzung zu klassischen professionalisierten Formaten, indem sie auf eigenen Erfahrungen und Besonderheiten basiert. Auch hier leidet jedoch der praktische Nutzen dieser Unterstützung unter der bislang insgesamt relativ geringen Zuschauer*innenzahl.

Ein weiteres Ziel des umgesetzten und erprobten Konzeptes ist die Behandlung individueller Fragen und Themen im Rahmen eines breitenwirksamen Formats. Über das implementierte Online-Formular zur Sammlung solcher Fragen und Themen zum Ingenieurstudium wurde bislang allerdings erst eine Frage übermittelt (Stand: 23.06.2020). Da sich diese jedoch nicht direkt auf das Ingenieurstudium bezog und zudem einfach mit ja/nein per E-Mail beantworten ließ, wurde die Frage nicht in einer der Videoeinheiten behandelt. In diesem Element des Lösungsansatzes zeigt sich somit ebenfalls die Hürde einer mangelnden Reichweite. Das Online-Formular wird zwar über die entsprechenden Projekt- und Hochschulkanäle beworben (Social Media, ELLI 2-Webseite), allerdings offensichtlich nicht von Studierenden genutzt.

Zusammenfassend lassen sich aus den beschriebenen Erfahrungen und erläuterten Hürden einige wertvolle Erkenntnisse und Handlungsempfehlungen ableiten:

- ❖ Ohne besondere Aufwendungen für eine zielgerichtete und konsequente Vermarktung und Verbreitung über unterschiedliche Kanäle (offizielle und private Netzwerke, Newsletter, Online-Präsenzen, Lehrveranstaltungen etc.) erscheint eine hohe Reichweite und Wirkung der entwickelten Videoeinheiten nicht realisierbar.
- ❖ Eine ansprechende Gestaltung mit hohem Wiedererkennungswert (Corporate Design) ruft positives Feedback hervor, reicht jedoch allein nicht aus, um große Zuschauer*innenzahlen zu realisieren. Die tatsächlichen Effekte der Videoeinheiten und ihre Reichweite auf Student Life Cycles können im Rahmen des Projektes nicht erfasst werden.
- ❖ Gesellschaftlich relevante, überfachliche Themen mit individuellem Bezug erreichen eine Vielzahl von Studierenden (z. B. Gender und Gleichstellung) insbesondere dann, wenn sie auf Basis eigener Erfahrungen durch engagierte Studierende klar vermittelt werden.
- ❖ Peer-orientierte Role-Modeling-Ansätze haben hohes Erfolgspotential durch persönliche Erfahrung und Identifikation mit Herausforderungen und Erfahrungen, solange diese auf Augenhöhe und nachvollziehbar vermittelt werden.

Als Ausblick werden die dargestellten Erkenntnisse für die Weiterentwicklung der Formate genutzt, um so langfristig neue, innovative Unterstützungsangebote für Ingenieur*innen und Techniker*innen der Zukunft zu schaffen – auch über ELLI 2 hinaus. Es werden weitere Formate erarbeitet und erprobt, um weitere Erfahrungen zu sammeln und bestehende Angebote nachhaltig zu ergänzen. Die Lessons Learned lassen sich dabei ebenso auf andere Formate wie z. B. digital gestützte Beratungsangebote, Webinare oder ganz neue Ansätze übertragen.

Literatur

- [1] T. Harth u. a. (2015). *Qualifizierung von Studierenden im Student-Life-Cycle. Tagungsband zum Mosbacher Tag der Lehre am 23.10.2014*. Mosbach: Duale Hochschule Baden-Württemberg (DHBW) Mosbach [Online]. Available: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:101:12015061614442>.
- [2] P. Pohlenz, L. Mitterauer, S. Harris-Huemmert, *Qualitätssicherung im Student Life Cycle*. Münster. New York: Waxmann Verlag, 2020.
- [3] M. Ghulam, „Auswirkung der Studienberatung auf Studierverhalten, Studiergewohnheiten und Leistungsmotivation von Studierenden“, Dissertation, Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin, 2014 [Online]. Available: <https://edoc.hu-berlin.de/bitstream/handle/18452/17524/ghulam.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [23.06.2020]
- [4] A. Ortenburger (30-Sep-2014) „Einflussmöglichkeiten der Hochschule auf den Studienerfolg“, Mainz, [Online]. Available: https://www.lob.uni-mainz.de/files/2014/10/DZHW-Ortenburger_LOB-Tagung_Mainz.pdf.
- [5] E. Cendon u. a. (Eds.), *Die kompetenzorientierte Hochschule: Kompetenzorientierung als Mainstreaming-Ansatz in der Hochschule*. 2017.
- [6] V. Stehling, A. S. Richert, I. Isenhardt, „Old tools, new ideas: How can mentoring system contribute to the ‚Learning University?‘“, in *Proceedings of the 13th International Conference on Intellectual Capital, Knowledge Management & Organizational Learning 2016* : Ithaca (New York) : 2016-10-14 - 2016-10-15 : USA, Seiten/Artikel-Nr: 233-2392016.
- [7] V. Stehling, A. S. Richert, I. Isenhardt, „Mentoring als Beitrag zur Lernenden Hochschule“, *Personal- und Organisationsentwicklung in Einrichtungen der Lehre und Forschung (P-OE)*, 11(3/4), pp. 107–114, 2016.
- [8] R. Reindl, S. Weiß, „Studienberatung online – eine hybride Beratungsform für Studierende und Studieninteressierte“, *E-Beratungsjournalnet Fachzeitschrift für Onlineberatung Comput. Kommun.*, Bd. 8, Nr. 1, p. 15, 2012.
- [9] A. Morgenstern-Einenkel, D. Keller, T. Pehl, „Vermittlung von Methodenwissen über Webinare am Beispiel qualitativer Forschung“, in N. Burzan (Eds.): *Komplexe Dynamiken globaler und lokaler Entwicklungen. Verhandlungen des 39. Kongresses der Deutschen Gesellschaft für Soziologie in Göttingen 2018*. 39, (Okt. 2019) [Online]. Available: http://publikationen.sozioologie.de/index.php/kongressband_2018/article/view/1150.

- [10] Technische Universität Berlin. (2020). *StudienberatungAtHome, tu.berlin*, 2020. [Online]. Available: <https://www.tu.berlin/studienberatung/beratung/studienberatung/studienberatungathome/>.
- [11] RWTH Aachen University. (2020). *Zentrale Studienberatung – RWTH AACHEN UNIVERSITY - Deutsch, www.rwth-aachen.de*, 2020. [Online]. Available: <https://www.rwth-aachen.de/cms/root/Die-RWTH/Einrichtungen/Verwaltung/Dezernate/Akademische-und-studentische-Angelegenhe/~sus/Zentrale-Studienberatung/>.
- [12] RWTH Aachen University, Ruhr Universität Bochum, Technische Universität Dortmund. (2020). *elli-online.net: Seminarangebote, elli-online.net*, 2020. [Online]. Available: <https://www.elli-online.net/de/seminarangebote/seminarangebote.html>.
- [13] V. Stehling, *Mentoring als strategisches Instrument Lernender. Hochschulen am Beispiel des Aachener Mentoring Modells*, 1. Auflage. Aachen: Apprimus Verlag, 2017.
- [14] N. Westerholt, L. Lenz, V. Stehling, I. Isenhardt (Eds.), *Beratung und Mentoring im Studienverlauf: Ein Handbuch*. Münster, New York: Waxmann, 2018.
- [15] Technische Universität München. (2020). *Virtuelle Angebote, tum.de*, 2020. [Online]. Available: <https://www.tum.de/studium/beratung/studienberatung/virtuelleangebote/>.
- [16] Technische Hochschule Nürnberg. (2020). *Virtuelle Beratung und Webinare – Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm, th-nuernberg.de*, 2020. [Online]. Available: <https://www.th-nuernberg.de/einrichtungen-gesamt/abteilungen/studienberatung/virtuelle-beratung-und-webinare/> [23.06.2020].
- [17] RWTH Aachen University, Ruhr Universität Bochum, Technische Universität Dortmund. (2020). „elli-online.net: Fragen“, *elli-online.net*, 2020. [Online]. Available: <https://www.elli-online.net/fragen/> [22.06.2020].
- [18] RWTH Aachen University, Ruhr Universität Bochum, Technische Universität Dortmund. (2020). „elli2online - YouTube“, *youtube.com*, 2020. [Online]. Available: <https://www.youtube.com/channel/UCetTf7EFvsoUNNFrYb0POuQ/featured>. [22.06.2020]
- [19] VOGUE. (2020). *73 Questions Answered By Your Favorite Celebs, vogue.com*, 2020. [Online]. Available: <https://www.vogue.com/video/series/73-questions>.
- [20] D. Adams, *The Hitch Hiker's guide to the Galaxy*. London: Pan Books, 1979.
- [21] L. Hermann, *Erfolgreich studieren Maschinenbau: Vom 1. Semester zum Master mit Auszeichnung*. Erscheinungsort nicht ermittelbar: Independently published, 2018.
- [22] L. Hermann, *Erfolgreich studieren Ingenieurwesen: Die 6 Algorithmen für ein erfolgreiches Ingenieurstudium*. Independently published, 2018.

Orientierungsangebote zur aktiven Karrieregestaltung von Masterstudierenden in den Ingenieurwissenschaften

KATE KONKOL, LAURA-KATHARINA SCHIFFMANN, UTE BERBUIR

Auf einen Blick

- ❖ Fragen der Berufsorientierung und Karriereplanung wird im Rahmen der ingenieurwissenschaftlichen Lehre nur wenig Raum gegeben. Obwohl am Campus angesiedelte zentrale Beratungseinrichtungen existieren, die Studierenden aller Fächergruppen offenstehen, werden diese von Ingenieurstudierenden selten in Anspruch genommen.
- ❖ Um den Bedürfnissen der Studierenden Rechnung zu tragen und sie beim Übergang vom Studium in den Beruf oder in die Promotion zu unterstützen, müssen Maßnahmen an ingenieurwissenschaftlichen Fakultäten am Ende des Student Lifecycle implementiert werden. Dabei ist auch die Situation von Studentinnen der Ingenieurwissenschaften zu berücksichtigen, denen es aufgrund des männlich dominierten Ingenieurwesens häufig an Identifikationsfiguren und Ansprechpartner*innen mangelt.
- ❖ Es ist von Vorteil, wenn Akteur*innen, die mit der Konzeption und Durchführung derartiger Angebote betraut sind, sowohl innerhalb der Hochschule als auch mit der Industrie gut vernetzt sind. Auf diese Weise können interaktive Informations- und Förderangebote geschaffen werden, die auch die Gelegenheit zum persönlichen Austausch zwischen Studierenden, zwischen Studierenden und Alumni*Alumnae und weiteren Vertreter*innen aus der Praxis bieten.
- ❖ Als praktikabel haben sich zwei fachspezifische Lösungsansätze erwiesen: erstens in Form einer niedrigschwelligen, punktuellen Veranstaltungsreihe sowie zweitens in Form eines Mentoring-Programms, das explizit Masterstudentinnen der Ingenieurwissenschaften fördert.

1 Problemstellung

Studierende der Ingenieurwissenschaften haben mit ihrem Masterabschluss verschiedene Möglichkeiten des Berufseinstiegs: Neben dem Direkteinstieg in die Industrie besteht die Option einer weiteren wissenschaftlichen Qualifikation durch eine Promotion. Auch der Weg in die Selbstständigkeit, unter Umständen bereits während des Studiums, ist eine Alternative. Spätestens, wenn sich das Masterstu-

dium dem Ende zuneigt, stellen sich die Studierenden die Frage, wie sie ihren Berufseinstieg und somit ihre Karriere aktiv gestalten können. „Welche Optionen habe ich?“, „Welcher Karriereweg passt zu mir?“ und „Worauf muss ich achten, um meine Ziele zu erreichen?“, sind Fragen, die im fachlichen Lehrbetrieb nicht immer Raum finden und individuell beantwortet werden müssen. Um eine bewusste Karriereentscheidung treffen zu können, muss Studierenden eine breite Informationsbasis geboten werden. Sie benötigen Rollenvorbilder, einen vertraulichen Austausch mit Berufstätigen und Promovierenden sowie Raum, um eigene Fragen zu formulieren und zu stellen und um ihre bestehenden Pläne zu reflektieren. Insbesondere für die Zielgruppe der Studentinnen fehlt es aufgrund der Überrepräsentation von Männern in den Ingenieurwissenschaften und später auf der Ebene der Führungskräfte an Identifikationsfiguren und Ansprechpartner*innen, die mit den geschlechtsspezifischen Herausforderungen des Berufs vertraut sind [1, 2]. Diese geschlechtsspezifische Perspektive ist wichtig, um die institutionalisierten Mechanismen und individuellen Dispositionen, die zu dieser Ungleichverteilung führen, gezielt zu adressieren: So zeigt die Forschung, dass männlich geprägte Kommunikationskulturen, Gatekeeping und die Orientierung an männlich gedachten Lebensverläufen Frauen in ihrer Karrieregestaltung hemmen und deshalb die Ausbildung individueller Strategien und sozialer Ressourcen von hoher Bedeutung ist [3, 4, S. 7–9, 5].

Es kann argumentiert werden, dass Karrieremessen und ähnliche Recruiting-Events die Informations- und Beratungsfunktion bereits übernehmen. Jedoch sind diese Veranstaltungen vorrangig auf die Bedarfe der teilnehmenden Unternehmen ausgerichtet und informieren dementsprechend nicht unabhängig und transparent. Obwohl die Angebote zentraler universitärer Beratungseinrichtungen, beispielsweise des Career Service, prinzipiell allen Studierenden offenstehen, sind diese häufig nicht bekannt und werden in der Konsequenz nur selten in Anspruch genommen. Außerdem geht aus eigenen Umfragen hervor, dass Studierende der Ingenieurwissenschaften sich oft nicht als Zielgruppe dieser Einrichtungen verstehen und deshalb Hemmungen haben, ihre Anliegen dort vorzubringen. Der Kontakt zur eigenen Fakultät liegt in vielen Fällen näher. Daraus entsteht ein fachspezifischer Bedarf, der aus den Fakultäten heraus, u. a. mittels gezielter Ansprache der Zielgruppe, gedeckt werden muss. Dies knüpft an die bereits seit einigen Jahren feststellbare Tendenz zu zunehmend individualisierten und auf Zielgruppen zugeschnittenen (zentralen) Beratungsangeboten zur Berufsorientierung an Hochschulen mit Ausgangspunkt in den USA an. Insbesondere geht es hierbei auch darum, den herrschenden Überfluss an Informationen auf ein an die Bedürfnisse der Studierenden angepasstes Maß zu beschränken und vorzuselektieren. Auch die Anregung zum Aufbau von Netzwerken nimmt einen besonderen Stellenwert ein [6].

In diesem Beitrag werden daher Maßnahmen ingenieurwissenschaftlicher Fakultäten vorgestellt, die am Ende des Student Lifecycle anzusiedeln sind und Studierenden beim Übergang vom Studium in den Beruf oder in die Promotion Hilfestellung leisten.

2 Lösungsansatz

Wie aus dem vorherigen Kapitel deutlich wird, sollen die Studierenden aus ihrem Studium nicht nur fachliches Wissen mitnehmen, sondern auch hinsichtlich ihrer Karriereplanung unterstützt werden und Anreize zur Reflexion ihrer Karrierebedürfnisse erhalten. Ziel der Fakultäten ist es also, Informationsangebote und Austauschmöglichkeiten zu schaffen, die den allgemeinen und zum Teil sehr spezifischen Bedürfnissen der Studierenden gerecht werden. Um möglichst viele Studierende zu erreichen, wurden an den ingenieurwissenschaftlichen Fakultäten der RUB verschiedene Formate zur Berufsorientierung entwickelt: Während die zwei halbtägigen Veranstaltungen unter dem Titel „Karrierewege nach dem Master“ ein niedrighschwelliges Angebot für alle Masterstudierenden der Ingenieurwissenschaften darstellen, richtet sich das Mary-Walton-Mentoring gezielt und exklusiv an Masterstudentinnen.

Beide Maßnahmen haben zum Ziel, unabhängige Alternativen zu bestehenden Recruiting-Formaten anzubieten. Sie setzen darauf, Informationen zu bündeln, Rollenvorbilder anzubieten und Reflexionsprozesse in den Studierenden anzustoßen. Dabei werden bereits etablierte Strukturen genutzt, indem RUB-interne Beratungseinrichtungen, die eine weiterführende individuelle Unterstützung über den Rahmen der jeweiligen Formate hinaus anbieten, integriert werden. Entscheidende Unterschiede bestehen jedoch im Hinblick auf Zielgruppe und Umfang der Maßnahmen.

Ziel der Veranstaltungsreihe „Karrierewege nach dem Master“ ist es, ein vielseitiges Informations- und Inspirationsangebot zu schaffen, das den Studierenden aufzeigt, welche Möglichkeiten ihnen nach dem Abschluss offenstehen und wie sie ihre Karriereplanung aktiv angehen können. Die Fakultäten bieten auf diese Weise einen umfassenden Überblick über Optionen des Berufseinstiegs sowie über weiterführende Beratungsangebote am Campus der RUB. Außerdem werden den Studierenden zusätzlich Reflexions- und Gestaltungsimpulse geboten. Neben dem Einsatz klassischer Präsentations- und Informationselemente sollte auch ein niedrighschwelliger, interaktiver und persönlicher Austausch mit den Referent*innen sowie den anwesenden Alumni*Alumnae ermöglicht werden. Der Kontakt zu und die Arbeit mit Ehemaligen der RUB spielen eine zentrale Rolle, da die (oft informellen) Gespräche mit RUB-Absolvent*innen einen zentralen Bestandteil der Veranstaltungsreihe darstellen.

Bei der zweiten Maßnahme handelt es sich um ein Mentoring-Programm im Peer-Format, das die Herausforderungen von Frauen bei ihrer Karriereentwicklung in den Fokus stellt. Mentoring-Programme sind ein anerkanntes Tool der Personalentwicklung zur Frauenförderung, da sie Gegenentwürfe zu männlichen Netzwerken darstellen und die Teilnehmerinnen auf die zuvor beschriebenen strukturellen Herausforderungen vorbereiten. Durch den Fokus auf die Peer-Gruppe wird zunächst der Austausch zwischen den jungen Frauen gefördert und ihnen die Gelegenheit geboten, ihre individuellen Erfahrungen auf einer kollektiven Ebene zu reflektieren und einzuordnen [7, 8]. Des Weiteren wird geschlechtstypisches Kommunikations- und Netzwerkverhalten explizit in Bezug auf seine Herausforderungen und

Ambivalenzen für Frauen in technischen Berufsfeldern thematisiert [9, 10]. So erhalten die Studentinnen die Gelegenheit, ihre Karrierestrategien zu prüfen und gegebenenfalls anzupassen. Ebenso wie die Reihe „Karrierewege nach dem Master“ stattet das Mary-Walton-Mentoring die Teilnehmerinnen mit dem notwendigen Know-how aus, um individuelle Karrierestrategien zu entwickeln und zu verfolgen. Die Maßnahmen unterscheiden sich jedoch hinsichtlich Umfang und Intensität: Während das MWM die Studentinnen über einen Zeitraum von circa zehn Monaten fördert und dementsprechend eine intensivere Auseinandersetzung mit ihrer Karriereplanung ermöglicht, werden die zur Reihe „Karrierewege nach dem Master“ gehörigen Veranstaltungen nur einmal jährlich im Wintersemester angeboten.

Im Folgenden werden die jeweiligen Maßnahmen ausführlich dargestellt. Dabei liegt der Fokus auf konkreten Elementen der Umsetzung der Veranstaltungsformate.

3 Umsetzung

3.1 Karrierewege nach dem Master – Information und Austausch als Reflexions- und Gestaltungsimpuls

Mit Unterstützung der drei ingenieurwissenschaftlichen Fakultäten (Maschinenbau, Bau- und Umweltingenieurwesen, Elektro- und Informationstechnik) der RUB hat das Projekt ELLI die Veranstaltungsreihe „Karrierewege nach dem Master“ entwickelt, die aus zwei Informationsveranstaltungen zur Berufsorientierung für (vorrangig) Masterstudierende der Ingenieurwissenschaften besteht. Während der Fokus der Reihe von Beginn an auf niedrigschwelliger Begegnung und Austausch lag, hat sich die Umsetzung des Konzeptes im Laufe der Zeit gewandelt. Dies liegt vor allem darin begründet, dass verschiedene Ausgestaltungsformen implementiert und intern evaluiert wurden: Zu Beginn standen die Vorträge der Referent*innen, die in Form von Videos mitgeschnitten und anschließend online zur Verfügung gestellt wurden, im Vordergrund. Dies hatte den Vorteil einer nachhaltigen Informationsdokumentation und der orts- und zeitunabhängigen Abrufbarkeit der Inhalte. Jedoch zeigte sich, dass dies aufgrund datenschutzrechtlicher Bedenken zum einen die Bereitschaft der Vortragenden zur Teilnahme senkte und zum anderen hierdurch ein explizites Ziel der Veranstaltungen, die Ermöglichung von Austausch und (Selbst-)Reflexion, geschwächt wurde. Der Mehrwert dieser Veranstaltungsreihe liegt in der Schaffung eines geschützten Raumes hierfür, der auf zwei Ebenen besteht: Zum einen ist hiermit der Raum für Begegnung gemeint, in dem Referent*innen und Studierende zusammenkommen, zum anderen aber auch ein Raum der Auseinandersetzung mit einer Vielzahl unterschiedlicher Fragestellungen. Um diese Funktionen erfüllen zu können, erfolgte eine Orientierung hin zum jetzigen Format der Reihe:

Die ca. zweieinhalbstündigen Informationsveranstaltungen „Wege zum Dr.-Ing.“ und „Mit dem Master direkt ins Unternehmen“ finden einmal jährlich zum Ende des Wintersemesters an zwei aufeinander folgenden Tagen statt und sind als Unterstützung bei der Entscheidungsfindung und als impulsgebendes Angebot konzipiert. Im Schnitt nehmen jeweils circa 50 Studierende an den Veranstaltungen teil.

Etwa die Hälfte der Teilnehmenden interessiert sich nachweislich und explizit für die im Fokus stehende Art des Berufseinstiegs, d. h. den Direkteinstieg in die Wirtschaft oder die Aufnahme eines Promotionsstudiums nach dem Masterabschluss. Besonders hervorzuheben ist der intendierte Mentoring-Charakter der Veranstaltungen, die nicht als Recruiting-Events zu verstehen sind. Es besteht eine bewusste Abgrenzung gegenüber etablierten Karrieremessen, da nicht der Fachkräftebedarf der Arbeitgeber*innen im Vordergrund steht, sondern die Bedürfnisse und Fragen der Studierenden.

In beiden Veranstaltungen stellen sich einleitend Beratungseinrichtungen der RUB vor, wie zum Beispiel der Career Service oder die RUB Research School. Darüber hinaus berichten Vertreter*innen aus Wissenschaft und Unternehmen aus ihren Bereichen, erläutern Besonderheiten zu Direkteinstieg und Promotion und geben Informationen aus erster Hand. Die Perspektive des unternehmerischen Denkens und der Selbstständigkeit im Anschluss an oder parallel zum Studium im Sinne einer Entrepreneurshipförderung wird integriert durch Einbezug des Worldfactory Start-Up-Centers (WSC) sowie des Zentrums für ökonomische Bildung der RUB. Zum Ausklang der Veranstaltungen stellen sich Alumni*Alumnae bzw. Promovend*innen der RUB vor, berichten von ihren bisherigen Werdegängen und stehen anschließend zum informellen Austausch mit den Teilnehmer*innen bereit. Den Studierenden wird somit ein geschützter Raum geboten, in dem sie eine Vielzahl von Themen ansprechen können.

Die folgenden Tabellen (Tab. 1. und 2.) zeigen für die Durchführung des Formats exemplarische Ablaufpläne für beide Veranstaltungen zur zeitlichen Orientierung:

Tabelle 1.: Exemplarischer Ablaufplan „Mit dem Master direkt ins Unternehmen“

15:00 Uhr	Begrüßung und Ablauf
15:10 Uhr	Vorstellung des <i>Career Service</i> der RUB
15:25 Uhr	Vorstellung des <i>Worldfactory Start-Up Centers</i>
15:35 Uhr	Impulsvortrag aus der Praxis
16:20 Uhr	Vorstellungsrunde von Alumni aus der Praxis
16:40 bis ca. 17:30 Uhr (Ende offen)	Come together – Informeller Austausch mit Studierenden

Tabelle 2.: Exemplarischer Ablaufplan „Wege zum Dr.-Ing.“

15:00 Uhr	Begrüßung und Ablauf
15:10 Uhr	Vorstellung <i>RUB Research School</i>
15:25 Uhr	Vorstellung des <i>Worldfactory Start-Up Centers</i>
15:40 Uhr	Vorstellung <i>Mentoring</i> ³ (Research Academy Ruhr)
Gegen 16:00 Uhr	Professoraler Impulsvortrag
16:30 Uhr	Vorstellungsrunde der aktuell Promovierenden
16:45 bis ca. 17:30 Uhr (Ende offen)	Come together – Informeller Austausch mit Studierenden

Vor dem Hintergrund einer möglichen Verstetigung des Formats über die Projektlaufzeit hinaus werden durch genaue Dokumentation der Planungsabläufe und zunehmende Standardisierung der Beitragsinhalte essentielle Vorarbeiten geleistet. Diese dienen insbesondere auch der Qualitätssicherung, damit der bisherige Charakter der Veranstaltung als austauschorientiertes Format mit Mentoring-Elementen erhalten bleibt.

3.2 Das Mary-Walton-Mentoring der Fakultät Maschinenbau: Peer-Mentoring für Studentinnen der Ingenieurwissenschaften in der Masterabschlussphase

Das Mary-Walton-Mentoring (MWM) der Fakultät Maschinenbau an der RUB kombiniert das Peer-Mentoring-Format mit einem bedarfsgerechten Workshop- und Informationsangebot. Angesiedelt am Ende des Student Lifecycle, fokussiert es berufspraktische Fragestellungen und Kompetenzen. Das Programm (Abb.1) wird durch jeweils eine Auftakt- und Abschlussveranstaltung gerahmt, wobei der Auftakt nicht nur dem Kennenlernen der Mentees untereinander dient, sondern auch Vorträge von *Career Service*, *RUB Research School* und Gleichstellungsbeauftragten enthält, die den Studentinnen Anlaufstellen für eine spezifischere Karriereberatung aufzeigen. Die Kernelemente des MWM sind:

Programmbausteine

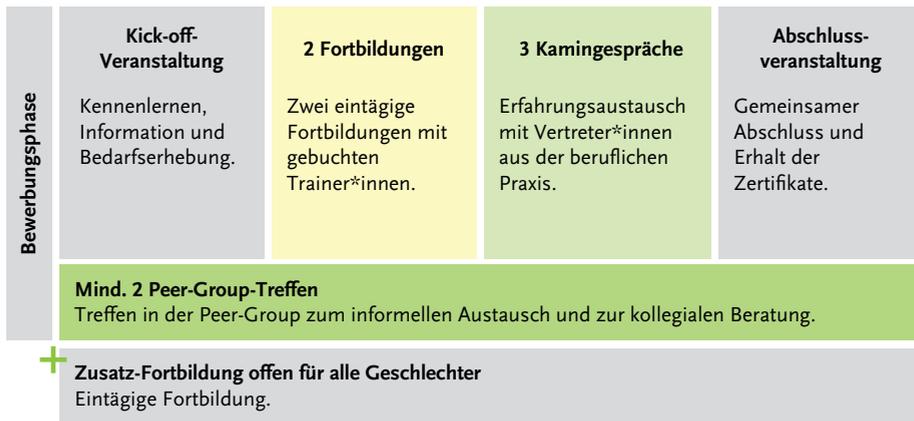


Abbildung 1: Überblick

- Zwei bis vier **Peer-Treffen** in Form kollegialer Beratung und zum internen Austausch unter den Studentinnen. Gewünscht ist auch eine gemeinsame Vorbereitung auf die Kamingespräche, z. B. durch das Sammeln von Fragen sowie die Nachbereitung der Kamingespräche und Fortbildungen durch vertiefende Diskussionen. Ziel ist es, dass die Mentees lernen, sich nicht ausschließlich vom Feedback ihrer Vorgesetzten abhängig zu machen, sondern eigenständig in Zu-

sammenarbeit mit ihren Kommilitoninnen an ihrer Professionalisierung zu arbeiten und dabei zu lernen, Netzwerke zu bilden und aktiv für sich zu nutzen.

- ❖ Zwei bis drei **Kamingespräche** mit Vertreter*innen aus der Praxis, die einen Erfahrungsaustausch zu bestimmten Schwerpunktthemen anbieten (zum Beispiel *Vereinbarkeit, Auftreten und Wahrnehmung von Frauen in männlich geprägten Berufsfeldern, Umgang mit nicht geradlinigen Karriereverläufen, Meine Rolle als Ingenieurin im Klimawandel*). Die Kamingespräche verlaufen als Gruppen-Mentoring und werden jedes Mal von einer anderen Person geleitet. So erhalten die Mentees die Möglichkeit, Vorbilder zu finden und bauen dabei Hemmungen ab, mit höher qualifizierten Personen in Kontakt zu treten. Die Kamingespräche ermöglichen somit einen vertikalen Ausbau des Netzwerkes.
- ❖ Zwei **Fortbildungen** mit gebuchten Trainerinnen pro Zyklus aus den Bereichen Karriereplanung, Kommunikationsstrategien und Netzwerken geben differenzierten Input und leiten die Teilnehmerinnen an, aus ihren eigenen Ressourcen heraus individuelle Strategien zu entwickeln.
- ❖ Innerhalb des Mentoring-Programms wird eine **Zusatz-Fortbildung** angeboten, bei der die geschlossene Gruppe der Mentees geöffnet und die Zielgruppe um Studierende aller Geschlechter erweitert wird. Bei Themen wie Teamzusammenarbeit, professionelle Haltung, Diversity- und Konfliktmanagement am Arbeitsplatz besteht häufig auch für junge Männer Informationsbedarf, der an der Universität kaum bedient wird. Eine weitere Besonderheit an der Zusatzveranstaltung ist, dass sie für die Mentees freiwillig ist und durch eine Fortbildung anderer Anbieter*innen ersetzt werden kann. So wird es den Mentees ermöglicht, einen eigenen Schwerpunkt im Programm zu setzen.

Das Programm wird mit einem Moodle-Kurs begleitet und ist auf einen Zeitraum von zehn Monaten angelegt. Bis dato haben in drei Durchgängen insgesamt 26 Studentinnen das Programm erfolgreich abgeschlossen. Es wird im stetigen Austausch mit der dezentralen Gleichstellungsbeauftragten evaluiert und weiterentwickelt.

4 Lessons Learned

Im Folgenden werden maßnahmenübergreifende, aber auch spezifische Lessons Learned herausgearbeitet. Aus der gemeinsamen Problemstellung und den sich daraus ergebenden Zielsetzungen entstehen Parallelen zwischen den beiden Maßnahmen, die auch im Hinblick auf Erfahrungswerte diskutiert werden können. Aus der Unterschiedlichkeit hingegen ergeben sich maßnahmen-spezifische Erfahrungen, die jeweils in Unterkapiteln vorgestellt werden.

4.1 Maßnahmenübergreifende Erfahrungen

Die Veranstaltungsreihe „Karrierewege nach dem Master“ sowie das Mary-Walton-Mentoring orientieren sich explizit an den Bedarfen von Masterstudierenden im All-

gemeinen und Masterstudentinnen im Speziellen, um die Studierenden an geeigneter Stelle abzuholen und zu fördern und ihnen so einen möglichst reflektierten und nahtlosen Übergang vom Studium in den Beruf zu ermöglichen und Einstiegsmöglichkeiten in Wissenschaft und Industrie aufzuzeigen. Zu den zentralen Bedarfen der Studierenden gehören der Wunsch nach Information, das Kennenlernen geeigneter Rollenvorbilder und Ansprechpersonen sowie ein geschützter Raum zur Thematisierung und Reflexion individueller Anliegen. Wichtige Voraussetzungen dafür sind die Vernetzung der Organisator*innen mit anderen zentralen Akteur*innen am Standort und darüber hinaus ein gewisses Maß an Flexibilität, um auf aktuelle Entwicklungen und Ergebnisse der Veranstaltungsevaluationen eingehen zu können. Dem Aspekt der Information werden beide Maßnahmen gerecht, indem sie Vertreter*innen zentraler Beratungseinrichtungen wie dem *Career Service* und der *RUB Research School* und weiteren Kooperationspartner*innen in ihren Veranstaltungen Raum geben. Es hat sich gezeigt, dass die Studierenden sehr dankbar dafür sind, auf Angebote hingewiesen zu werden und die Hürde des Erstkontakts abgenommen zu bekommen. Rollenvorbilder werden im Austausch mit berufstätigen Ingenieur*innen gefunden, die häufig auch an der RUB studiert haben. Erfahrungsgemäß lassen sich die Studierenden gerne und bewusst auf dieses kurzweilige Mentoring-Verhältnis mit den Alumni*Alumnae ein und sind offen dafür, aus den persönlichen Erfahrungen der Anwesenden zu lernen. Für Organisator*innen derartiger Maßnahmen ist es dementsprechend relevant, gut mit Akteur*innen am Campus der eigenen Universität vernetzt zu sein, z. B. mit zentralen Beratungseinrichtungen, mit Verantwortlichen ähnlicher Angebote an anderen Fakultäten oder, wie im Falle des Mentorings, mit Personen in der Rolle der Gleichstellungsbeauftragten. Die Vernetzung bietet einen gewinnbringenden Austausch über die Konzeption der Maßnahmen, eine schnelle Abwicklung bei der Planung der Veranstaltungen sowie perspektivisch auch Möglichkeiten zur Qualitätssicherung und Verstetigung. Insbesondere der Aufbau einer Routine, die im Laufe der Zeit entstehen kann, wirkt entlastend. Darüber hinaus ist die lokale und regionale Vernetzung mit Partner*innen und Netzwerken aus Wissenschaft und Wirtschaft von Bedeutung, um aktuelle und dynamische Themen in den Veranstaltungen behandeln zu können und bei der Suche nach Vertreter*innen aus der Praxis aus einem bestehenden Kontaktpool schöpfen zu können. Dies umfasst auch die Pflege und Nutzung von Kontakten zu Ehemaligen der ingenieurwissenschaftlichen Fakultäten.

Sowohl im Rahmen des MWM als auch im Kontext der Veranstaltungsreihe „Karrierewege nach dem Master“ erhalten die Studierenden den Impuls, eigene Stärken, Ressourcen und Netzwerke zu identifizieren, auszubauen und für sich strategisch zu nutzen. Da sie zu Beginn ihrer Teilnahme an den Maßnahmen häufig eine Vielzahl von Unsicherheiten hinsichtlich ihrer beruflichen Orientierung mit sich bringen, bekommen sie Hilfestellung, um diese systematisch auszuräumen und ihre Pläne zu konkretisieren. Die übergeordneten Ziele der Maßnahmen können somit mit den Stichworten Karriereplanung, Talentförderung und Diversityförderung benannt werden.

Für die Arbeitsprozesse in beiden Maßnahmen hat sich die Zusammenarbeit mit studentischen oder wissenschaftlichen Hilfskräften in den bearbeiteten Themenfeldern als sehr gewinnbringend erwiesen, da diese über wertvolle Erfahrungen in Bezug auf Studienstrukturen, Anforderungen und Anliegen ihrer Kommiliton*innen aus ihrem Studienalltag verfügen, die bei der Konzeption der Formate zu berücksichtigen sind. Eine Hilfskraft kann zudem in dem sich wiederholenden Setting stetig mehr Verantwortung übernehmen, sodass anfallende Aufgaben verstärkt durch studentische Beschäftigte erledigt werden können, ohne Kapazitäten wissenschaftlicher Mitarbeiter*innen zu binden. Darüber hinaus können Ressourcen über Kooperationen zwischen den Maßnahmen gebündelt werden. Da der Baustein der Zusatz-Fortbildung im Mentoring-Programm auch mit dem Besuch von Fortbildungen anderer Anbieter*innen am Campus abgeschlossen werden kann, bestehen hier Synergiepotentiale zwischen den Maßnahmen. So ist eine Kooperation zwischen dem MWM und der Veranstaltungsreihe „Karrierewege nach dem Master“ denkbar. Das heißt, die Veranstaltungen „Mit dem Master direkt ins Unternehmen“ und „Wege zum Dr.-Ing.“ können gleichzeitig als anrechenbares Angebot für das MWM dienen.

4.2 Erfahrungen aus der Durchführung der Veranstaltungsreihe „Karrierewege nach dem Master“

Durch die langjährige Erfahrung bei der Planung und Durchführung der Veranstaltungsreihe ergeben sich spezifische Lessons Learned, die im Folgenden im Detail dargestellt werden:

- ❖ Die niedrigschwellige Konzeption der Veranstaltungsreihe „Karrierewege nach dem Master“ ist als Erfolgsfaktor zu nennen, der die Bereitschaft, sich mit dem Thema Berufsorientierung zu befassen, erhöht. Dies zeigt sich in der Zahl der Teilnehmenden: Beide Veranstaltungen werden jeweils von circa 50 Studierenden besucht, was belegt, dass das umfassende und trotzdem komprimierte Angebot von den Studierenden gut angenommen wird.
- ❖ Interessierte Studierende nehmen in der Regel sowohl an der Veranstaltung „Wege zum Dr.-Ing.“ als auch „Mit dem Master direkt ins Unternehmen“ teil, sodass davon auszugehen ist, dass sie ihren Karriereentscheidungen bewusst eine breite Informationsbasis zugrunde legen möchten. Zu große thematische Dopplungen innerhalb der beiden Einzelveranstaltungen sollten dementsprechend vermieden werden.
- ❖ Den Austausch mit Alumni*Alumnae und Promovend*innen erleben die Teilnehmer*innen als besonders gewinnbringend, da sie im Vieraugengespräch auch Themen ansprechen und Fragen stellen können, die sie sich im Plenum oder im Rahmen üblicher Recruiting-Veranstaltungen nicht zu stellen wagen. Der Fokus liegt hier auf der Information und dem Geben von Impulsen, nicht auf der Gewinnung der Teilnehmer*innen für die eigene Institution oder das eigene Unternehmen, was zur Entstehung einer offenen, vertrauensvollen Atmosphäre beiträgt.

- ❖ Aufgrund der Corona-Pandemie musste eine Neukonzeption der Formate erfolgen, damit auch diese als Online-Veranstaltungen angeboten werden können. Aufgrund der Länge der Veranstaltungen in Präsenz ist es anzuraten, sie für eine digitale Durchführung entweder stark zu kürzen oder thematisch gebündelt in mehreren kürzeren Blöcken anzubieten. Da sich aus der Pandemie auch tiefgreifende Konsequenzen für die Wirtschaft und den Arbeitsmarkt ergeben, kann über das Angebot einer Corona-fokussierten Veranstaltung nachgedacht werden, um nun zusätzlich auftretende Unsicherheiten aufseiten der Studierenden bezüglich des Übergangs zwischen Studium und Beruf zu thematisieren.

4.3 Erfahrungen aus der Durchführung des Mary-Walton-Mentorings

Aus der längerfristigen Zusammenarbeit mit den Studierenden und den Peer-Elementen im Mary-Walton-Mentoring ergeben sich spezifische Lessons Learned, die im Folgenden aufgezählt werden:

- ❖ Der angeleitete Austausch untereinander in den Peer-Treffen und die gezielte Ansprache geschlechtsspezifischer Herausforderungen, die im Alltag meist nur unerschwinglich ausgehandelt werden, werden als bereichernd und stärkend empfunden. Die Studentinnen sind motiviert, intensiv an persönlichen Themen zu arbeiten und interessiert daran, sich fachübergreifendes Wissen anzueignen. Ausschlaggebende Faktoren für diese Offenheit sind die langfristige Zusammenarbeit und die angeleitete kollegiale Beratung, die eine vertrauliche Atmosphäre fördern und weiterführend erzeugen.
- ❖ Eine Schwierigkeit tritt gelegentlich beim Thema Verbindlichkeit auf. Es empfiehlt sich, eine klare Struktur für das Mentoring-Programm vorzugeben, um Unsicherheiten aus dem Weg zu räumen und eine Fluktuation der Anwesenheit zu vermeiden. Gleichzeitig sollte Flexibilität vorhanden sein, um auf aufkommende unerwartete Themen, die aus der Gruppe heraus entstehen, einzugehen.
- ❖ In der Struktur des MWM ist ein zusätzlicher Workshop angelegt, der für alle Geschlechter und Studentinnen außerhalb des Mentoring-Programms geöffnet ist. Dieses Element erhöht die Sichtbarkeit des Gleichstellungsprogramms und ist damit eine Möglichkeit, für das Mentoring-Programm zu werben. Alles in allem gelingt es dem Mary-Walton-Mentoring, Potentialträgerinnen der Ingenieurwissenschaften zusammenzubringen, in ihrer Karriereplanung zu festigen und auf Herausforderungen vorzubereiten, die bislang im Hintergrund standen oder für die Studentinnen schwer in Worte zu fassen waren.
- ❖ Während der Corona-Pandemie wurde die Erfahrung gemacht, dass eine Umsetzung des Programms als Online-Format durchaus möglich ist. Insbesondere gebuchte Online-Fortbildungen, aber auch Kamingespräche mit Ehrenamtlichen, die in Videokonferenzen durchgeführt werden, sind mit wenig Aufwand umsetzbar. Die Studentinnen vermissen jedoch den informellen Charakter, der in den Pausen oder beim gemeinsamen Essen im Anschluss an eine Veranstal-

tung entsteht, um ihre Kommilitoninnen näher kennenzulernen und sich als Gruppe zu finden. Aus diesem Grund wird dafür plädiert, für die Peer-Treffen vereinzelte Präsenzveranstaltungen zu organisieren, wo es möglich ist.

Zusammenfassend ist für beide Maßnahmen festzuhalten, dass aufgrund der gesammelten Erfahrungen ein tiefgreifendes Verständnis für die Bedürfnisse von Studierenden in den Ingenieurwissenschaften entwickelt und die Maßnahmen sukzessive angepasst und verbessert werden konnten. Dies betrifft nicht nur die inhaltliche Ausgestaltung, sondern auf organisatorischer Ebene auch die Identifikation effizienter Personalkonstellationen und Kontakte zur Konzeption und Begleitung der Angebote. Die Veranstaltungsreihe „Karrierewege nach dem Master“ und das Mary-Walton-Mentoring leisten somit bei überschaubarem Aufwand einen Beitrag zur Gleichstellungsarbeit, Exzellenzförderung und Alumniarbeit in den ingenieurwissenschaftlichen Fakultäten.

Literaturverzeichnis

- [1] M. Barreto, M. K. Ryan, M. T. Schmit, *Psychology of women book series. The glass ceiling in the 21st century: Understanding barriers to gender equality*. Washington D. C.: American Psychological Association, 2009.
- [2] A. Master, „Cultural Stereotypes and Sense of Belonging Contribute to Gender Gaps in STEM“, *International Journal of Gender, Science and Technology*, vol. 12, 1, pp. 152–198, 2020.
- [3] I. Greusing, „Wir haben ja jetzt auch ein paar Damen bei uns“ – Symbolische Grenzbeziehungen und Heteronormativität in den Ingenieurwissenschaften. Opladen: Budrich UniPress Ltd., 2018.
- [4] E. Schüller, S. Braukmann, M. Göttert, „Ich habe nie gelernt, dass das nur etwas für Jungs ist.: Studentinnen ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge an Fachhochschulen und ihre Perspektiven auf ein männerdominiertes Studien- und Berufsfach“, gFFZ, Fachhochschule Frankfurt, Frankfurt am Main, Forschungsberichte des gFFZ 7, 2016.
- [5] N. Fouad, R. Singh, K. Cappaert, W.-H. Chang, M. Wan, „Comparison of women engineers who persist in or depart from engineering“, *Journal of Vocational Behavior*, vol. 92, pp. 79–93, Feb 2016.
- [6] U. Axmann, „10 Trends für Career Center – Wohin geht die Reise“, *Career Service Papers*, vol. 15, 13, pp. 91–101, 2015.
- [7] B. Haganipour, *Mentoring als gendergerechte Personalentwicklung: Wirksamkeit und Grenzen eines Programms in den Ingenieurwissenschaften*. Zugl.: Bochum, Ruhr-Univ., Diss. Wiesbaden: Springer VS, 2013.
- [8] R. Petersen, M. Budde, P. S. Brocke, G. Doebert, H. Rudack, H. Wolf (Eds.), *Praxishandbuch Mentoring in der Wissenschaft*. Wiesbaden: Springer Fachmedien.

- [9] M. Bushell, K. Hoque, D. Dean, *The Network Trap*. Singapore: Springer Singapore, 2020.
- [10] E. Greguletz, M.-R. Diehl, K. Kreutzer, „Why women build less effective networks than men: The role of structural exclusion and personal hesitation“, *Human Relations*, vol. 72, 2, pp. 1234–1261, Feb 2019.

Forschend – Kreativ – Interdisziplinär: Übergreifende Kompetenzentwicklung in „Modulen mit Mehrwert“

Um für die Anforderungen des Arbeitsmarkts der Zukunft gewappnet zu sein und zur Lösung gesellschaftlicher Herausforderungen beizutragen, spielen für zukünftige Ingenieur*innen neben fundierten fachwissenschaftlichen Inhalten auch zunehmend fachübergreifende Inhalte und Kompetenzen eine wichtige Rolle. Ingenieurwissenschaftliche Fakultäten stehen darum vor der Aufgabe, die Vermittlung bzw. den Erwerb übergreifender Kompetenzen zu ermöglichen und dies in die Curricula und Lehrveranstaltungen zu integrieren. Basierend auf den jahrelangen Umsetzungserfahrungen werden in den hier beschriebenen Modulen verschiedene Möglichkeiten zur Umsetzung einer fachübergreifenden Kompetenzentwicklung innerhalb der ingenieurwissenschaftlichen Ausbildung aufgezeigt. Es werden drei konkrete Umsetzungsbeispiele vorgestellt und in den Lessons Learned die abgeleiteten Handlungs- und Übertragungsempfehlungen zusammengefasst. Sowohl Lehrende in den Ingenieurwissenschaften als auch Vertreter*innen zentraler hochschuldidaktischer Einrichtungen finden in diesem Kapitel spannende Anregungen für die Integration von Inhalten zur fachübergreifenden Kompetenzentwicklung sowie zur Umsetzung aktivierender Lehr-Lernmethoden.

„Not in my backyard!“ Seminar zur Öffentlichkeitsbeteiligung bei Industrie- und Infrastrukturprojekten

In Form eines Erfahrungsberichts werden die Grundstrukturen, Herausforderungen und Übertragungsperspektiven eines softskill-orientierten Moduls zur Öffentlichkeitsbeteiligung bei Industrie- und Infrastrukturprojekten in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 7000 beschrieben. Weiterhin wird von den Umsetzungserfahrungen der „Only-online“-Variante dieses Moduls berichtet.

Lehre mit Mehrwert – Die Ingenieure ohne Grenzen Challenge

Das Konzept der „Ingenieure ohne Grenzen – Challenge“ (IOGC) wird vorgestellt und die Entwicklung des Formates in Deutschland beschrieben. Anhand von Praxisbeispielen wird die Integration des Konzepts in unterschiedliche Lehrveranstaltungen an verschiedenen Hochschulen erläutert und werden Handlungsempfehlungen zur Umsetzung abgeleitet.

Die Forschungswerkstatt von Studierenden für Studierende

In diesem Beitrag werden die Konzeption, die Entwicklung und der aktuelle Stand der „Forschungswerkstatt“ vorgestellt. Die Besonderheiten dieser Einrichtung als

physischer Raum einerseits und als Organisationskonzept andererseits werden thematisiert. Die Ergebnisse aus umfangreichen Evaluationen verschiedener Workshops und Fortbildungsangebote für Studierende u. a. zum wissenschaftlichen Arbeiten werden vorgestellt und im Hinblick auf Entwicklungsperspektiven diskutiert.

„Not in my backyard!“ Seminar zur Öffentlichkeitsbeteiligung bei Industrie- und Infrastrukturprojekten

UTE BERBUIR, MAGDALENA JOHN

Auf einen Blick

- ❖ Das interdisziplinäre Wahlfach zur Öffentlichkeitsbeteiligung setzt sich inhaltlich mit Fragen von Protest und Akzeptanz auseinander und vermittelt in Anlehnung an die VDI 7000 Methoden, um tragfähige Lösungen für Industrie- und Infrastrukturprojekte zu entwickeln.
- ❖ Mit dem Ziel der Förderung des interdisziplinären Dialogs werden methodisch kommunikative und kollaborative Lehr-Lernformen wie problemorientiertes Lernen (PoL) und Gesprächssimulationen eingesetzt.
- ❖ Im Beitrag werden das Lehrveranstaltungs-konzept, die Lehr-Lernformen sowie Entwicklungen und Umsetzungserfahrungen aus sechs Durchläufen in der Präsenzlehre dargestellt.
- ❖ Anpassung und Lessons Learned aus der „Online-only-Variante“ im Corona-Semester 2020 werden beschrieben.

1 Problemstellung

Die Fähigkeiten, sich konstruktiv in fachübergreifende Teams einzubringen, zur Lösung komplexer Probleme beizutragen und Innovationen voranzutreiben, sind vielfach formulierte Anforderungen an Hochschulabsolvent*innen im 21. Jahrhundert. Für das Gelingen interdisziplinärer Zusammenarbeit werden dabei eine offene und wertschätzende Haltung der Akteur*innen, Basiswissen über andere Fachkulturen und Methoden sowie Team- und Kommunikationsfähigkeit als Erfolgsfaktoren beschrieben [1, 2, 3]. Die ingenieurwissenschaftlichen Fakultäten stehen vor der Aufgabe, solche übergreifenden Kompetenzen gepaart mit einer fundierten Fachausbildung umzusetzen.

2 Lösungsansatz

Der hier gewählte Ansatz in den „Modulen mit Mehrwert“ folgt einer kontextualisierten Vermittlung überfachlicher Qualifikationen, d. h. die Vermittlung von Fachwissen wird gezielt mit der Förderung sozialer und personaler Kompetenzen zusammengeführt. Für eine Integration der Förderung interdisziplinärer Zusammenarbeit folgt daraus, dass diese an Aufgabenstellungen bzw. Themen andocken sollte, die sowohl eine konkrete ingenieurwissenschaftliche Verankerung aufweisen als auch eine fachübergreifende Zusammenarbeit erfordern.

Das Thema – Warum ein Kurs zur Öffentlichkeitsbeteiligung?

Die Planung und Realisierung von Industrie- und Infrastrukturprojekten ist eine klassische ingenieurwissenschaftliche Aufgabenstellung, die vielfältige Bezüge zu weiteren Disziplinen aufweist. Die Herausforderung, dabei nachhaltige und tragfähige Lösungen zu finden, ist von aktueller gesellschaftlicher Relevanz. Eine umfassende und frühe Beteiligung der Öffentlichkeit gilt dabei als Basis bzw. Königsweg zur Entwicklung tragfähiger Lösungen, und eine wertschätzende, vertrauensbildende Kommunikation mit vielfältigen Stakeholdern stellt dabei ein Schlüsselement dar. Diese Erfolgsfaktoren in Bezug auf die Öffentlichkeitsbeteiligung bzw. die dafür nötigen Einstellungen und Kompetenzen stimmen in weiten Teilen mit den Kompetenzen überein, die erforderlich sind, um erfolgreich interdisziplinär arbeiten zu können. Insofern ist das Thema Öffentlichkeitsbeteiligung bei Industrie- und Infrastrukturprojekten in besonderer Weise geeignet, die Fähigkeit zum interdisziplinären Dialog zu fördern, aber auch zu fordern. Fragen von Kommunikation und Zusammenarbeit werden somit zu einem expliziten und thematisch integrierten Lernziel.

Mit der VDI-Richtlinie 7000 „Frühe Öffentlichkeitsbeteiligung bei Industrie- und Infrastrukturprojekten“ [4] ist eine klare ingenieurwissenschaftliche Rahmung gegeben. Die Richtlinie stellt einen Projektmanagement-Leitfaden dar und beschreibt gesellschaftliche Zusammenhänge, leitet Handlungsgrundsätze ab, integriert Kommunikation und Beteiligung in strukturierte Abläufe und bietet eine umfassende Methodensammlung mit Checklisten und Handlungsanleitungen.

Exkurs: Frühe Öffentlichkeitsbeteiligung bei Industrie- und Infrastrukturprojekten in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 7000

Die Herausforderung, für die Umsetzung von Industrie- und Infrastrukturprojekten geeignete und nachhaltige Lösungen zu finden, ist für die heutige Gesellschaft von hoher Bedeutung: „*Stuttgart 21‘ ist zum Symbol für Proteste gegen Großprojekte in Deutschland geworden. [...] Vor allem Infrastrukturprojekte aus den Bereichen Verkehr und Energie stoßen immer wieder auf den Widerstand von Teilen der Bevölkerung: [...] Nicht selten eskaliert die Auseinandersetzung, Fronten verhärten sich, und ein sachlicher Austausch findet kaum noch statt.*“ [5]. In Deutschland ist die Umsetzung von Infrastrukturprojekten im Rahmen der Energiewende umso

wichtiger, als sie nicht nur eine Änderung auf politischer Ebene bedeutet, sondern auch den Ausbau des Stromnetzes und den Bau von Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energien umfasst – vor allem von Windkraftanlagen. Vor diesem Hintergrund wurden eine Reihe von Richtlinien und Toolboxen entwickelt, mit Empfehlungen zu Art und Form der Beteiligung der Öffentlichkeit an den Projektplanungsprozessen [6, 7, 8, 9].

Der Verein Deutscher Ingenieure (VDI) hat sich eingehend mit diesen Herausforderungen befasst und es als zentrales Thema auf dem deutschen Ingenieurtag 2013 diskutiert: „Um in Zukunft die Qualität unserer Infrastruktur zu erhalten und weiter zu verbessern, wird es nicht ausreichen, dass Projekte funktionale, technische, wirtschaftliche und rechtliche Kriterien erfüllen. Vielmehr muss ihr Nutzen auch von der Gesellschaft erkannt werden und die Projekte müssen von den Bürgerinnen und Bürgern mitgetragen werden. Dieser großen Herausforderung müssen wir uns stellen“ [10]. Die parallel dazu entstandene VDI-Richtlinie 7000 zur frühen Öffentlichkeitsbeteiligung bei Industrie- und Infrastrukturprojekten wurde basierend auf der systematischen Analyse erfolgreich abgeschlossener Projekte und im Dialog mit Experten für die Beteiligung der Öffentlichkeit, Praktikern in privaten und öffentlichen Projektentwicklern, regionalen und föderalen Behörden sowie zivilgesellschaftlichen Gruppen und Verbänden erstellt [4]. Sie unterstützt Vorhabenträger bei der Planung, Organisation und Durchführung von früher Öffentlichkeitsbeteiligung und bietet „die Chance zu einem ‚dialogischen‘ Frühwarnsystem, zur Vertrauensbildung und Win-Win-Lösungen, zur Vermeidung von öffentlichen Eskalationen und zur Verminderung von Einwendungen und Klagen“ [11].

Basierend auf den Analysen, Methoden und Werkzeugen dieses Leitfadens wurde das Seminar in Zusammenarbeit mit dem VDI konzipiert und seit 2014 jedes Sommersemester durchgeführt. Der VDI als größter technisch-wissenschaftlicher Verband in Deutschland ist als repräsentativer Sprecher für Ingenieur*innen und führender Partner für die Festlegung technischer Standards in Wirtschaft und Wissenschaft bekannt. Diese enge Anbindung des Moduls an die VDI-Richtlinie bietet den Studierenden einen klaren Bezugspunkt und unterstreicht die Bedeutung des Themas für Studierende ingenieurwissenschaftlicher Fächer.

Das Modul – Wie ist der Kurs aufgebaut?

Das Modul „Not in my backyard! – Öffentlichkeitsbeteiligung bei Industrie- und Infrastrukturprojekten“ (ÖBIIP) läuft über ein Semester. Es richtet sich an Studierende aller Fakultäten. Dabei wird eine möglichst fachheterogene Zusammensetzung des Kurses angestrebt, sodass im Rahmen des Moduls nicht nur interdisziplinäre Themen behandelt werden, sondern auch ganz konkret in fachheterogenen Studierendengruppen interdisziplinäre Zusammenarbeit praktiziert wird. Die Modulsitzungen sind formal in eine Vorlesung, eine Übung nach der Methode des Problemorientierten Lernens (PoL) sowie ein zweitägiges Blockseminar unterteilt.

Der Umfang des Kurses beträgt vier Semesterwochenstunden. Je nach Art und Umfang der Einbindung des Kurses bzw. der Prüfungsleistung und dem damit korrespondierenden Workload können fünf oder sechs Kreditpunkte (ECTS) erworben werden. Für Studierende, die den Kurs als ingenieurwissenschaftliches Wahlfach belegen, ist eine Klausur zur VDI-Richtlinie obligatorischer Bestandteil.

Inhaltlich werden folgende Themen und Aspekte behandelt:

- Auseinandersetzung mit dem Wandel des gesellschaftlichen Umfeldes
- Hintergrundwissen zur Umwelt- und Technikforschung
- Erfolgsfaktoren akzeptierter Projekte
- Auseinandersetzung mit Rollen und Professionen
- Einarbeitung in die VDI-Richtlinie 7000 als Management-Leitfaden für technische Projekte

Die Lern- bzw. Kompetenzziele liegen auf verschiedenen Ebenen:

- Wissen und fachliche (themenbezogene) Methoden zur Umsetzung von Beteiligungsprozessen bei der Planung von Industrie- und Infrastrukturprojekten
- Kritische Reflexion, Problembewusstsein, Perspektivwechsel
- Teamwork und interdisziplinärer Dialog

In den Einführungsvorträgen werden Grundkenntnisse zu Beteiligungsverfahren vermittelt und Aspekte des sozialen Wandels sowie Fragen der Akzeptanz und Akzeptabilität diskutiert. Im Verlauf des Kurses geben externe Referenten Einblicke in ihre berufliche Praxis im Kontext von Beteiligungsverfahren. Diese Vorträge der Fachexperten thematisieren beispielsweise rechtliche Rahmenbedingungen für die formelle und informelle Beteiligung, Aspekte der Regionalplanung oder nehmen Perspektiven von Projektentwicklern sowie Umweltverbänden auf.

In der folgenden Abbildung sind die Elemente in einem Ablaufplan über das Semester dargestellt.

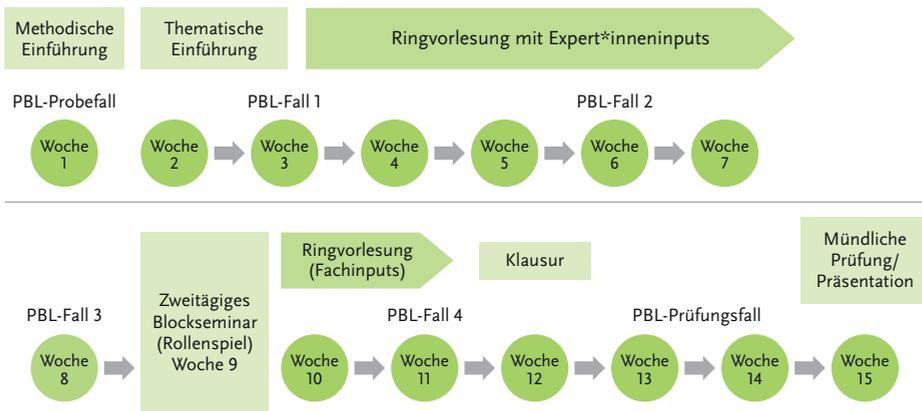


Abbildung 1: Ablaufplan des ÖBIIP-Moduls

Die Leistungsbewertung erfolgt anhand von zwei bzw. drei verschiedenen Elementen:

1. Gruppenpräsentationen zum Prüfungsfall: Zum Abschluss des Kurses bearbeiten die Studierenden einen PoL-Prüfungsfall. Jede Gruppe präsentiert ihren Bearbeitungsprozess sowie die Ergebnisse in Form einer (öffentlichen) Präsentation.
2. Seminararbeit: Zusätzlich stellen die Studierenden die Rechercheergebnisse ihrer individuellen Lernfrage des PoL-Prüfungsfalles in einer schriftlichen Arbeit dar. Neben dieser Dokumentation werden sie gebeten, ihren Diskussionsprozess in der Gruppe zur Ableitung von Empfehlungen darzulegen und zu reflektieren, in welcher Weise die Ergebnisse ihrer Lernfrage die Gruppendiskussionen beeinflusst haben.
3. Klausur: In einer schriftlichen Prüfung werden die Grundprinzipien der VDI-Richtlinie 7000 und Schlüsselemente in Beteiligungsprozessen geprüft. Dieses Prüfungselement ist obligatorisch für die Belegung als ingenieurwissenschaftliches Wahlfach. Bei einer Belegung als freies Wahlfach ist die Klausur optional. Die Teilnahme an der Klausur wird mit Vergabe eines zusätzlichen ECTS-Punktes honoriert, sodass in diesem Fall sechs ECTS-Punkte für diesen Kurs vergeben werden.

Die Lehr-Lernformen – Wie funktionieren PoL-Übungen und was passiert im Blockseminar?

Die PoL-Übung

Problemorientiertes Lernen (PoL) – auch als 7-Schritt-Methode oder Maastricht-Modell bekannt – gilt als besonders geeignet, um interdisziplinäre Zusammenarbeit zu strukturieren bzw. zu fördern [12]. Für PoL gibt es zwar keinen verbindlichen Standard, dennoch lassen sich folgende Grundprinzipien nennen [13]:

- ❖ Fallbeispiele aus dem Arbeitsalltag stehen am Anfang,
- ❖ die PoL-Fälle werden in Gruppen bearbeitet, die tutoriell begleitet werden,
- ❖ die Bearbeitung erfolgt in definierten Schritten, den sogenannten „7-Steps“.

Zunächst erfolgt eine gemeinsame Fallanalyse (Schritte 1–5), wobei Wissenslücken oder Unsicherheiten zu erkennen und diese als Wissensbedarfe zu formulieren sind. Dann folgt eine Selbststudienphase (Schritt 6) und zum Abschluss die Rückkopplung der Ergebnisse in die Gruppe (Schritt 7). Die Studierenden entwickeln aus der Fallbearbeitung heraus eigenständig die Fragen, die sie im Selbststudium bearbeiten, und entscheiden somit in einem gewissen Grad selbst, was und wie sie lernen. Die Lehrenden agieren dabei als Lernbegleiter.

Durch die Ergänzung einer Reflexion zum Abschluss einer Fallbearbeitung, die auch als „Schritt 8“ beschrieben wird, kann explizit eine kritische Würdigung der Ergebnisse und deren Einordnung erfolgen.

Im ÖBIIP-Modul wird nach dieser Methode des Problemorientierten Lernens (PoL) gearbeitet. Darin werden in den wöchentlichen Übungen die sogenannten PoL-Fälle bearbeitet. Es sind keine „echten“ Fälle, sondern Fallbeispiele, d. h. fiktive, speziell entwickelte Fallbeschreibungen, die sich aber möglichst nah an realen Gegebenheiten orientieren. Sie bilden exemplarische Situationen aus Planungs- und Beteiligungsprozessen ab. Der Vorteil dieser spezifisch entwickelten Fallbeispiele liegt darin, dass sie sehr gut an Teilaspekte des Themas und an das Leistungsniveau der Studierenden angepasst werden können. Die Fälle dienen als Lernanlass, d. h. es steht nicht eine konkrete „Lösung“ eines Falles im Mittelpunkt, sondern die systematische Analyse der Situation und die Bearbeitung inhaltlicher Fragestellungen. Durch die PoL-Methode werden Kooperations- und Rückkopplungsprozesse systematisch in die Gruppenarbeit integriert und wird ein geeigneter Rahmen für die interdisziplinäre Zusammenarbeit geboten. Ein besonderer inhaltlicher Schwerpunkt der Fälle liegt auf der Perspektive der Projektentwickler bzw. Vorhabenträger, d. h. von Firmen oder Institutionen, die ein Industrie- oder Infrastrukturprojekt umsetzen wollen.

Die Teilnahme an diesem Kurs ist auf 24 Studierende begrenzt, sodass sechs Gruppen mit je vier Personen gebildet werden können. Um eine fachheterogene Zusammensetzung in jeder Studierendengruppe zu gewährleisten, werden bei der Zulassung zum Kurs Fachquoten berücksichtigt. Nach dem Kennenlernen teilen sich die Studierenden in Gruppen auf, unter der Maßgabe, dass in einer Gruppe möglichst keine Studierenden des gleichen Studiengangs sein sollten. Es gibt keine festen Tutor*innen für jede Gruppe, sondern zwei Lernbegleiter*innen, die während der Übungsphase anwesend sind und die Gruppen begleiten.

Während des Semesters arbeiten die Studierenden in einem Drei-Wochen-Zyklus an den PoL-Fällen. In der ersten Woche des Zyklus wird der PoL-Fall gemäß den Schritten 1–5 in der Gruppe bearbeitet und endet mit der Erstellung der Lernfragen. Die Studierenden recherchieren zu diesen Fragen und laden ihre Ergebnisse in den begleitenden Moodle-Kurs hoch. In der zweiten Woche präsentieren sie ihre Ergebnisse den anderen Gruppenmitgliedern und diskutieren das neu gewonnene Wissen in Bezug auf die Hypothesen, die in der Woche zuvor entwickelt wurden. Basierend auf der erweiterten Wissensbasis bewerten die Studierenden die Situation (neu) und entwickeln Empfehlungen für eine Vorgehensweise bzw. mögliche Lösungen. Daran schließt sich in der dritten Woche eine Diskussion und Reflexion im Plenum an. Jede Gruppe präsentiert nacheinander ihre grundlegenden Ergebnisse und Lösungen. Basierend auf dem Vergleich der verschiedenen Ansätze werden Ergebnisse und Besonderheiten gemeinsam diskutiert und reflektiert.

Gesprächssimulation im Blockseminar

Auch im zum Kurs gehörenden zweitägigen Blockseminar wird fallbezogen gearbeitet, wenngleich mit anderen Methoden. Dieses Seminar findet in der zweiten Hälfte des Semesters statt und bietet einen Erfahrungsraum für die Simulation prototypischer Kommunikationssituationen, die bei der Beteiligung der Öffentlichkeit auftre-

ten. Basierend auf drei verschiedenen PoL-Fällen werden die beschriebenen Situationen weiterentwickelt, durch zusätzliche Informationen ergänzt und so zu einem Simulationsszenario erweitert. Die Studierenden müssen zunächst bestimmte Methoden zur Inhaltsanalyse (z. B. Stakeholder- und Themenfeldanalysen) auf ein Fall-szenario anwenden. In einem zweiten Schritt sollen sie dann ein Beteiligungsformat planen, das auf den Ergebnissen des ersten Schritts und dem zuvor im Kurs behandelten Methodenrepertoire der VDI 7000 basiert. In einem dritten Schritt wird ein Teilnahmeformat als simuliertes Gespräch (Rollenspiel) durchgeführt. Die Studierenden erhalten bestimmte Rollen für die Szenarien, z. B. „Projektleitung“ oder „betroffene*r Bürger*in“. Sie bekommen individuelle zusätzliche Informationen für jede Rolle, die ihren Charakter und ihr Anliegen begründen. Dieses Setting ermöglicht es den Gruppen, eine prototypische Kommunikationssituation zu gestalten und Erfahrungen zu sammeln. Nach jeder Simulationseinheit werden in der gemeinsamen Reflexion Abläufe und Kommunikationsmuster analysiert und Reaktions- und Interventionsoptionen diskutiert.

3 Lessons Learned – Was hat sich bewährt?

Der Kurs wurde von 2014–2019 jeweils im Sommersemester angeboten und erfreute sich konstant hoher Nachfrage. Die meisten Teilnehmenden stammten aus ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen (Bauingenieurwesen, Maschinenbau, Umwelttechnik und Ressourcenmanagement, Verkaufstechnik und Produktmanagement, Logistik, Wirtschaftsingenieurwesen). Darüber hinaus nahmen Studierende aus Fächern wie Geographie, Geschichte, Biologie, Philosophie sowie Pädagogik, Linguistik, Sozial- und Wirtschaftswissenschaften mit unterschiedlichen Quoten teil. In allen Kursen konnten Studierendengruppen mit fachheterogener Zusammensetzung realisiert werden.

Die Gesamtbewertung des Kurses in der Evaluation war in allen Durchläufen gut bis sehr gut. Für die Mehrheit der Teilnehmer*innen waren sowohl die PoL-Methode als auch die interdisziplinäre Zusammenarbeit neue Erfahrungen. Die interdisziplinäre Zusammenarbeit wurde meist als sehr positiv bewertet und von den Studierenden als bereichernd hervorgehoben. Basierend auf diesen positiven Einschätzungen und gestützt auf differenzierte Reflexionen in den Hausarbeiten schließen wir, dass das gewählte Format die intendierte offene Haltung gegenüber anderen Fächern und Methoden gefördert hat, die als Basis gelingender interdisziplinärer Zusammenarbeit gilt.

Die Studierenden bewerten das zweitägige Seminar jeweils besonders positiv. Für viele von ihnen ist dies eine der seltenen Gelegenheiten, zwei Tage lang intensiv in Gruppen zu arbeiten und eine andere Rolle auszuprobieren. Insbesondere der Perspektivwechsel, der auch emotional in den Rollenspielen der Simulation stattfindet, führt zu besonderen Erfahrungen. Es macht einen Unterschied, über Kommunikationssituationen nur abstrakt zu sprechen oder Kommunikationssituationen real

zu erproben. Die Studierenden gaben einander ein differenziertes und konstruktives Feedback, und diese gemeinsamen Erfahrungen ließen den Kurs zusammenwachsen. Das Rollenspielformat gibt ihnen dabei in einer ganz besonderen Form bzw. Intensität die Möglichkeit, sich mit ihren personalen und sozialen Fähigkeiten einzubringen und sich gemeinsam weiterzuentwickeln.

Aus den Bewertungen des Kurses in der Abschluss-Evaluation sowie aus den Diskussionen während des Kurses geht hervor, dass sowohl der interdisziplinäre Ansatz als auch die ungewohnten Lehr-Lern-Formen auch Herausforderungen darstellen, die zu Verunsicherungen führen können. Es ist wichtig, sich solcher möglichen Unsicherheiten bewusst zu sein bzw. diese wahrzunehmen und möglichst in konstruktive Lernerfahrungen umzusetzen. Hier hat es sich bewährt, die komplexen und disziplinübergreifenden Probleme fachlich zu rahmen und mit der PoL-Methode zu bearbeiten. Die bis zu einem gewissen Grad offenen Ergebnisse der Fälle sind sowohl Herausforderung als auch Motivation gleichermaßen. Für Studierende mit technischem Hintergrund, die noch nicht mit der PoL-Methode gearbeitet haben und in der Regel in naturwissenschaftlichen Fächern geschult sind, stets „die richtige Lösung“ für eine bestimmte vorbereitete Lernaufgabe zu finden, bedeutet der Umgang mit dieser Unschärfe der Ergebnisse häufig zunächst eine Zumutung bzw. Verunsicherung. Es ist daher sehr wichtig, die Methode gut anzuleiten, damit hier Erfahrung und Sicherheit gewonnen werden können. Reflexion ist von besonderer Bedeutung, um den Lernprozess und Lernerfolg für die Studierenden greifbar zu machen [14]. Für die Entwicklung von PoL-Fällen in diesem Kurs bedeutet dies auch, die Komplexität und das Niveau der Fälle an den Erfahrungsgrad der Studierenden im Umgang mit der Methode anzupassen. Die Anleitung von Arbeitsprozessen und die Reflexion des Themas und der inhaltlichen Arbeitsergebnisse spielen eine zentrale Rolle. Sowohl die Einführung als auch die Anleitung der PoL-Arbeitsphasen wurden im Lauf der Zeit angepasst.

Im Lauf der letzten sechs Jahre hat sich dieser Kurs als bereichernde interdisziplinäre Erfahrung für Studierende und Lehrende in einem anregenden Lehr-Lern-Umfeld etabliert. Der Aufbau einer Lehrveranstaltung mit einer thematischen Rahmung durch Basisvorlesung, ergänzende externe Experteninputs und eine begleitende PoL-Übungsserie kann auch auf die Behandlung anderer Themengebiete übertragen werden, wie es am Beispiel des Themas Arbeits- und Gesundheitsschutz bereits praktiziert wurde.

4 Erfahrungen aus dem Corona-Semester im Sommer 2020

Im Sommersemester 2020 wurde das Modul in einer „Online-only“-Variante umgesetzt. Leitmotiv der Umsetzung war es, den umfassenden kommunikativen und kollaborativen Charakter beizubehalten, sodass auch online die übergreifenden Lern-

ziele im Bereich der personalen und sozialen Kompetenzen systematisch gefördert werden.

Das Modul wurde in asynchrone und synchrone Element aufgeteilt und der Ablaufplan in folgender Weise modifiziert:

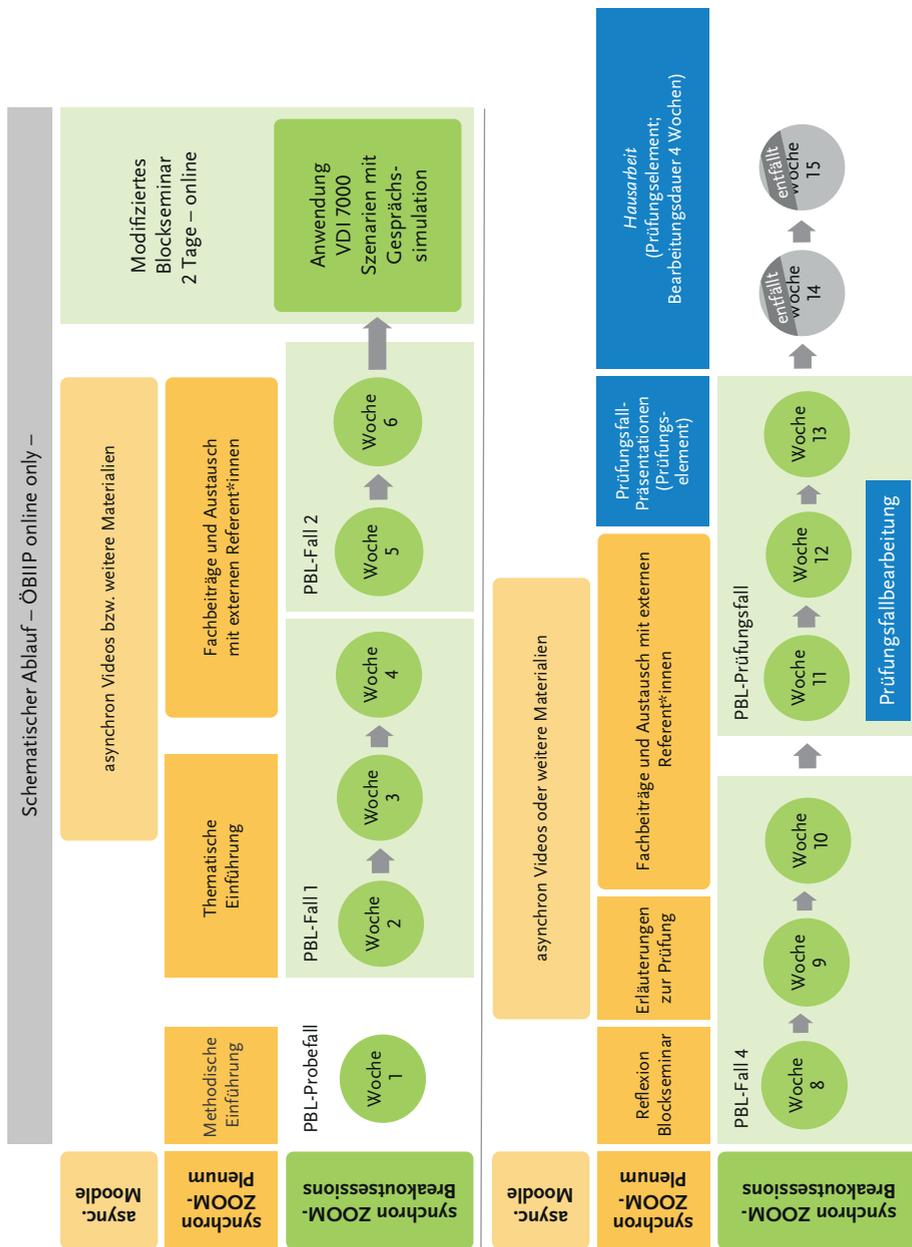


Abbildung 2: Ablaufplan des ÖBIIP-Moduls in der „Online-only“-Variante

Das Grundprinzip des Aufbaus blieb erhalten. Für die externen Referentenbeiträge wurde, soweit möglich, auf ein Blended-Learning-Format umgestellt, d. h. es wurden Infomaterial, Videos oder ein vertonter Foliensatz im Vorfeld im Moodle-Kurs bereitgestellt. Die Studierenden waren aufgefordert, dieses Material zu bearbeiten und Fragen an die externen Referent*innen zu formulieren. Diese wurden ihnen im Vorfeld übermittelt und von ihnen dann im Online-Meeting gemeinsam mit den Studierenden besprochen.

Für die asynchrone Zusammenarbeit wurden vielfältige Funktionen der Lernplattform Moodle genutzt. Für die synchrone Zusammenarbeit wurde das Videokonferenztool Zoom eingesetzt. Zur Online-Dokumentation in den PoL-Übungen wurde MIRO genutzt – eine Art Online-Metaplanwand, die kollaboratives Arbeiten in Echtzeit ermöglicht. In den Übungen lief die Kommunikation dann über Videobild und -ton in einer Zoom-Konferenz und parallel dazu in einem Miroboard, wo alle Gruppenmitglieder gemeinsam arbeiten konnten.

Aufgrund der Verkürzung des Sommersemesters wurde die Anzahl der zu bearbeitenden Fälle reduziert. Weiterhin wurde die Anzahl der Teilnehmenden auf 20 reduziert, sodass Gruppendiskussionen online handhabbar wurden. Auch das Prüfungsgeschehen wurde angepasst: Anstelle der Klausur wurde eine mündliche Online-Prüfung durchgeführt.

Insgesamt konnte der Charakter des Moduls auch „online only“ erhalten bleiben und ein sehr kommunikatives und intensives Seminar durchgeführt werden. Dabei hat es sich bewährt, die Gruppen zu Beginn sehr eng und umfassend zu betreuen. Es wurden vier Übungsgruppen à fünf Personen gebildet, die jeweils tutoriell begleitet wurden. Ein weiteres Erfolgselement waren umfangreiche Vorstellungs- und Reflexionsrunden, die ein Kennenlernen auch online ermöglichten und die Basis für eine offene und konstruktive Zusammenarbeit legten.

Lessons Learned in der Online-Fassung

Für die Umsetzung von solchen Online-Sessions ist es empfehlenswert, im Team zu arbeiten. Dann kann eine Person die inhaltliche Moderation übernehmen und die andere kümmert sich um das Hosting, behält den Chat im Auge und Ähnliches.

Für die PoL-Gruppen-Übungen ist generell eine tutorielle Begleitung wichtig – sowohl, was die methodische Anleitung angeht als auch in Bezug auf die technische Umsetzung. Im Laufe des Semesters wurde der Bedarf geringer, doch zu Beginn war die enge Begleitung der Gruppenphasen ein zentrales Erfolgskriterium.

Eine gute Kommunikation und eine hohe Transparenz bei den Abläufen und Regelungen sind sehr wichtig. Hierzu gehört auch, dass Online-Sessions gut vorbereitet und strukturiert sein sollten, sodass alle immer grob wissen, was passiert bzw. passieren soll und man auch bei technischen Problemen wieder schnell den Einstieg findet.

Eine besondere Herausforderung war das Blockseminar, in dem auch Gesprächssimulationen stattfanden. Aufgrund der Vertrautheit der Gruppe konnte es inhaltlich und methodisch gut umgesetzt werden. Sehr aufwändig war jedoch die or-

ganisatorische bzw. koordinative Umsetzung, da jedes kleinste Detail organisiert werden musste. Das Fazit war grundsätzlich positiv – obwohl ein Großteil der Studierenden angaben, sie hätten es als sehr anstrengend bzw. als etwas zu lang empfunden. Der zeitliche Umfang (zwei volle Tage) war zwar identisch wie in der Präsenzveranstaltung, wurde von allen Beteiligten aber als belastender wahrgenommen. Zum einen wurde es als anstrengend empfunden, so lange vor dem Bildschirm zu sitzen, zum anderen ist in der Online-Lehre alles sehr fokussiert: Alle Kommunikation findet gleichsam auf offener Bühne statt oder muss klar geplant werden. Wenn man mit Videobild in einer Sitzung sichtbar ist, ist der Grad an Präsenz bzw. das Gefühl, „unter Beobachtung zu stehen“, sehr groß, und es ist davon auszugehen, dass dieser Effekt zum Gefühl der Anstrengung beiträgt. Je kleiner und vertrauter die Gruppe war, desto geringer wurden diese Einflüsse.

Die Entwicklung eines Gruppengefühls, die Freude am „sich mal auszuprobieren“ und auch „Spaß an der Sache“ zu haben, die sich in den letzten Jahren im Präsenzblockseminar immer entwickelt hatten, war in der Online-fassung weniger stark ausgeprägt. Demgegenüber entwickelte sich in diesem Kurs – vermutlich aufgrund der besonderen Situation im Corona-Semester, wo sich Lehrende und Lernende plötzlich auf viele neue Methoden und Situationen einließen bzw. einlassen mussten – ein bemerkenswertes Gemeinschafts- bzw. Verantwortungsgefühl für den Kurs, was sich u. a. in einer sehr hohen Teilnahmedisziplin und kontinuierlicher Mitarbeit zeigte. Es wurde intensiv gearbeitet, und die Ergebnisse sowohl in den Gruppenarbeiten im Lauf des Semesters als auch die Prüfungsergebnisse lagen auf einem sehr guten Niveau, sodass die „Online-only“-Umsetzung als voller Erfolg gewertet werden kann.

Literatur

- [1] G. Vollmer, „Interdisziplinarität – Unerlässlich, aber leider unmöglich?“, in *Interdisziplinarität. Theorie, Praxis, Probleme*, M. Jungert, E. Romfeld, T. Sukopp, U. Voigt, Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, pp. 47–76, 2010.
- [2] S. Brandstädter, K. Sonntag, „Interdisziplinäre Handlungskompetenz – Förderung von Interdisziplinarität“, in *VDI Fachtagung Innovative Lehre in der Ingenieurausbildung*, Düsseldorf, 2014, Workshop.
- [3] S. Lerch, „Sprechen Sie interdisziplinär? Zur Besonderheit interdisziplinärer Kompetenzen“, in *Interdisziplinarität und Transdisziplinarität als Herausforderung akademischer Bildung*, C. Schier, E. Schwinger, Bielefeld: transcript, pp. 79–93, 2014.
- [4] Verein Deutscher Ingenieure, *Richtlinie VDI 7000. Frühe Öffentlichkeitsbeteiligung bei Industrie- und Infrastrukturprojekten*. Berlin: Beuth Verlag, 2015.
- [5] F. Brettschneider, „Kommunikation und Meinungsbildung bei Großprojekten“, *APuZ. Aus Politik und Zeitgeschichte*, Vol. 61, pp. 44–45, Okt. 2011.

- [6] BS. Bertelsmann Stiftung. (2013). *Mehr Transparenz und Bürgerbeteiligung* [Online]. Available: https://www.Bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSSt/Publikationen/GrauePublikationen/GP_Mehr_Transparenz_und_Buergerbeteiligung.pdf.
- [7] BMVI. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur. (2014). *Handbuch für eine gute Bürgerbeteiligung – Planung von Großvorhaben im Verkehrssektor* [Online]. Available: <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/handbuch-buergerbeteiligung.html>.
- [8] MWEI. Ministerium für Wirtschaft, Energie, Industrie, Mittelstand und Handwerk. (2012). *Werkzeugkasten Dialog und Beteiligung – Ein Leitfaden zur Öffentlichkeitsbeteiligung* [Online]. Available: https://www.bezreg-muenster.de/zentralablage/dokumente/service/oefentlichkeitsbeteiligung/Werkzeugkasten_Dialog_und_Beteiligung_1_.pdf.
- [9] SMBW. Staatsministerium Baden-Württemberg. (2014). *Leitfaden für eine neue Planungskultur* [Online]. Available: https://beteiligungsportal.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/beteiligungsportal/StM/140717_Planungsleitfaden.pdf.
- [10] U. Ungeheuer, W. Fuchs. (2013), *Infrastruktur der Zukunft – Menschen sinnvoll vernetzen*, 26. Deutscher Ingenieurtag, VDI, Düsseldorf.
- [11] V. Brennecke, „Frühe Öffentlichkeitsbeteiligung bei Industrie- und Infrastrukturprojekten – Vorstellung der VDI-Richtlinie 7000“, interner Foliensatz zum Vortrag im Rahmen des ÖIIP-Moduls, 2017.
- [12] M. Brassler, J. Dettmers, „Interdisziplinäres Problembasiertes Lernen – Kompetenzen fördern, Zukunft gestalten“, *Zeitschrift für Hochschulentwicklung*, Vol. 11, Nr. 3, pp. 17–37.
- [13] U. Berbuir, H. Lieverscheidt, A. Slemeyer, „Problemorientiertes Lernen“, *duz Deutsche Universitätszeitung*, Nr. 11, pp. 73–75, Okt. 2014.
- [14] A. Kolmos, E. De Graaff, “Problem-Based and Project-Based Learning in Engineering Education”, in *Cambridge Handbook of Engineering Education Research*, A. Johri, B. Olds, Cambridge: Cambridge University Press, pp. 141–160, 2014.

Lehre mit Mehrwert – Die Ingenieure ohne Grenzen Challenge

DENNIS KREUTZER, SILKE FRYE, JAN BITTER-KRAHE, INGRID ISENHARDT

Auf einen Blick

- ❖ In der Ausbildung von Ingenieur*innen stehen in der Regel die technologischen Fähigkeiten im Fokus. Schlüsselqualifikationen und „Future Skills“, die wesentlich die „Employability“ der Studierenden bestimmen, werden oft zu wenig berücksichtigt.
- ❖ Die *Ingenieure ohne Grenzen Challenge* ermöglicht Lehr- und Lernszenarien, die sowohl das technologische Know-how als auch das kritische Bewusstsein für das eigene Handeln und die soziale Verantwortung adressieren.
- ❖ Konkrete Anwendungsszenarien in Lehrveranstaltungen an der RWTH Aachen University und der Technischen Universität Dortmund zeigen beispielhaft, wie die *Ingenieure ohne Grenzen Challenge* eine „Lehre mit Mehrwert“ ermöglicht.
- ❖ Aus Evaluationsergebnissen und Erfahrungen beteiligter Lehrender und Studierender können Rahmenbedingungen abgeleitet werden, die wesentlich für die erfolgreiche Einbindung der *Ingenieure ohne Grenzen Challenge* in die Hochschullehre sind.

Einleitung

Der Trend zu mehr Effizienz, Effektivität und einem höheren Innovationsgrad prägt ingenieurwissenschaftliche Studiengänge und damit die Ingenieur*innen von morgen. Doch in weiten Teilen der Welt beherrschen elementare Probleme wie die Folgen des Klimawandels, der fehlende Zugang zu sauberem Wasser, eine mangelnde medizinische Versorgung oder eine fehlende Grundversorgung mit Bildung den Alltag vieler Menschen. Zukünftige Ingenieur*innen sind es, die den technologischen Fortschritt entscheidend prägen und so die Folgen der Globalisierung maßgeblich mitgestalten können. Aus diesem Grund gewinnen neben innovativen und effizienten Problemlösungen insbesondere die ökologische, soziale und ökonomische Nachhaltigkeit und damit eine verantwortungsvolle Entwicklung technischer Konzepte für die ingenieurwissenschaftliche Ausbildung an Bedeutung [1].

Gleichzeitig ergeben sich aus der zunehmenden Digitalisierung auf allen Ebenen große Veränderungen in der Lern- und Arbeitswelt, und der Anspruch der Hochschulen, eine Kompetenzentwicklung der Studierenden für die digitale Welt zu fördern, wächst zunehmend. Dabei ist das Verständnis von Digitalisierung im Sinne

digitaler Prozesse, Tools und Medien zur Begleitung von Lernprozessen nicht ausreichend – umfassende Bildung für eine digitale Welt beinhaltet vielmehr die Verknüpfung von Mindset, Skillset und Toolset [2].

Wie die Verknüpfung der sozialen Verantwortung mit den Aspekten der Nachhaltigkeit und Digitalisierung in der Ausbildung von Ingenieur*innen gelingen kann, zeigt dieser Beitrag. Dazu werden konkrete Beispiele vorgestellt, in denen mit der *Ingenieure ohne Grenzen Challenge* Problemstellungen aus der Entwicklungszusammenarbeit als Ausgangspunkt für innovative, nachhaltige und digitale Lehr- und Lernkonzepte in der Hochschule genutzt werden.

1 Problemstellung – Technikexpert*innen und verantwortungsbewusste Problemlöser*innen in einer digitalisierten Arbeitswelt

Die Arbeitswelt wird für zukünftige Ingenieur*innen immer stärker digitalisiert sein – stets mit dem Ziel der effizienteren, effektiveren und damit optimalen Produktion von Gütern oder der Entwicklung von Dienstleistungen [3]. Die Geschwindigkeit dieser Entwicklung steigt inzwischen exponentiell [4]. Um dies nicht nur zu bewältigen, sondern vielmehr erfolgreich und zielorientiert zu gestalten, müssen zukünftige Ingenieur*innen nicht mehr nur hoch qualifizierte Technikexpert*innen sein, sondern auch kreative und verantwortungsbewusste Problemlöser*innen.

Auf unterschiedlichen Abstraktionsniveaus geben eine Reihe von Studien Hinweise darauf, welche Kompetenzen dafür zukünftig von Ingenieur*innen erwartet werden (vgl. z. B. [5, 6, 7, 8, 9, 10]). Sie zeigen aber auch, dass bislang kein eindeutiger Konsens zu erkennen ist, welche Kompetenzen besonders relevant sind oder künftig sein werden [11]. Dennoch werden Schnittmengen deutlich, so wie sie etwa mit den sogenannten „Future Skills“ beschrieben werden, „jene[n] nach wie vor nur von Menschen zu erbringende[n] Fähigkeiten, die für die Gestaltung von transformativen Technologien notwendig sind“ [12]. Im sogenannten „Future-Skills-Framework“ werden dabei drei Kategorien dieser Skills unterschieden:

1. *technologische Fähigkeiten*
2. *digitale Grundfähigkeiten oder Schlüsselqualifikationen*
(z. B. digitales Lernen, digital literacy, kollaboratives Arbeiten etc.)
3. *klassische Fähigkeiten oder nicht-digitale Schlüsselqualifikationen*
(z. B. Selbstorganisation, Problemlösefähigkeit, Kreativität, Durchhaltevermögen etc.)

In der hochschulischen Ausbildung von Ingenieur*innen stehen klassisch die technologischen Fähigkeiten im Fokus. Die Studierenden werden zielgerichtet zu Fachexpert*innen ausgebildet; die digitalen und nicht-digitalen Schlüsselqualifikationen sind dabei aber oft zu wenig berücksichtigt. Dabei bestimmen diese wesentlich die „Employability“, also die Vorbereitung der Studierenden auf ein breites berufliches Aufgabenspektrum. Nicht zuletzt nennen Ingenieur*innen selbst aus ihrer Berufs-

tätigkeit heraus fachübergreifendes Denken, selbstständiges Arbeiten, Problemlöse- und Kooperationsfähigkeiten als wesentliche Merkmale ihrer Arbeit [13]. Neben innovativen und kreativen Problemlösungen und einem erfolgreichen Projektmanagement gewinnen zeitgemäß auch die Themen Nachhaltigkeit und eine (sozial) verantwortungsvolle Entwicklung technischer Konzepte an Bedeutung. Das „Engineering von morgen“ basiert nicht mehr nur auf technologischem Know-how, sondern erfordert auch ein kritisches Bewusstsein für Nachhaltigkeit, Globalisierung und soziale Verantwortung (vgl. u. a. [1, 14]). Dies bedeutet aber keine Lösung von bisherigen klassischen fachlichen Bildungszielen des ingenieurwissenschaftlichen Studiums, sondern vielmehr deren Erweiterung.

Die Bedeutung der digitalen Grundfähigkeiten und Schlüsselqualifikationen wurden nicht zuletzt während der Covid-19-Pandemie und dem daraus resultierenden Umstieg der Hochschulen auf rein digitale Bildungsangebote deutlich. Digitales Lernen, Selbstorganisation und Durchhaltevermögen wurden hier zu wesentlichen Parametern des Studiums.

Dies zeigt aber auch, dass nicht nur die Bildungsinhalte ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge einem Wandel unterliegen sollten, sondern auch die methodischen und didaktischen Konzepte. Denn: die hochschulische Ausbildung von Ingenieur*innen ist noch immer stark in der rein additiven Vermittlung einzelner Fachdisziplinen verhaftet. Dies ist auf die fachsystematischen Strukturen innerhalb der Fakultäten zurückzuführen und hat sich seit Jahrzehnten verfestigt. Gerade in den Ingenieurwissenschaften existiert davon ausgehend weiterhin eine alte und mächtige Tradition des lehrendenorientierten Lehrstils, der wenig Raum für intrinsische Motivation lässt [15]. Um die Qualität der ingenieurwissenschaftlichen Ausbildung zu steigern, ist daher die Implementierung offener und flexibler Lern- und Lehrkonzepte wesentlich. Hierbei sollten die Studierenden in den Mittelpunkt gestellt und eine praxisbezogene technische Bildung ermöglicht werden, indem sie Theorie und Praxis miteinander verknüpfen [16].

Ein Setting, das diese Aspekte vereinigt und sowohl technologisches Know-how als auch ein kritisches Bewusstsein für das eigene Handeln und die soziale Verantwortung adressiert, ist die *Ingenieure ohne Grenzen Challenge* (IoGC), die im Folgenden vorgestellt wird.

2 Lösungsansatz – Die *Ingenieure ohne Grenzen Challenge*

Die IoGC hat ihren Ursprung in Australien, wo das Konzept von „Engineers without Borders“ entwickelt wurde und mit mehr als 18.000 Studierenden an über 30 Universitäten fest in das nationale Universitätscurriculum integriert ist [17]. 2012 wurde die IoGC erstmals in Deutschland an der RWTH Aachen University durchgeführt und konnte dann deutschlandweit an verschiedenen Hochschulen implementiert werden [1].

Die Idee der *Ingenieure ohne Grenzen Challenge* ist es, die teilnehmenden Studierenden in die Lage zu versetzen, eigene Lösungen für Probleme aus der Entwick-

lungszusammenarbeit mithilfe ihrer individuellen fachlichen Hintergründe zu erarbeiten [17]. Dabei sollen sie über ihr ingenieurwissenschaftliches Fachwissen hinaus sowohl digitale Schlüsselqualifikationen wie digital gestützte Kommunikation und Kollaboration als auch nicht digitale Schlüsselqualifikationen wie Kommunikationsfähigkeit, interdisziplinäre Zusammenarbeit und die Auseinandersetzung mit technik-ethischen Fragestellungen erlernen [18]. Die Integration dieser Trias der „Future-Skills“ in das ingenieurwissenschaftliche Curriculum führt zu einer Lehre mit Mehrwert und initiiert ein „Denken über den Tellerrand.“

Den typischen Ablauf der IoGC zeigt Abbildung 1. Zunächst werden technische Problemstellungen und Strukturprobleme der Entwicklungsländer von Vertreter*innen des *Ingenieure ohne Grenzen (IoG) e. V.* identifiziert (Schritt 1). Für den Einsatz in der Hochschullehre werden diese Problemstellungen in Kooperation mit Mitarbeiter*innen des Projektes ELLI 2 dann didaktisch reduziert, in sogenannten „Fact Sheets“ für Studierende aufbereitet (Schritt 2) und an die teilnehmenden Lehrenden verteilt, die diese als initiiierende Problemstellung und anwendungsbezogenes Szenario in ihren Lehrveranstaltungen einsetzen (Schritt 3). Die Aufgabe der Studierenden ist es dann, in Teams eine nachhaltige, praktikable und kulturell angepasste Lösung zu einer dieser Problemstellungen zu erarbeiten und in einem Modell zu visualisieren (Schritt 4). Während der gesamten Bearbeitungszeit stehen dabei Expert*innen des IoG e. V. für Fragen zu lokalen Gegebenheiten der Zielregion sowie zu organisatorischen und kulturellen Rahmenbedingungen in regelmäßigen Online-Sprechstunden zur Verfügung. Als Abschluss der IoGC findet die Präsentation der erarbeiteten Konzepte in Form einer hochschulübergreifenden studentischen Konferenz statt, auf welcher die Teams mit den besten Problemlösungen gekürt werden (Schritt 5). Im Anschluss werden die Konzepte vom IoG e. V. ggf. in die Zielregionen transferiert und umgesetzt (Schritt 6).



Schritt 1: IoG e. V. identifiziert Fragestellungen in der Zielregion



Schritt 2: Fact Sheets werden zu den Problemstellungen erstellt



Schritt 3: Lehrende integrieren Themen in ihrer Lehre



Schritt 4: Studierende entwickeln Lösungen und Modelle



Schritt 5: Küren der Sieger*innen auf der Abschlusskonferenz



Schritt 6: IoG implementiert die Lösungen in ihrer Projektarbeit

Abbildung 1: Ablauf der deutschen IoGC in sechs Schritten

Der beschriebene Ablauf und die Reichweite der studentischen Lösungsansätze werden anhand einer konkreten Aufgabenstellung, die in der IoGC eingesetzt wurde, beispielhaft verdeutlicht:

Die Zubereitung von Mahlzeiten erfolgt in Tansania traditionell an offenen Feuerstellen mit Holz oder Holzkohle. Das Sammeln und Roden von Bäumen und Sträuchern zum Kochen oder zum Verkauf als Brennholz bzw. als Holzkohle hat dazu geführt, dass ein großer Teil der Waldflächen bereits abgeholzt ist. Aus diesem Grund hat der Ingenieure ohne Grenzen e. V. eine Biogasanlage entwickelt, die auf Basis von Bananenstauden Biogas zum Kochen produziert. Hierzu muss die Anlage täglich mit Substrat befüllt werden. Der anstrengende Vorgang des Zerkleinerns des Substrates wird zurzeit von Hand mittels Macheten und einem „Smashing Device“ erledigt, wodurch die Arbeit gefährlich, anstrengend und zeitintensiv ist.

Es soll für die Bevölkerung eine mechanische Zerkleinerungshilfe entwickelt werden, die das Substrat für die Biogasanlage schnell, sicher und einfach zerkleinert. Hierbei müssen folgende Rahmenbedingungen beachtet werden:

- *da die Stromversorgung im ruralen Tansania nicht flächendeckend ausgebaut ist, darf die Zerkleinerungshilfe nicht durch elektrische Energie angetrieben werden;*
- *die Lösung sollte einen einfachen Charakter aufweisen, die auf Akzeptanz bei der Bevölkerung stößt;*
- *der Zeit- und Arbeitsaufwand sollte gering sein;*
- *die Zerkleinerungshilfe sollte für alle Personengruppen zugänglich und ohne großen Kraftaufwand bedienbar sein;*
- *die Kosten sollen gering sein und*
- *die örtlichen Materialbedingungen müssen beachtet werden.*

In Anlehnung an einen Obsthäcksler bestand eine studentische Lösung in diesem Fall aus einem großem Einfülltrichter, einem Schneidwerk mit Quetschwalze sowie einem Auffangbehälter unter dem Auswurf (vgl. Abb. 2). Der Antrieb erfolgte über eine handbetriebene Kurbel, sodass auch ohne den Einsatz elektrischer Energie der Zeit- und Arbeitsaufwand reduziert und die Arbeitssicherheit deutlich erhöht werden konnten. Diese Lösung wurde vom IoG e. V. sehr positiv bewertet und in Kooperation mit der Dorfbevölkerung vor Ort realisiert.



Abbildung 2: Studentische Lösung einer mechanischen Zerkleinerungshilfe für Bananenstauden in Tansania

Insgesamt wird deutlich, dass die Studierenden durch die aktive Auseinandersetzung mit den Rahmenbedingungen und der Lebenswirklichkeit der Menschen in den Zielregionen eine individuelle, aktive und praxisbezogene Auseinandersetzung mit den Kernproblemen des 21. Jahrhunderts erleben: Globalisierung, Klimawandel und mangelnde Nachhaltigkeit. Mit der Entwicklung ihrer Projektideen können sie so im Sinne des Service-Learning zur nachhaltigen Entwicklung benachteiligter Regionen beitragen.

3 Beispiele – Anwendungsszenarien der IoGC für innovative Lehre mit Mehrwert

In Australien und Großbritannien ist die IoGC in der Regel in Kurse der Studieneingangsphase oder mehrtägige Einführungsveranstaltungen eingebettet. Die Umsetzung an deutschen Hochschulen erfolgt in einem breiten Portfolio von unterschiedlichen Lehr- und Lernszenarien. Das Konzept zeichnet sich durch einen großen individuellen Gestaltungsspielraum für die einzelnen Lehrenden aus. Um den interdisziplinären Charakter zu stärken, werden bewusst nicht ausschließlich Studierende in ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen adressiert. Die folgenden Beispiele zeigen konkrete Anwendungsszenarien der IoGC in verschiedenen Lehrveranstaltungen an der RWTH Aachen University und der Technischen Universität Dortmund.

3.1 Szenario 1: Problemlöseverhalten (RWTH Aachen University)

Die IoGC wird an der RWTH Aachen University u. a. in dem Seminar „Problemlöseverhalten I“ durchgeführt, in dem die Studierenden sowohl Methoden des systematischen Problemlösens (z. B. die Methode nach Sell und Schimweg) erlernen als auch anhand real existierender Problemstellungen lernen, diese anzuwenden. Durch den bewussten didaktischen Fokus auf dem problemorientierten Lernen ist es ein zentrales Lernziel, dass die Seminarteilnehmenden ihre Fähigkeit zur Entwicklung eigener kreativer Lösungen für komplexe Problemstellungen stärken und diese praktisch umsetzen [19]. Durch eigenständige Teamarbeit und Selbstreflexion unterstützen die Studierenden nicht nur ihren eigenen Wissenserwerb, sondern fördern auch ihre Teamfähigkeit und interkulturelle Kompetenz [20, 21]. Diese zentralen nichtdigitalen Kompetenzen sind für die angehenden Ingenieur*innen im Hinblick auf ihr Handeln in einer globalisierten Arbeitswelt von großer Bedeutung.

Der strukturelle Seminaraufbau orientiert sich am experimentellen Lernzyklus (ELT) nach dem Pädagogen David Kolb. Das Erlernen neuen Wissens wird dabei als Zyklus und rückläufiger Prozess verstanden, in dem die Lernenden in Berührung mit allen Aspekten kommen: konkrete Erfahrung, reflektierende Beobachtungen, abstrakte Konzeptualisierung und aktives Experimentieren [22]. In Übereinstimmung mit dem Lernzyklus nach Kolb sollen sie unterschiedlich vorgegebene Problemlösetechniken zunächst anwenden (konkrete Erfahrung) und danach die Funk-

tionsweise jener Technik kurz reflektieren (reflektierende Beobachtungen). Erst im Anschluss erfolgt die detaillierte Erläuterung der Problemlösetechnik (abstrakte Konzeptualisierung) und die Überprüfung sowie Diskussion der zuvor erstellten Lösungen (aktives Experimentieren).

Ein seminar-charakteristisches Problemlösungsmodell, das die Studierenden kennenlernen, ist das Modell von Sell und Schimweg [23] (vgl. Abb. 3).

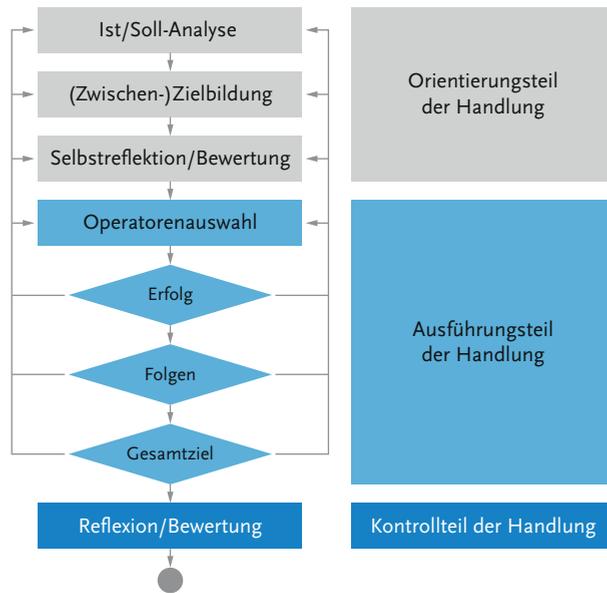


Abbildung 3: Problemlösungsmodell nach Sell & Schimweg [23]

Dieses Modell ist in die drei zentralen Bereiche Orientierungs-, Ausführungs- und Kontrollteil einer Handlung gegliedert. Zu Beginn erfolgt eine Analyse des Ist-Zustandes und der hierdurch identifizierten Abweichung zum angestrebten Soll-Zustand, sodass sich Zwischenziele zu dessen Erreichung ableiten lassen. Diese werden hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit reflektiert und kritisch bewertet. Im Ausführungsteil werden zunächst Operatoren, also Handlungen zur Erreichung des Ziels, ausgewählt und analysiert. Sollten die ausgewählten Operatoren nicht erfolgreich sein, werden sie in einem iterativen Prozess wiederholt, in dem eventuelle Anpassungen hinsichtlich Operatorenauswahl oder Zielbildung erfolgen. Führen die durchgeführten Handlungen zur Erreichung des Gesamtziels, wird die gesamte Problemlösung im Kontrollteil abschließend reflektiert und bewertet. Entsprechend des dargestellten Problemlösemodells führen die Studierenden in Kleingruppen zunächst eine Ist-Soll-Analyse zur Problemstellung der IoGC durch und reflektieren diese im Teamprozess. Anschließend wählen sie geeignete Operatoren aus, entwickeln ein Lösungskonzept und visualisieren ihr Konzept in einem erstellten Prototypen.

3.2 Szenario 2: Projektmanagement (Technische Universität Dortmund)

An der Technischen Universität Dortmund beteiligen sich u. a. Studierende im Blended-Learning-Seminar „Projektmanagement“ an der IoGC. Ziel des Seminars ist die Erarbeitung praxisrelevanter Methoden und Tools des Projektmanagements in einem handlungsorientierten Setting und ihre Anwendung in eigenen Projekten im Rahmen der IoGC.

Die Lerninhalte des Seminars werden den Studierenden online zur Verfügung gestellt. Dazu gehören interaktive Lerneinheiten, Informations- und Leittexte, Videos, Links und Literaturempfehlungen sowie Quizfragen zur individuellen Lernstandskontrolle. Der Ablauf wird durch zeitlich definierte, aufeinander aufbauende Phasen der Projektdefinition, Projektplanung, Projektsteuerung und des Projektabschlusses strukturiert. In diesen Phasen bearbeiten die Studierenden in Teams Arbeitsaufträge, die den typischen Aufgaben zur Planung und Umsetzung eines Projektes entsprechen. Dabei lernen und arbeiten sie selbstorganisiert. Entsprechend der offenen und komplexen Problemstellungen der IoGC sind auch die Arbeitsaufträge ergebnisoffen gestaltet. Das damit verbundene Ermöglichen und gleichzeitig auch Fordern von Kreativität löst die Studierenden aus der starren Fachsystematik und regt zum fachübergreifenden und problemlösenden Denken an [24].

Nach einem gemeinsamen Kick-off findet im Rahmen des Seminars ein Kreativitätsworkshop statt, in dem sich die Studierenden kennenlernen, Teams bilden und mit Hilfe von (zum Teil digital umgesetzten) Kreativitätstechniken erste originelle Ideen zur Lösung der Problemstellung der IoGC entwickeln. Abbildung 4 zeigt Studierende bei der Umsetzung der Kreativitätstechnik „Denkhüte“ (siehe dazu z. B. [25]). In den folgenden Phasen des Seminars arbeiten sie ihre Ideen weiter aus, konkretisieren die Planung und setzen die technischen Konzepte als Modelle in einem Makerspace um.



Abbildung 4: Umsetzung der Kreativitätstechnik „Denkhüte“ durch Studierende

Wesentliches Element der didaktischen und methodischen Konzeption des Seminars ist die soziale Einbettung des selbstorganisierten (Distanz-)Lernens. Zu allen Zwischenergebnissen und Arbeitsaufträgen erhalten die Studierenden tutorielles Feedback durch die Lehrenden. Durch diese individuellen Rückmeldungen, die zum Teil auch als Webkonferenz realisiert werden, entsteht eine unmittelbare Interaktion mit den Studierenden. Sie geben dazu im Rahmen der Evaluation des Seminars an, dass sie sich durch dieses Feedback kontinuierlich in ihrem Lernprozess unterstützt und bestätigt fühlen und sich in den oft ungewohnten selbstorganisierten Lern- und Arbeitsphasen nicht „alleingelassen“ fühlen. Viele Studierende berichten außerdem, dass die Realisierung des Modells ihre erste praktische Lernerfahrung im Rahmen des Studiums sei. Hier haben sie die Möglichkeit, ihr erworbenes Fachwissen in der Praxis anzuwenden, verschiedene Lösungsansätze auszuprobieren und aus Erfahrungen, Erfolgen und Misserfolgen zu lernen.

Den Projektabschluss bilden die Präsentation der Projektideen und der Modelle auf der IoGC-Abschlussveranstaltung (siehe 3.4) und ein Projektbericht, der die Prüfungsleistung im Seminar darstellt.

3.3 Szenario 3: Interkulturelle Kompetenzen (Technische Universität Dortmund)

Auch Studierende technischer Lehramtsstudiengänge nehmen an der Technischen Universität Dortmund an der IoGC teil. Sie arbeiten dabei in internationalen Teams mit Studierenden der University of Georgia in Athens (USA) zusammen und haben so die Möglichkeit, in einem innovativen Lern- und Lehrkonzept erste interkulturelle Erfahrungen zu sammeln, ohne Deutschland zu verlassen. Sowohl durch die direkte Interaktion und Kooperation mit den Studierenden der amerikanischen Hochschule als auch durch die Auseinandersetzung mit den Lebenssituationen und dem Lebensalltag der Menschen in den Zielregionen der IoGC wird der Umgang mit kultureller Heterogenität und die interkulturelle Sensibilität der Studierenden gefördert.

Die Aufgabe der Studierenden ist es auch in diesem Seminar, Lösungsideen für die Problemstellungen der IoGC zu entwickeln und als Modelle zu realisieren. Die internationalen Teams nutzen dabei insbesondere digitale Tools und Kommunikationsmittel, um ihre Zusammenarbeit zu organisieren und sammeln so aktiv Erfahrungen in der digital gestützten Kommunikation und interkulturellen Kollaboration. Abbildung 5 zeigt Studierende der Technischen Universität Dortmund bei ihrer ersten Webkonferenz mit Studierenden der University of Georgia.

Zusätzlich zu den interkulturellen Kompetenzen und digitalen Schlüsselqualifikationen werden so insbesondere das Durchhaltevermögen und die Problemlösefähigkeit als wesentliche nichtdigitale Schlüsselqualifikationen der Studierenden trainiert.



Abbildung 5: Studierende nutzen Webkonferenzen für die internationale Kooperation

3.4 Abschlussveranstaltung

Den Abschluss der IoGC bildet eine gemeinsame Abschlussveranstaltung, auf der alle Studierenden ihre Lösungsideen vorstellen und diskutieren. Im Frühjahr 2020 fand diese in der Warsteiner Music Hall in Dortmund statt. Hierzu kamen Studierende aller teilnehmenden Standorte, Lehrende, Vertreter*innen des IoG e.V. und Fachexperten*innen aus der Entwicklungszusammenarbeit, der Didaktik und auch der Industrie zusammen, um sich über die entwickelten Ideen auszutauschen (vgl. Abb. 6).

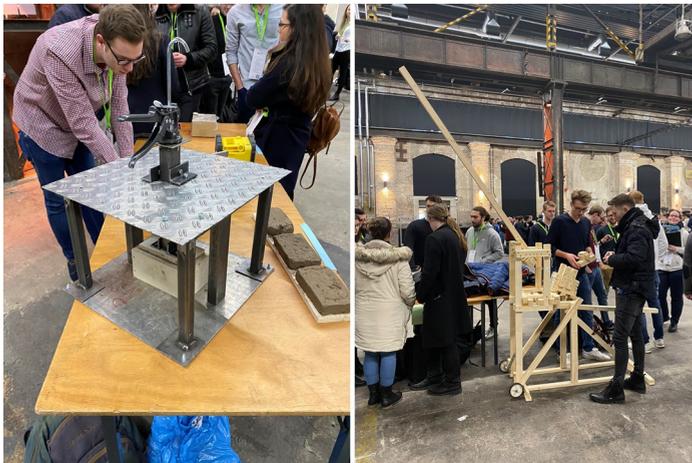


Abbildung 6: Eindrücke von der IoGC-Abschlussveranstaltung 2020

Nach der Eröffnung präsentierten die Studierendengruppen ihre Lösungen in kurzen Pitches. Anschließend konnten die Gruppen die Funktionsweise der erstellten Modelle während eines Ideen-Marktplatzes vorstellen und in Diskussion mit den an-

deren Teilnehmenden treten. Um die Sieger*innen der Challenge zu ermitteln, fand zuerst ein Voting durch alle Teilnehmenden statt, aus dem die acht besten Teams der Vorrunde hervorgingen. Diese hatten dann die Möglichkeit, ihre Lösungsideen vor einer Fachjury zu präsentieren. Die Jury, bestehend aus Experten*innen der Entwicklungszusammenarbeit, der Didaktik und der Industrie, ermittelte die Sieger*innen anhand von Bewertungskriterien wie kulturelle Akzeptanz des Konzeptes, Berücksichtigung ethischer Aspekte und Darstellung und Präsentation vor dem Plenum. Neben dem Ermitteln der besten Teams ist auch die Vernetzung der Studierenden untereinander ein zentrales Ziel der Abschlussveranstaltung. Durch die Teilnahme verschiedener Hochschulen und Fachbereiche lernen die Studierenden die Herangehensweise anderer Disziplinen kennen, kommen in den Diskurs und stärken ihr interdisziplinäres Denken. Ausgehend von den besonderen Herausforderungen, die sich durch die Covid-19-Pandemie ergeben und mit Blick auf die inzwischen große Teilnehmendenzahl wird die nächste Abschlusskonferenz erstmalig als interaktives, digitales Format stattfinden.

4 Lessons Learned

Das Konzept der IoGC wurde regelmäßig evaluiert. Dazu wurde mithilfe eines standardisierten Fragebogens ein Pretest-Posttest-Design umgesetzt. Mit dieser Erhebung wird analysiert, inwieweit sich die Studierenden im Rahmen der IoGC mit den Themen Nachhaltigkeit und soziale Verantwortung auseinandersetzen und wie sie ihren individuellen Lernerfolg in diesem Lehr- und Lernkonzept einschätzen. Die Ergebnisse zeigen die Erfolge der IoGC, wurden aber auch genutzt, um das Konzept kontinuierlich weiterzuentwickeln und Anpassungen im Konzept auf ihre Wirksamkeit hin zu überprüfen. So wurden mit wachsender Teilnehmendenzahl und insbesondere mit der Internationalisierung zunehmend digitale Tools zur Unterstützung der Kommunikation und Kooperation eingeführt. Zukünftig sollen diese digitalen Kommunikationsmittel verstärkt dazu genutzt werden, einen direkten Austausch der Studierenden mit Menschen in den Zielregionen zu ermöglichen. Auch die Beteiligung der bewertenden Fachjury geht auf Anregungen von Studierenden zurück, die sich eine „zusätzliche fachliche Expertise“ bei der Bewertung der Projektideen wünschten.

Aus den Erfahrungen und Rückmeldungen von Studierenden und Lehrenden aus den vergangenen Durchgängen der IoGC können einige Rahmenbedingungen abgeleitet werden, die wesentlich für die erfolgreiche Einbindung der IoGC sind:

❖ **Praxis und Theorie verknüpfen!**

Die IoGC sollte in Lehrveranstaltungen eingebunden werden, die eine praktische Anwendung des erlernten theoretischen Wissens zulassen. Dies können u. a. überfachliche Themen wie Projektmanagement und Problemlöseverhalten sein, aber auch die praktische Anwendung fachlicher Inhalte wie z. B. die Grundlagen der Produktentwicklung im Maschinenbau.

4 Hands on ermöglichen!

Durch den hohen praktischen Anteil (Entwicklung eines Modells etc.) ist es von Vorteil, aber nicht zwingend erforderlich, dass die Studierenden eine Werkstatt oder einen anderen Arbeitsbereich mit entsprechenden Materialien und Werkzeugen nutzen können.

4 Gemeinsam denken!

Die IoGC und die komplexen Problemstellungen sind darauf ausgelegt, dass Studierende in Teams zusammenarbeiten. Die Lehrveranstaltung sollte daher Gruppenarbeit ermöglichen und unterstützen.

4 Freiheit geben!

Die Entwicklung und Realisierung eigener, kreativer Ideen benötigt Zeit. Dies sollte bei der Planung des Workloads im Rahmen der Lehrveranstaltung angemessen berücksichtigt werden. Wesentlich ist dabei auch, dass die zeitliche Planung bzw. der zeitliche Zugriff auf Ressourcen eine gewisse Flexibilität bietet, damit die Studierenden ihre Teilnahme an der IoGC mit ihren weiteren Studienaktivitäten vereinbaren können.

4 Individuelle Wege ermöglichen!

Lehrende müssen sich auf den ergebnisoffenen Prozess der IoGC einstellen und bereit sein, sich auf die individuellen Lösungsansätze der Studierenden einzulassen. In der Betreuung bedeutet dies in der Regel einen höheren Aufwand als das Hinarbeiten auf „die eine richtige Lösung“, führt aber auch zu einem deutlich höheren Engagement der Studierenden.

4 Veränderung wagen!

Lehrende und Studierende brauchen Mut, um sich mit der IoGC aus den gewohnten, traditionellen Lehr- und Lernkonzepten zu lösen. Ein regelmäßiger Austausch ist hier hilfreich, und regelmäßiges Feedback ist ein elementares Element für den Lernerfolg der Studierenden.

4 Wertschätzung zeigen!

Um die Akzeptanz zu erhöhen und das Engagement zu würdigen, sollte die Teilnahme an der IoGC für alle Studierenden mit einem erkennbaren Mehrwert verbunden sein. Das kann z. B. durch Anerkennung als (Teil-)Prüfungsleistung, mit der Vergabe von „Bonuspunkten“ oder (bei einer freiwilligen Teilnahme) durch die Übergabe eines Zertifikates über die Teilnahme und das Erreichen definierter Lernziele erfolgen.

Das Konzept der IoGC ist sehr offen gestaltet und kann von Lehrenden an ihre jeweilige Lehrveranstaltung (Leistungspunkte, Zeitaufwand, Prüfungsform und -inhalte, Bewertungskriterien), individuelle Lernziele und die Zielgruppe angepasst werden. Die realen Problemstellungen aus der Entwicklungszusammenarbeit stellen dabei einen Bezug zwischen ingenieurwissenschaftlicher Fachexpertise und übergeordneten Themenbereichen des Technikfolgenbewusstseins, der Nachhaltigkeit und der sozialen Verantwortung her. Unter Berücksichtigung einiger Rahmenbedingungen gelingt so eine „Lehre mit Mehrwert.“

Literatur

- [1] K. Schönefeld, S. Frye, T. Haertel, F. Willicks, F. Hees, „Interkulturelle und sozial verantwortliche Technikbildung – Die Ingenieure ohne Grenzen Challenge“, *Journal of Technical Education (JOTED)*, vol. 7(1), pp. 127–146, 2019.
- [2] W. Brenner, M. Broy, J. M. Leimeister, „Auf dem Weg zu einer Informatik neuer Prägung in Wissenschaft, Studium und Wirtschaft“, *Informatik-Spektrum*, vol. 40(6), pp. 602–606, 2017.
- [3] T. Bauernhansl, „Die Vierte Industrielle Revolution – Der Weg in ein wertschaffendes Produktionsparadigma“, in *Handbuch Industrie 4.0*, B. Vogel-Heuser, T. Bauernhansl, M. ten Hompel (Eds.). Berlin: Springer Vieweg, pp. 1–31, 2017.
- [4] S. Herlitschka, D. Valtiner, „Digitale Transformation: Das Analoge wird immer digitaler – Industrie und Gesellschaft gestalten sich neu“, *e & i Elektrotechnik und Informationstechnik*, vol. 134(7), pp. 340–343, 2017.
- [5] Stifterverband, „Hochschulbildung für die Arbeitswelt 4.0. Jahresbericht 2016 (Hochschul-Bildungs-Report 2020)“, Edition Stifterverband – Verwaltungsgesellschaft für Wissenschaftspflege mbH, Essen, 2016.
- [6] acatech, „Kompetenzen für die Industrie 4.0. Qualifizierungsbedarfe und Lösungsansätze“, acatech Position. München: Herbert Utz Verlag, 2016.
- [7] S. Schlund, W. Pokorni, „Industrie 4.0 – Wo steht die Revolution der Arbeitsgestaltung?“, Fraunhofer-Institut für Arbeitswissenschaft und Organisation IAO, 2016.
- [8] S. Pfeiffer, H. Lee, C. Zirnig, A. Suphan, *Industrie 4.0 – Qualifizierung 2025*, VDMA, 2016.
- [9] F. Hartmann, „Zukünftige Anforderungen an Kompetenzen im Zusammenhang mit Industrie 4.0 – Eine Bestandsaufnahme“, in *Facharbeit und Digitalisierung*, Verbundprojekt Prokom 4.0, Eds., pp. 19–28, 2017.
- [10] Verein Deutscher Ingenieure (VDI) e. V., „Ingenieurausbildung für die digitale Transformation. Zukunft durch Veränderung“, VDI-Studie, Düsseldorf April 2019.
- [11] C. Terkowsky, D. May, S. Frye, „Labordidaktik: Kompetenzen für die Arbeitswelt 4.0“, in *Hochschullehre & Industrie 4.0: Herausforderungen – Lösungen – Perspektiven*, T. Haertel, C. Terkowsky, S. Dany, S. Heix, Eds. Bielefeld: wbv, pp. 89–103, 2019.
- [12] J. Kirchherr, J. Klier, C. Lehmann-Brauns, M. Winde (2020). *Future Skills: Welche Kompetenzen in Deutschland fehlen*, [Online], Available: <https://www.stifterverband.org/medien/future-skills-welche-kompetenzen-in-deutschland-fehlen>.
- [13] H. Junge, „Projektstudium als Beitrag zur Steigerung der beruflichen Handlungskompetenz in der wissenschaftlichen Ausbildung von Ingenieuren“, Dissertation, TU Dortmund, 2009.
- [14] R. Dreher, „Der Leonardische Eid als Paradigma ingenieurwissenschaftlicher Curricula“ in *Wie viel (Grundlagen) Wissen braucht technische Bildung? Wege zur technischen Bildung*, G. Kamasch, R. Dreher, Eds. Siegen, pp. 78–85, 2015.
- [15] U. Wilkesmann, S. Lauer, „What affects the teaching style of German professors? Evidence from two nationwide surveys“, *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, vol. 18(4), pp. 713–736, 2015.

- [16] L. Köttgen, S. Winter, S. Schröder, A. Richert, I. Isenhardt, „Integrating Blended Learning – On the Way to an Excellent Didactical Method-Mix for Engineering Education”, in *Automation, Communication and Cybernetics in Science and Engineering 2015/2016*, S. Jeschke, I. Isenhardt, F. Hees, K. Henning, Eds. Springer International Publishing Switzerland, pp. 339–352, 2016.
- [17] S. Cutler, M. Borrego, D. Loden, “An Evaluation of the Australian Engineers Without Borders Challenge from the Course Coordinators Perspectives”, in *41st ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*, 2011.
- [18] B. Stappenbelt, C. Rowles, “Project based learning in the first year engineering curriculum”, in *20th Australasian Association for Engineering Education Conference*, pp. 411–416, 2009.
- [19] D. E. Allen, “Problem-Based Learning”, *New Directions for Teaching and Learning*, vol 128, pp. 21–29, 2011.
- [20] W. Hung, D. H. Jonassen, R. Liu, “Problem-Based Learning”, in *Handbook of Research on Educational Communications and Technology*, J. M. Spector, M. D. Merrill, J. Elen, M. J. Bishop, Eds. New York: Springer, pp. 485–506, 2014.
- [21] D. F. Wood, “ABC of learning and teaching in medicine. Problem based learning”, *British Medical Journal*, pp. 326–330, 2003.
- [22] A. Y. Kolb, D. A. Kolb, “The Learning Way. Meta-cognitive Aspects of Experiential Learning”, *Simulation & Gaming*, vol. 40(3), pp. 297–327, 2009.
- [23] R. Sell, R. Schimweg, *Probleme lösen. In komplexen Zusammenhängen denken*, 6. korrigierte Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer, 2002.
- [24] S. Frerich, S. Frye, „Erfolgreiches Praxisbeispiel – Ein interaktives Blended-Learning-Seminar mit Praxisphase“, in *Teaching Trends 2016 – Digitalisierung der Hochschule: Mehr Vielfalt in der Lehre*, W. Pfau, C. Baetge, S. M. Bendelier, C. Kramer, J. Stöter. Eds. Münster: Waxmann, pp. 199–208, 2016.
- [25] M. Knieß, *Kreativitätstechniken – Möglichkeiten und Übungen*, München: dtv, 2006.

Die Forschungswerkstatt von Studierenden für Studierende

JULIA TREEK, SEBASTIAN OSTAPIUK, LAURA SIEVERS

Auf einen Blick

- ❖ Viele Studierende geraten bei den Anforderungen der Universitäten im Bereich des wissenschaftlichen Arbeitens an ihre Grenzen.
- ❖ Die Forschungswerkstatt am Zentrum für Hochschulbildung der Technischen Universität Dortmund bietet den Studierenden die Möglichkeit, ihre Erfahrungen und Kompetenzen im Bereich des wissenschaftlichen Arbeitens zu erweitern.
- ❖ Mit der Forschungswerkstatt wird den Studierenden ein Lern- und Arbeitsraum angeboten, in dem es außerdem möglich ist, sich durch Peer-Beratung Unterstützung auf Augenhöhe zu suchen.
- ❖ Mit einem breit gefächerten Workshop-Angebot können die Studierenden, ergänzend zum grundständigen Studium, Kenntnisse in den Bereichen wissenschaftliches Arbeiten, Zeit- und Selbstmanagement, sicheres Auftreten, Datenverarbeitung, Datenauswertung, Linux und 3D-Druck hinzugewinnen.

1 Problemstellung

Die Studierenden kommen mit unterschiedlichen (Vor-)Kenntnissen an die Universität. Viele von ihnen geraten bei den Anforderungen im Bereich des wissenschaftlichen Arbeitens an ihre Grenzen. Es fehlt jedoch weitestgehend ein Angebotsbereich, der die Möglichkeit bietet, Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens und überfachliche Kompetenzen zu erlernen. Um den Studierenden – bei Bedarf – die Gelegenheit zu geben, ihre Kenntnisse in Bereichen wie wissenschaftliches Arbeiten, Zeit- und Selbstmanagement, sicheres Auftreten, Textverarbeitung, Datenauswertung, Linux und 3D-Druck zu erweitern, ist mit der Forschungswerkstatt ein Angebot geschaffen worden, das an dieser Stelle anknüpft.

2 Lösungsansatz: Das Modell Forschungswerkstatt

Die Forschungswerkstatt am Zentrum für Hochschulbildung der Technischen Universität Dortmund setzt an der dargestellten Problemstellung an und hält Weiterbildungsformate für Studierende bereit. Die innerhalb der Forschungswerkstatt entwi-

ckelten Angebote zur Unterstützung von Studierenden beim Erproben des wissenschaftlichen Arbeitens haben zum Ziel, Kompetenzentwicklung in diesem Bereich zu ermöglichen und einen Beitrag zur Sicherung des Studienerfolgs zu leisten. Im Vordergrund steht dabei seit 2011 die Erschaffung eines kompetenzorientierten Lernmilieus, in dem Forschen und Lernen als ein Prozess verstanden wird [11]. Das aufgrund des ELLI-Projekttextes zunächst auf Studierende der Ingenieurwissenschaften abgestimmte Programm umfasst mittlerweile ein vielseitiges Angebot, das auch für andere interessierte Studierende zugänglich ist. Es beinhaltet neben einem Lern- und Arbeitsraum tutorielle Unterstützung und Peer-Beratung sowie ein breitgefächertes Angebot an Workshops. Im Zentrum des auf den Universitätskontext zugeschnittenen Formats steht die Hilfe zur Selbsthilfe [7]. Dabei werden die Lernumgebungen und Beratungsgespräche so vorbereitet, dass die Studierenden zum Reflektieren angeregt werden und so ihre eigenen Lösungsansätze hervorbringen. Die Forschungswerkstatt fungiert als ergänzendes, nicht im Curriculum verankertes Angebot zum grundständigen Studium und bietet die Möglichkeit, überfachliche Kompetenzen zu entwickeln. Dass dieses Konzept als sinnvolle Ergänzung wahrgenommen wird und bei den Studierenden aller Fachrichtungen großen Zuspruch findet, zeigt unter anderem die zum Wintersemester 2019/2020 gestartete Evaluation der Angebote der Forschungswerkstatt. Die größte Nutzer*innengruppe der Workshops bilden, seit dem Beginn der Teilnehmendenerfassung im Wintersemester 2016/2017 bis einschließlich des Wintersemesters 2019/2020, die Studierenden der Ingenieurwissenschaften und Informatik mit insgesamt 657 Teilnehmenden (von 1.173 Teilnehmenden).

3 Ursprungsgedanke und theoretische Grundlage

Mit der Kompetenzentwicklung als Leitidee wird seit der Implementierung der Forschungswerkstatt versucht, die Studierenden auf ihrem universitären Weg zu unterstützen und auf das Berufsleben vorzubereiten [11; 7]. Das Hauptaugenmerk der Forschungswerkstatt liegt seit ihrem Bestehen auf der professionellen und persönlichen Entwicklung der Studierenden. Der Ursprungsgedanke beruhte auf keinem expliziten Kompetenzmodell oder einem spezifischen Referenzrahmen, sondern orientierte sich maßgeblich an der Leitidee des Forschenden Lernens bzw. den Kompetenzen, die durch Forschendes Lernen gefördert werden.

Bei dem zu Beginn erstellten Konzept standen vor allem die Förderung der Innovationsfähigkeit und der Kreativität der Studierenden im Fokus [11]. Auf Grundlage des didaktischen Prinzips des Forschenden Lernens und einer Angliederung an die Ingenieurdidaktik wurde die Forschungswerkstatt zunächst für die Studierenden der Ingenieurwissenschaften als Lehr-Lern-Umgebung gestaltet, in der sie an das kreative Problemlösen herangeführt werden sollten. Innerhalb der Forschungswerkstatt kam es zu Auseinandersetzungen mit Themen, die den eigenen Interessen entsprachen [11]. Dieses Vorhaben wurde durch drei wesentliche Säulen gestützt, um

ein konstruktivistisch orientiertes Lernverhalten bei den Studierenden zu fördern: Das Forschende Lernen, das Peer-Learning und der Werkstatttraum als „Lernbegleiter“. Sie werden in den nachfolgenden Abschnitten kurz erläutert.

Forschendes Lernen: Forschendes Lernen unterscheidet sich von anderen Lernformen im Wesentlichen dadurch, dass Lernende den Prozess eines Forschungsvorhabens durchlaufen, um zu Erkenntnissen zu gelangen, die für sie selbst, aber auch für Dritte von Bedeutung sein können. Hierbei wird der wesentliche Zyklus einer Forschung zugrunde gelegt: Die Entwicklung der Fragen und Hypothesen, die Wahl und Ausführung der Methoden sowie die Prüfung und Darstellung der Ergebnisse. Dies geschieht in selbstständiger Arbeit oder in aktiver Arbeit in einem übergreifenden Projekt [5]. Beim Forschenden Lernen geht es neben dem reinen Wissenserwerb auch um verschiedene soziale Aspekte, wie zum Beispiel die Gemeinschaft der Lehrenden und Lernenden und das soziale Lernen zur Entwicklung sozialer Kompetenzen [5]. Abschließend ist festzuhalten, dass das Entscheidende am Forschenden Lernen die kognitiven, emotionalen und sozialen Erfahrungen sind. Diese bilden einen Bogen, der sich aus der Neugier und dem Interesse, den Fragen und Strukturierungsaufgaben des Anfangs, den Höhen und Tiefen des Prozesses und den eigenständig erarbeiteten Erkenntnissen der Problemlösung sowie deren Mitteilung zusammensetzt [5]. Innerhalb der Forschungswerkstatt an der Technischen Universität Dortmund fällt den studentischen Hilfskräften eine besondere Aufgabe zu; sie unterstützen die Studierenden in Lern- und Arbeitsphasen beim Forschenden Lernen [11].

Peer-Learning: Peer Learning stellt eine kooperative Studien- und Lehrkultur dar, in der Lehrende – in diesem Fall Tutor*innen der Forschungswerkstatt – und Studierende miteinander in Interaktion treten. Es soll ein Bewusstsein geschaffen werden, in dem sich Studierende mit Unterstützung der Tutor*innen selbstständig Wissen aneignen können. Hierdurch findet Lernen auf Augenhöhe statt. Dieses Potential kann in verschiedenen Settings genutzt werden, zum Beispiel in Lehrveranstaltungen, Tutorien und Lern-, Arbeits- und Projektgruppen [6]. Dadurch, dass die Forschungswerkstatt dem Prinzip der Hilfe zur Selbsthilfe folgt, werden in den Workshops geeignete Lernumgebungen geschaffen, in denen die Studierenden dazu angeregt werden, sich selbst Wissen anzueignen und Kenntnisse auszutauschen. Beispielsweise sind die Software-Workshops wie Word, Excel und LaTeX so aufgebaut, dass es kurze Inputs seitens der Tutor*innen gibt und anschließend die Inhalte mit passenden Übungen durch die Studierenden nachvollzogen werden können. Auch in Beratungssituationen wird die Gesprächsführung so angelegt, dass die Studierenden eigene Lösungsmöglichkeiten entwickeln können. Bezüglich des Peer-Learnings ist festzuhalten, dass die Zusammensetzung der Mitwirkenden in der Forschungswerkstatt sehr heterogen und interdisziplinär gestaltet ist. Das Team besteht aus wissenschaftlichen Mitarbeiter*innen und studentischen Hilfskräften, die unterschiedlichen Fachbereichen angehören und zusammen die verschiedenen Angebote gestalten und den Studierenden zugänglich machen.

Werkstattraum als Lernbegleiter: Die dritte Säule innerhalb des Ursprungsgedankens der Forschungswerkstatt ist der Werkstattraum, der als „Lernbegleiter“ fungiert. In der räumlichen Anordnung ist die Forschungswerkstatt in zwei flexibel voneinander trennbare Bereiche geteilt. Im ersten Bereich können Studierende in Gruppen arbeiten und diskutieren, Ideen für eigene Forschungsvorhaben entwickeln oder sich in Literatur vertiefen. Im zweiten Bereich können Präsentationen mithilfe von Präsentationsmedien geübt werden. Durch die so geschaffene Lehr- und Lernkultur kann die Förderung des Forschenden Lernens auch durch die Räumlichkeiten an sich unterstützt werden [8].

Anhand der drei wesentlichen Merkmale des Ursprungsgedankens der Forschungswerkstatt lassen sich zwei Angebotsbereiche ableiten, die auf unterschiedliche Förderungsaspekte ausgerichtet sind:

- ❖ Während der Öffnungszeiten des Lern- und Arbeitsraums „Forschungswerkstatt“ bieten die Tutor*innen der Forschungswerkstatt Studierenden, welche die Forschungswerkstatt aufsuchen, Hilfe zur Selbsthilfe und Peer-Beratung an.
- ❖ In vielfältigen Workshops werden Studierende in Themen wie Zeit- und Selbstmanagement und Präsentationstechniken geschult oder es werden Werkzeuge für das wissenschaftliche Arbeiten an sie herangetragen.

Eine Teilnahme an den Workshops und die Möglichkeit, erlernte Methoden bzw. Wissen direkt auszuprobieren und von den anderen Teilnehmenden bzw. Tutor*innen innerhalb der Veranstaltung ein fundiertes Feedback zu erhalten, regt zum aktiven und nachhaltigen Lernen an.

Durch die stetige Erweiterung und Anpassung des Angebotsbereichs der Forschungswerkstatt nehmen auch zunehmend Studierende anderer Fachbereiche das Angebot wahr. Diese Ausweitung ermöglicht einen Austausch von Studierenden aller Fachbereiche und fördert zugleich das miteinander Arbeiten in einem interdisziplinären Umfeld.

4 Aktuelle Forschungswerkstatt

Das Team der Forschungswerkstatt handelt und konzipiert seine Angebote nach der Auffassung des Konstruktivismus. Als Erkenntnistheorie beschäftigt sich dieser mit der Frage, wie sich der Mensch in der sozialen Interaktion seine Welt, in der er lebt, konstruiert. Das Wissen darüber, wie Menschen sich ihre soziale Welt konstruieren, ist hilfreich, um eigene Wahrnehmungsmuster zu erkennen, Beziehungen zu analysieren oder konstruktive Organisationswirklichkeiten zu gestalten [1]. Die konstruktivistische Didaktik beschreibt eine Lehre, die den Lernenden eine begeisternde und erleichternde Umwelt anbietet [3]. Sie versteht Lernen als Konstruieren und Umkonstruieren von Wissen. Dabei wird davon ausgegangen, dass jedes Subjekt eine ganz individuelle Konstruktion seiner Realität hat. Außerdem vollzieht Lernen sich durch Gewinn von Einsicht und Verstehen [3]. Nach dem Verständnis der konstruktivisti-

schen Didaktik kann Lernen nur selbstständig stattfinden, denn jede Wahrnehmung ist subjektiv und Erkenntnisse sind somit nicht lehr- und vermittelbar. Die Lernenden übernehmen somit die Verantwortung für ihr eigenes Lernen [3].

Ganz in diesem Sinne ist das Prinzip der Forschungswerkstatt Hilfe zur Selbsthilfe. Mit ihren Angeboten werden Möglichkeiten geschaffen, aus denen die Studierenden je nach individuellen Wünschen schöpfen können, um sich bestmöglich selbst zu helfen. Dabei werden sie so angeleitet, dass sie zukünftig selbstwirksam handeln und damit ihre individuellen Lernprozesse autonom organisieren und reflektieren können.

Die Forschungswerkstatt bietet den Studierenden der Technischen Universität Dortmund ein vielfältiges Angebot aus Workshops, Beratung sowie räumlichen und materiellen Gegebenheiten. Es werden Literatur, Experimentierkästen und Material zur Verfügung gestellt, das zur Visualisierung der Endergebnisse verwendet werden kann [10]. Als Lern- und Arbeitsraum stehen die Räumlichkeiten der Forschungswerkstatt den Studierenden in der Regel an vier Tagen in der Woche zur Verfügung. Allein oder in Gruppen können die Studierenden den Raum je nach ihren individuellen Bedürfnissen nutzen. Sei es, dass sie zum Beispiel Beratung in Anspruch nehmen, für Klausuren lernen, die 3D-Drucker nutzen oder Präsentationen mit den verschiedensten Medien, wie Tafel, Smartboard, Flipchart oder Beamer vorbereiten und einüben. Die Forschungswerkstatt bietet den Studierenden folglich die Möglichkeiten, die sie benötigen, um ihren Lernprozess ganz im Sinne des Konstruktivismus eigenverantwortlich und individuell gestalten zu können.

Im Rahmen der Workshopangebote der Forschungswerkstatt, deren methodisch-didaktisches Fundament das Forschende Lernen ist, haben Studierende die Möglichkeit, verschiedene Kompetenzen zu erlangen oder auszubauen. Durch ein Wechselspiel von theoretischen Inputs und Selbsterkundungs- und Anwendungsphasen können sie ihr Wissen erweitern, konstruieren und individuelle Erkenntnisse gewinnen:

- ❖ In den Workshops „Zeit- und Selbstmanagement“ und „Ein sicherer Auftritt“ bekommen die Studierenden neben thematischen Inputs die Möglichkeit, zum einen ihre Ziele und ihre Selbstorganisationsfähigkeit und zum anderen ihr Auftreten bei Präsentationen zu reflektieren. In den Workshops wird den Teilnehmenden ein geschützter Raum geboten, in dem sie sich ausprobieren und austauschen können.
- ❖ Die Workshops „Literaturrecherche und -verwaltung“ und „Von der Idee zu Thema, Fragestellung und Konzept“ bieten den Studierenden die Möglichkeit ihre Kompetenzen beim wissenschaftlichen Arbeiten zu erweitern. Hiermit wird das Forschende Lernen und damit einhergehend der Forschungszyklus aufgegriffen und bewusst reflektiert. Zusätzlich werden als Unterstützung geeignete Methoden zum Ausprobieren angeboten.
- ❖ Die Workshops „Auf ein Word“ und „LaTeX für Neulinge“ bieten den Studierenden an, zwei Werkzeuge zur Textverarbeitung kennenzulernen. „Einstieg in Excel“ greift die Datenverarbeitung auf. In diesen Workshops werden grund-

legende Funktionen der Programme vermittelt und die Studierenden mit passenden Übungen zur Nutzung der Programme angeregt. Außerdem wird den Studierenden in diesen Workshops ein Forum zum gegenseitigen Austausch geboten, um miteinander und voneinander zu lernen.

- 4 Mit den Workshops „Linux leicht gemacht“ und „Einführung in die Nutzung des Rechenclusters der Fakultät Statistik“ werden fächerspezifische Angebote gemacht. Der Workshop rund um das Thema 3-D-Druck greift die damit einhergehenden Programme auf und bietet Raum für Kreativität. 3-D-Druck regt dazu an, eigene Ideen zu entwickeln und mit geeigneter Software und Werkzeugen umzusetzen.

Die Peer-Beratung, die Durchführung der Workshops und die Betreuung des Lernraums wird von Tutor*innen übernommen, die selbst Studierende sind. So wird den Studierenden ein niederschwelliger Zugang angeboten, der es ermöglicht, auf Augenhöhe miteinander zu arbeiten. Ebenfalls werden auf diese Weise geeignete Voraussetzungen geschaffen, damit es nicht zur Hierarchiebildung kommen kann. Das Team der Forschungswerkstatt steht selbst für Interdisziplinarität, und der offene Zugang für Studierende aller Fachbereiche unterstützt dieses Prinzip. Interaktion und Austausch in heterogenen Gruppen werden somit bei allen Angeboten der Forschungswerkstatt ermöglicht. Die Forschungswerkstatt ist bezüglich dieser Merkmale auch mit einem Makerspace [9] oder einem Labor [4] vergleichbar.

Bei Beratungssituationen in der Forschungswerkstatt kommen der „Peer“-Gedanke und das konstruktivistische Prinzip ganz besonders zum Tragen. Orientiert am systemischen Beratungsansatz, erarbeiten die Tutor*innen der Forschungswerkstatt gemeinsam mit den Studierenden Möglichkeiten, mit denen die Studierenden ihre Anliegen autonom bewältigen können. Dabei legt das Team der Forschungswerkstatt besonderen Wert darauf, den Studierenden wertschätzend, offen und neugierig gegenüberzutreten. Die Rolle des Beratenden zeichnet sich dadurch aus, dass sie neutral und ressourcenorientiert ist. Die Ressourcenorientierung umfasst hierbei, auf die Kompetenzen, Strategien, Lösungsansätze der ratsuchenden Studierenden einzugehen und diese zu nutzen. Die eigene Meinung wird stets in den Hintergrund gestellt. Die Tutor*innen strukturieren die Beratungssituationen, indem sie die konkreten Anliegen der Studierenden ausmachen, Erwartungen abklären, die Form der Unterstützung transparent machen und das weitere Vorgehen gemeinsam mit den Studierenden planen. Die Studierenden werden in der gesamten Beratungssituation durch Fragen und Impulse zur Selbstreflexion angeregt. Durch regelmäßige interne Workshops kann das Team der Forschungswerkstatt den Studierenden diese Peer-Beratung anbieten. So kann dieses Angebot der Forschungswerkstatt einen Beitrag zur Erweiterung der individuellen Kompetenzen leisten.

Somit ist die Forschungswerkstatt in vielerlei Hinsicht zu betrachten. Sie ist ein sozialer und physischer Raum und dient als Erfahrungs- und Kooperationsraum [12]. So kann der Raum Forschungswerkstatt als didaktisches Element betrachtet werden, welches, bewusst gestaltet, den Studierenden die verschiedensten Möglichkeiten zur

Fort- und Weiterbildung anbietet. Die genutzten Methoden in den Workshops, wie zum Beispiel Trainings, und die konzeptionell festgelegten Methoden wie Forschendes Lernen und Peer-Assisted-Learning, sind solche, die die Schlüsselkompetenzen der Studierenden fördern [2].

5 Entwicklung der Forschungswerkstatt

Viele der ursprünglichen Grundelemente der Forschungswerkstatt sind noch ersichtlich, allerdings etwas anders ausgeprägt. Beispielsweise tritt das Forschende Lernen nicht dominant und offensichtlich auf, ist jedoch noch ein wichtiger Bestandteil des Konzepts und dient als Fundament für die methodisch-didaktische Gestaltung der Workshops. Das Experimentieren hingegen rückt aufgrund der mangelnden Nachfrage in den Hintergrund. Das Peer-Learning ist nach wie vor in allen Angebotsbereichen vertreten. Außerdem ist der Aufbau des Raums als Lernbegleiter geblieben, wenn auch an aktuelle (technische) Gegebenheiten angepasst.

Durch die anwachsenden Erfahrungen, welche die Tutor*innen und Mitarbeiter*innen im Laufe der Jahre in der Forschungswerkstatt gesammelt haben, konnten die Workshopangebote immer weiter ausgebaut und auch an die Trends der technischen Entwicklungen angepasst werden. Die Weiterentwicklung des Angebots orientiert sich dabei an den Bedarfen der Studierenden, die über unterschiedliche Ebenen an das Team der Forschungswerkstatt herangetragen werden. Zum einen durch die Teilnehmenden selbst, zum anderen durch die kooperierenden Fakultäten, die Bedarfsvermutungen äußern. Die Bedarfsanpassung wird durch die hinzugekommenen Workshopangebote zum Ausdruck gebracht, die sich zum Beispiel mit Werkzeugen zur Text- und Datenverarbeitung und dem Thema 3-D-Druck beschäftigen. Nicht nur die Inhalte der Workshops wurden im Laufe der Zeit fortlaufend weiterentwickelt, sondern auch deren Ziele und Strukturen. Wurden in den Anfängen der Forschungswerkstatt noch sogenannte „Werkstattgespräche“ abgehalten, haben die heutigen Workshops eine ausgearbeitete methodisch-didaktische Struktur, welche in regelmäßigen Abständen von den Tutor*innen reflektiert und auf die Bedürfnisse der Studierenden angepasst wird. Des Weiteren werden die Tutor*innen regelmäßig bei internen Workshops im Hinblick auf ihre individuellen Kompetenzen im Bereich Beratung geschult und gefördert. Diese Fort- und Weiterbildung umfasst ein bis zwei Tage je Semester und ist modular organisiert. Sowohl Grundlagen- als auch Vertiefungsangebote zu verschiedenen hochschuldidaktischen Themen (z. B. Vorbereitung und Durchführung von Workshops, Gesprächsführung in der Einzelberatung) sind Bestandteil der Fort- und Weiterbildung.

6 Reflexion der Erkenntnisse (Lessons Learned)

Die Reflexion der Forschungswerkstatt und eine regelmäßige Überarbeitung der Angebote haben sich im Laufe der Jahre als unerlässlich herausgestellt, um fortlaufend den Bedürfnissen und Bedarfen der Studierenden zu entsprechen. Dabei ist das Fundament des Forschenden Lernens geblieben, bedingt durch bedarfsorientierte Programmanpassungen sind die Grenzen zu anderen „Formaten“ jedoch fließender geworden. Bei der Reflexion der Forschungswerkstatt wird geschaut, was sich die Studierenden – als Zielgruppe – für ein Angebot wünschen, welche Standards sich verändert haben und was die Fakultäten an das Team herantragen. Aus diesem Grund wird kontinuierlich Feedback eingeholt. Zudem widmet sich eine übergreifende Evaluation, die im Wintersemester 2019/2020 begonnen hat, dem Mehrwert der Forschungswerkstatt für Studierende und dem Mehrwert als Angebot der Universität. Bereits die Ergebnisse der teilstandardisierten Befragung der Teilnehmenden aus dem Wintersemester 2019/2020 ($n = 177$) zeigen, dass 68,2% der Befragten (mw: 1,4) der 110 eingegangenen Rückmeldungen mit den Workshop-Angeboten der Forschungswerkstatt „sehr zufrieden“ sind. Auch der Lern- und Arbeitsraum schneidet in der Kategorie „Zufriedenheit hinsichtlich des Angebots“ sehr gut ab. Die Auswertung hat ergeben, dass 85,5% der Befragten ($n = 62$, mw: 1,21) mit dem Angebot des Lern- und Arbeitsraums „sehr zufrieden“ sind. Auch die Frage hinsichtlich des zukünftigen Nutzens des Gelernten während eines Workshops ist mit 98,2% ($n = 109$) bestmöglich bewertet worden. Diese Ergebnisse beziehen sich auf den Erhebungszeitraum von Oktober 2019 bis Januar 2020 und verdeutlichen, dass die befragten Studierenden einen Mehrwert im Angebot der Forschungswerkstatt sehen. Hinzu kommen die gesammelten Daten über die Anzahl der Workshopteilnehmenden seit dem Wintersemester 2016/2017 bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt. Über die Jahre bewegt sich die Gesamtanzahl der Teilnehmenden zwischen 123 Personen und 245 Personen pro Semester. Die Auswertung dieser Daten zeigt außerdem, dass die Gesamtanzahl der Teilnehmenden an den Workshops seit dem Sommersemester 2018 die 200 Personenmarke nicht unterschritten hat.

Darüber hinaus verdeutlichen die Erfahrungen ausgehend von Beratungssituationen in der Forschungswerkstatt, dass Studierende wenig Berührungspunkte mit wissenschaftlichem Arbeiten haben. Erst im fortgeschrittenen Studium, wenn es um das Verfassen von Abschlussarbeiten geht, ergeben sich Berührungspunkte mit dieser Art des Lernens. An dieser Stelle setzt das Angebot der Forschungswerkstatt an, einem bis dato gering erschlossenen Bereich im hiesigen Universitätskontext. Dieses Beispiel, ausgehend von Erfahrungen der Tutor*innen, ist lediglich eines von vielen und verdeutlicht, dass es einen Bedarf für die Angebote der Forschungswerkstatt zur Kompetenzförderung gibt.

Es wird ersichtlich, dass seitens der Studierenden und seitens der Tutor*innen sowie weiteren Mitwirkenden ein Bedarf für das Angebot der Forschungswerkstatt gesehen wird. Die Ergebnisse der Evaluation unterstreichen dies. Da die Kompetenzorientierung von gesellschaftlichem Interesse ist, kann die Forschungswerkstatt als

Bereicherung eines relevanten Bildungsaspekts angesehen werden. Im Rahmen der Forschungswerkstatt lassen sich die auf jahrelanger Erfahrung beruhenden Erkenntnisse verwertbar machen und können als Beispiel für ähnliche Konzepte an anderen Hochschulen dienen.

Literatur

- [1] A. Schlippe, J. Schweitzer, *Lehrbuch der systemischen Therapie und Beratung I: Das Grundlagenwissen*. 3rd ed. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht, 2016.
- [2] D. Ufert, „Didaktische Aspekte“, in *Schlüsselkompetenzen im Hochschulstudium. Eine Orientierung für Lehrende*, D. Ufert, Eds. Opladen, Toronto: Verlag Barbara Budrich, pp. 35–42, 2015.
- [3] E. Terhart, „Konstruktivismus und Unterricht. Gibt es einen neuen Ansatz in der Allgemeinen Didaktik?“, *Zeitschrift für Pädagogik*, vol. 45, 5, pp. 629–647, 1999.
- [4] J. Franuszkiewicz, S. Frye, C. Terkowsky, S. Heix, „Flexibles und selbstorganisiertes Lernen im Labor – Remote-Labore in der Hochschullehre“, *Zeitschrift für Hochschulentwicklung*, vol. 14, 3, pp. 273–285, Nov 2019.
- [5] L. Huber, „Warum Forschendes Lernen nötig und möglich ist“, in *Forschendes Lernen im Studium. Aktuelle Konzepte und Erfahrungen*, L. Huber, J. Hellmer, F. Schneider, Eds. Bielefeld: UVW, pp. 9–35, 2013.
- [6] M. Fröhlich, C. Henkel, „Forum F: Miteinander lernen – Voneinander lernen“ [Online], in *Lehren, Lernen, Wissen schaffen Netzwerktagung*, Göttingen, 2015. Available: https://www.uni-bielefeld.de/einrichtungen/zll/publikationen/Peer-Learning_Froehlich_Henkel_PPP_Doku_2.pdf.
- [7] U. Wilkesmann. Technische Universität Dortmund (2020, Jun. 26). *Startseite Forschungswerkstatt* [Online]. Available: <https://www.zhb.tu-dortmund.de/zhb/Wil/de/Forschungswerkstatt/index.html>.
- [8] S. Koschel, S. Maier, S. Overhage, R. Schneider, T. Schwarzkopf, K. Stapels, *Forschungswerkstatt FLEx. Dokumentation des Projekts „FLEx-Forschen Lernen Experimentieren“ der Technischen Universität Dortmund. Ein Beitrag zur Entwicklung kompetenzorientierter Lehr-Lernformen für die Verbesserung von Studium und Lehre in den geistes-, kultur- und sozialwissenschaftlichen Fächern der Technischen Universität Dortmund*. Dortmund: zhb, 2012.
- [9] S. Schön, M. Ebner, M. Grandl, „Makerspaces als Kreativ- und Lernräume. Werkstätten mit digitalen Werkzeugen aus Perspektive der Erwachsenenbildung“, *Magazin erwachsenenbildung.at. Das Fachmedium für Forschung, Praxis und Diskurs*, vol. 35/36, Feb 2019.
- [10] T. Jungmann, P. Ossenberg, “Scrutineering kinetics. Engineering students put physical laws to the proof”, in *Innovationen für die Zukunft der Lehre in den Ingenieurwissenschaften. TeachING-LearnING.EU discussions*, A. E. Tekkaya, S. Jeschke, M. Petermann, D. May, N. Friese, C. Ernst, S. Lenz, K. Müller, K. Schuster, Eds. Aachen, Bochum, Dortmund: TeachING-LearnING.EU, pp. 169–178, 2013.

- [11] T. Jungmann, P. Ossenberg, S. Wissemann, „Forschendes Lernen in den Ingenieurwissenschaften“, in *Forschendes Lernen: Wie die Lehre in Universität und Fachhochschule erneuert werden kann*, H. Mieg, J. Lehmann, Eds. Frankfurt, New York: Campus Verlag, pp. 245–255, 2017.
- [12] W. Wittwer, A. Diettrich, „Zur Komplexität des Raumbegriffs!“, in *Lernräume. Gestaltung von Lernumgebungen für Weiterbildung*, W. Wittwer, A. Diettrich, M. Walber, Eds. Wiesbaden: Springer VS, pp. 11–28, 2015.

Professionalisierung von Lehrenden: Methoden- und Technologietrends in Lehre und Fortbildung

Durch den Einfluss der fortschreitenden Digitalisierung entstehen sowohl neue Anforderungen als auch neue Möglichkeiten in der Gestaltung von Lehre und Lernen an Hochschulen. Mit Blick auf die Fortbildung von Lehrenden werden diese beiden Perspektiven in den Beiträgen beleuchtet. Zum einen wird der Einsatz innovativer digitalgestützter Methoden in der Fortbildung beschrieben, zum anderen werden Fortbildungsformate vorgestellt, die Know-how zum Einsatz entsprechender digitaler Methoden in eigenen Lehrveranstaltungen vermitteln. Weiterhin werden Fragen der Organisation und Verankerung von Lehrendenfortbildung an Hochschulen diskutiert und exemplarische Umsetzungen vorgestellt. Die Zielgruppe der hier beschriebenen Fortbildungsformate sind Promovierende und Lehrende in den Ingenieurwissenschaften. Neben einem Einblick in die Konzeptionierung der Angebote werden Beispiele für deren Umsetzung beschrieben. Mit dem Ziel, die zuvor beschriebenen Konzepte übertragbar zu machen, endet jeder Erfahrungsbericht mit einigen abgeleiteten Lessons Learned. Dieses Kapitel richtet sich sowohl an Vertreter*innen hochschuldidaktischer Einrichtungen als auch an Professor*innen sowie weitere Personal- und Organisationsentwickler*innen an individuellen Lehrstühlen und an Hochschulen.

Fortbildungen für INGs. Bedarfsorientierte Professionalisierungsangebote für Promovierende und Lehrende in den Ingenieurwissenschaften

In Form eines Erfahrungsberichts wird anhand von Beispielen beschrieben, wie unterschiedliche fachkulturnahe und bedarfsorientierte Professionalisierungsangebote für Promovierende und Lehrende ausgestaltet werden können.

Gamification und Mixed Reality-Training für Lehrende – mehr als nur spielen

In Form eines Erfahrungsberichts wird ein Training für Lehrende zum theoretischen und praktischen Kompetenzerwerb im Feld Gamification und Mixed Reality vorgestellt.

Sehen, Hören, Trainieren. Große Räume durch Mixed Reality erfahrbar machen

In Form eines Erfahrungsberichts werden Motivation, Konzept und Übertragungsperspektiven eines softskill-orientierten Seminars zur Integration von Mixed Reality in ein Stimmtraining für Lehrende beschrieben.

Fortbildungen für INGs. Bedarfsorientierte Professionalisierungs- angebote für Promovierende und Lehrende in den Ingenieurwissenschaften

KATE KONKOL, DIANA KEDDI, JULIA KNOCH, UTE BERBUIR, SULAMITH FRERICH

Auf einen Blick

- ❖ Von Lehrenden und Promovierenden in den Ingenieurwissenschaften wird ein breites Kompetenzprofil erwartet. Dabei spielen neben der wissenschaftlichen Qualifikation überfachliche Kompetenzen eine wichtige Rolle.
- ❖ Anhand von zwei Beispielen, einer Fortbildung zum Themenkomplex „Führung für Berufseinsteiger*innen“ und einer Informations- und Netzwerkveranstaltung zum Thema „Digitale/digitalgestützte Lehre“ wird Erfahrungswissen aus der Konzeption von Professionalisierungsangeboten dargestellt.
- ❖ Bei der Gestaltung entsprechender Professionalisierungsangebote sollten die spezifischen Herausforderungen von ING-Lehrenden berücksichtigt werden. Wording und Framing entsprechender Veranstaltungen sowie die Akzeptanz durch die eigene Führungskraft entscheiden oft über das Interesse und die Teilnahmebereitschaft an einer Fortbildung.
- ❖ Um spezifische Bedarfe der Zielgruppe zu erkennen und adäquat bedienen zu können, ist eine enge Verzahnung mit den ING-Fakultäten zu empfehlen.

1 Problemstellung

Lehrende an ingenieurwissenschaftlichen Fakultäten sind vielfach gefordert. Sie sind parallel zu ihrer Lehrtätigkeit zugleich Forschende, die zumeist in einem engen Praxisbezug arbeiten, sowie Projektverantwortliche, in deren Aufgabenbereich das Management von Forschungsprojekten liegt, die häufig mit Industriepartnern durchgeführt werden. Für dieses breite Anforderungsprofil sind vielfältige Kompetenzen notwendig, wobei sich insbesondere Nachwuchswissenschaftler*innen in MINT-Fächern häufig ihrer überfachlichen Kompetenzen nicht ausreichend bewusst sind. Dies erschwert u. a. einen Transfer in zukünftige Arbeitskontexte [1, S. 10 und 2]. Neben einer fundierten wissenschaftlich-fachlichen Qualifikation, die durch das Studium und die anschließende Promotion gewährleistet wird, sind daher Fortbildungen zur Entwicklung und Schärfung überfachlicher Kompetenzen ein wesentliches

Element der Professionalisierung. Insbesondere für Promovierende können solche Schulungen und Fortbildungen sehr hilfreich sein, da zu Beginn der beruflichen Tätigkeit noch nicht auf umfangreiches Erfahrungswissen zurückgegriffen werden kann. Da die Lehre zum akademischen Selbstverständnis gehört [3, S. 129], besteht meist eine intrinsische Motivation der Nachwuchswissenschaftler*innen, sich vor allem in der Lehre zu engagieren [3, S. 142]. Gleichzeitig zeigen Befragungen Lehrender zum Besuch von fachübergreifenden hochschuldidaktischen Veranstaltungen, dass bestehende, mehrheitlich fachübergreifend angebotene Fortbildungen sich zwar von der Kernthematik her für INGs eignen, sich aber aufgrund der breiten Zielgruppe in ihrer Ansprache und Ausführung seltener am Habitus sowie den spezifischen Erfahrungen und Herausforderungen von ING-Lehrenden orientieren [4]. Darüber hinaus wird deutlich, dass Vertreter*innen ingenieurwissenschaftlicher Fachrichtungen vor allem anwendungsnahe Ansätze mit konkreten Beispielen und (Simulations-)Übungen bevorzugen. Das heißt: Die Inhalte und Formate der Fortbildungen sollten sich explizit am Arbeitsalltag und den Bedingungen von Lehrenden und Promovierenden in den ingenieurwissenschaftlichen Fakultäten orientieren. Hinzu kommt der Wunsch nach einer möglichst zeiteffizienten Vermittlung. Dieser ist umso verständlicher, wenn in Betracht gezogen wird, dass die Auslastung durch die eigene Lehrtätigkeit häufig als Hauptgrund benannt wird, keine Weiterbildungsangebote zu nutzen [3, S. 206].

Im Folgenden werden zwei Formate vorgestellt, die an der Ruhr-Universität entwickelt wurden. Die Beispiele aus den Bereichen Führung und digitaler Lehre orientieren sich an der Empfehlung, für engagierte, aber zeitlich stark eingebundene Lehrende Fortbildungen als Kurzformate anzubieten [5]. Gleichzeitig verdeutlichen sie die zugrunde liegende Herangehensweise, fachfremde Fortbildungsinhalte mit fachkulturnahen Elementen zu verbinden. Damit wird die Perspektive der Organisator*innen in den Fokus gerückt. Zentral ist dafür die Fragestellung: „Welche Rahmenbedingungen müssen gesetzt sein, um eine gelungene Ansprache und erfolgreiche Professionalisierung der Zielgruppe zu gewährleisten?“

2 Lösungsbeispiele

2.1 *Erste Schritte in der Führung: Das Fortbildungsformat für Promovierende mit ersten Führungsaufgaben*

Der spezielle Bedarf

Die Situation von Promovierenden ist häufig durch eine vielschichtige Rollenkonstellation gekennzeichnet. In der Regel sind sie keine Vorgesetzten mit klar definierten Führungsaufgaben in Bezug auf fest angestellte Mitarbeiter*innen. Sie übernehmen beim Einstieg in die Promotion gleichzeitig aber Management- und Führungsaufgaben bei Projekten, die meist von einer festen Arbeitsgruppe (häufig aus Postdoktorand*innen, Promovierenden sowie wissenschaftlichen und studentischen

Hilfskräften) bearbeitet werden. Für Promovierende sind der Umgang mit studentischen und wissenschaftlichen Hilfskräften (im Rahmen fachspezifischer Arbeitsumgebungen) sowie die Betreuung von Abschlussarbeiten Bereiche, in denen sie erstmals Führungsaufgaben im akademischen Kontext übernehmen.

Angebote zu Führungsthemen finden sich außerhalb der Hochschulen meist in Zusammenhang mit firmeneigenen Onboarding-Programmen, die sich für die Phase des möglichen Wechsels von Absolvent*innen in die Industrie vorbereitet zeigen. Führungskräftebildungen für Promovierende wiederum werden häufig von zentralen Einrichtungen der Universität, z. B. Graduiertenschulen wie etwa der Research School an der RUB, angeboten. Damit wird dem Gedanken Rechnung getragen, dass Qualität und Exzellenz in der Forschung nur in Teamarbeit zu erreichen sind und es dazu eines gemeinsamen Führungsverständnisses bedarf. Mit dem Angebot *Erste Schritte in der Führung* werden bestehende zentrale Angebote für die Zielgruppe der Promovierenden flankiert und fachspezifisch auf zuvor genannte erste Führungsaufgaben im Wissenschaftskontext ausgerichtet. Als Trainerin, mit der die Konzeption der fachspezifischen Fortbildung erfolgte und die das Seminar durchführt, wurde eine Diplom-Pädagogin ausgewählt. In ihrer Eigenschaft als langjährige wissenschaftliche Mitarbeiterin und Leitende eines Tutorenprogramms an einer Hochschule bringt diese die Innensicht auf Führungskulturen an Hochschulen mit, an denen laterale Führungsaufgaben und das Führen ohne Weisungsbefugnis eher Regel als Ausnahme sind.

Auffallend ist für wissenschaftliche Mitarbeitende zu Beginn ihrer Tätigkeit als Promovierende mit Weisungsbefugnis, dass es schwierig sein kann, die Rolle als betreuende und anleitende Person für Studierende zu erfüllen – insbesondere, wenn ihnen die zu betreuenden Studierenden teilweise noch als Kommiliton*innen bekannt sind. Treten dann Probleme in Betreuung oder Zusammenarbeit auf, fehlt häufig das Instrumentarium, den Rollenwechsel gezielt und konstruktiv zu gestalten. Dabei spielen fachspezifische Herausforderungen der Ingenieurwissenschaften vor allem bei den weit verbreiteten experimentellen Arbeiten eine große Rolle. So müssen praktische Aufgaben angeleitet, Arbeitsplatzgestaltung und Sicherheitsstandards kontrolliert und die effiziente Nutzung von Labor- und Materialressourcen geplant werden. Zuständigkeiten sollen je nach Projekterfordernis vereinbart und transparent gehalten werden.

Zusammengefasst werden von Promovierenden Management- und Führungsaufgaben bei Projekten, die Anleitung von studentischen und wissenschaftlichen Hilfskräften sowie die Betreuung von Abschlussarbeiten erwartet. In diesem Konglomerat besteht ein Bedarf an spezifischer Schulung. Hierzu wurde ein Veranstaltungskonzept entwickelt, in dem die teilnehmenden Promovierenden die Möglichkeit erhalten, die eigene erste Führungsrolle bewusst wahrzunehmen und zu reflektieren sowie unterschiedliche Führungsstile und -techniken kennenzulernen und zu erproben.

Die Umsetzung

Das entwickelte Format *Erste Schritte in der Führung* ist eine eintägige Fortbildung, die sich explizit an Promovierende in der Anfangsphase der Promotionszeit richtet. Im Fokus steht der Rollenwechsel der Teilnehmenden von Studierenden zu wissenschaftlichen Mitarbeitenden, die im universitären Kontext erstmals Führungsaufgaben übernehmen. Die Aufgabenvielfalt der Promovierenden wird in der Fortbildung im Dialog zwischen Trainerin und Teilnehmenden expliziert. Dies bedeutet, dass die eigene erste Leitungsrolle im Kontext mit anderen Rollen reflektiert und verortet wird sowie Handlungsmethoden vorgestellt und -optionen erarbeitet werden, sodass mögliche Konfliktfelder antizipiert und professionalisierte Herangehensweisen entwickelt werden können.

Die Fortbildung besteht aus Inputs und Übungen zum Themenfeld „Führung im Allgemeinen“ sowie „Anleitung von Hilfskräften“ und „Betreuung von Abschlussarbeiten“ im Speziellen. Inhaltlich ausgehend von der Erkenntnis, dass an Hochschulen zumeist partizipative Ausrichtungen das Führungshandeln charakterisieren und es zunehmend wichtig wird, Motivation und Kreativität der Mitarbeiter*innen über kooperative Führungsprozesse zu aktivieren, vertiefen die Teilnehmenden im ersten Schritt zunächst das eigene Rollen- und Führungsverständnis. Zentrale weitere Bestandteile der Fortbildung sind die Reflexion der eigenen Rollen- und Führungsaufgaben sowie die Entwicklung professioneller Handlungskompetenzen für Arbeitsplanung, Feedback und Konfliktgespräche sowie zur Leistungskontrolle. Diese Themen wurden im Rahmen einer Bedarfsabfrage zum Fortbildungsauftakt mehrfach als Anliegen formuliert. Kommunikationsübungen, beispielsweise in Form von Rollenspielen, sind daher integraler Bestandteil der Fortbildung, wie auch das Arbeiten mit konkreten Fragen und Erfahrungen der Teilnehmenden. Insbesondere dem Führen kritischer Rückmeldegespräche auf der einen Seite und einem darin integrierten Finden gemeinsamer Lösungen sowie der verbindlichen Festlegung von Arbeitszielen und Rahmenbedingungen auf der anderen Seite wird in der Fortbildung viel Raum gegeben. Häufig können die Erfahrungen wissenschaftlicher Mitarbeitender, die sie in ihrer persönlichen Zeit als zuarbeitende studentische oder wissenschaftliche Hilfskraft gesammelt haben, als Ressource genutzt werden.

Eine hohe Akzeptanz fand das Format in der Vergangenheit insbesondere nach individueller Bewerbung bzw. Erläuterung der zu erwartenden Inhalte im persönlichen Gespräch. Weiterhin wurde beobachtet, dass die Akzeptanz und Wertschätzung von Fortbildungsangeboten durch die Führungskraft ein relevanter Faktor für die Entscheidung bzw. Initiative ist, an einer Fortbildungsveranstaltung für Promovierende in ING-Fächern teilzunehmen.

In diesem Zusammenhang ist sowohl das Wording als auch die Verantwortung für Employability von Bedeutung, die es sowohl für eine spätere berufliche Tätigkeit im akademischen Umfeld als auch in der Industrie zu entwickeln gilt. Mit Blick auf die spätere wissenschaftliche oder außeruniversitäre Karriere wird von Promovierenden die Fähigkeit, Führungsaufgaben ausführen zu können, als zentrales Qualifikationsziel wahrgenommen. Werden hingegen in der Ansprache der Veranstaltung

Ziele wie „erfolgreiche Zusammenarbeit im Team“ oder „konstruktives Feedback“ genannt, war das Interesse an der Fortbildung und somit die Anmeldezahlen in der Vergangenheit geringer – möglicherweise, weil der Bezug zur eigenen Tätigkeit bei der Beschreibung der Lehr- und Lernziele zu abstrakt blieb und berufliche Statusziele nicht explizit angesprochen wurden.

Die Evaluationen im Anschluss zeigten jeweils eine hohe Zufriedenheit der Teilnehmenden mit den in der Veranstaltung bearbeiteten Inhalten. Generell wurden selbstexplorative Methoden aus der Fortbildung als hilfreich empfunden, um das eigene Führungsverständnis zu reflektieren und sich der unterschiedlichen Verantwortungsbereiche bewusst zu werden.

2.2 *Wege der digitalen Lehre: Digitale Lehrmethoden anschlussfähig vermitteln*

Der spezielle Bedarf

Viele Lehrende zeigen generelles Interesse an der Verwendung digitaler Medien. Gerade in den ingenieurwissenschaftlichen Fächern ist die Affinität zu technischen Lösungen sehr hoch, wobei hier weniger Tools und Funktionalitäten aus Social-Media-Kontexten o. ä. anschlussfähig sind, sondern eher Anwendungen, die eine fachliche Nähe aufweisen, beispielsweise der Einsatz von Auswertungsprogrammen oder die Visualisierung bzw. Simulation technischer Vorgänge.

Die Erarbeitung eines E-Learning-Konzepts für eine Lehrveranstaltung ist jedoch komplex und zeitintensiv, sodass die Realisierung nur vereinzelt erfolgt. Häufig sind Lehrende überrascht, wenn sie erfahren, welche Fortbildungsangebote ihre Universität bereits zur Verfügung stellt, da sie diese meist nicht kennen [3, S. 204]. Beratungseinrichtungen zu Themenfeldern wie eLearning werden oft nur am Rande wahrgenommen, ohne dass Lehrende einen Bezug zu den eigenen Bedarfen herstellen. Diese Barriere gilt es zu überwinden.

Hier setzt das Fortbildungsangebot *Wege der digitalen Lehre* an, das mit konkreten Beispielen und eigenen Erfahrungen einen Einblick in die Möglichkeiten digitaler Tools und Methoden gibt und prototypische Umsetzungsformen darlegt.

Die Umsetzung

Die Veranstaltung *Wege der digitalen Lehre* ist ein Format für alle Statusgruppen, welches in Kooperation mit der zentralen Einrichtung für eLearning an der Ruhr-Universität (Bereich E-Learning im Zentrum für Wissenschaftsdidaktik) entstanden ist. Sie basiert auf den Qualitätsstandards für die Anerkennung von Leistungen in der hochschuldidaktischen Weiterbildung [6], sodass eine Kreditierung der erbrachten Leistung der Teilnehmenden gewährleistet ist. In der Fortbildung werden Wege und Möglichkeiten digitaler Lehrmethoden vorgestellt.

Die Fortbildung hat das Ziel, Lehrende der Ingenieurwissenschaften zur Reflexion der eigenen Lehre und zur Entwicklung eigener digitaler Lehrelemente anzuregen. Außerdem soll die Vernetzung von Interessent*innen und Akteur*innen digita-

ler Lehre an der Ruhr-Universität Bochum unterstützt werden. Dies wird dadurch realisiert, indem Vertreter*innen unterschiedlicher Projekte, Einrichtungen bzw. Lehrstühle an der Gestaltung der Fortbildung beteiligt sind.

Kernelemente der Fortbildung sind Impulsvorträge zu niedrigschwelligen sowie komplexen Methoden der digitalen Lehre, flankiert von konkreten Nutzungshinweisen. Dabei übernimmt eine Trainerin als Expertin für eLearning-Formate den hochschuldidaktischen Anteil, während die fachliche Perspektive von den Fakultätsvertreter*innen erläutert wird. Auf diese Weise wird die Veranstaltung durch ein Leitungsteam gestaltet, das die unterschiedlichen Bereiche ganz im Sinne des „Team-teaching“ abbilden kann [7, S. 30].

Danach folgt eine Praxiswerkstatt, bei der Kolleg*innen Umsetzungsbeispiele zu unterschiedlichen Anwendungsgebieten vorstellen. So werden Online-Lehrformate, der Einsatz mobiler Endgeräte für die Übungsvorbereitung, Virtuelle Labore und Remote-Labore sowie Mixed Reality in der ingenieurwissenschaftlichen Lehre thematisiert und konkrete Beispiele an verschiedenen interaktiven Stationen durch methodenerfahrene Lehrende vorgestellt. Zugleich wird es den Teilnehmenden ermöglicht, die vorgestellten digitalen Lehrmethoden selbst auszuprobieren und in einen intensiven Austausch mit den Vortragenden zu treten. Die Besonderheiten dieses Fortbildungsformats sind zum einen die Gestaltung als Inhouse-Angebot, zum anderen die aktive Einbindung von Lehrenden als Expert*innen digitaler/digitalgestützter Lehre. Abgerundet wird die Fortbildung durch die Vernetzung geeigneter Ansprechpersonen, sodass die Weiterentwicklung und Umsetzung der Ideen für die Lehrenden erleichtert wird. Das zunächst als eintägige Veranstaltung konzipierte Format wurde auf fünf Stunden gekürzt. Der ursprüngliche Bestandteil einer Konzeptionsphase für eine mögliche eigene Umsetzung wurde nicht fortgeführt, da er nur im sehr geringen Umfang dem Bedarf der Teilnehmenden entsprach. Vielmehr werden der Austausch und die Vernetzung fokussiert, gepaart mit dem Überblicksvortrag zu Beginn. Dieses Format bietet durch die Integration hausinterner Beispielgeber*innen eine Vielfalt medientechnischer Ansätze auf unterschiedlichen Fähigkeitsstufen an. Die dadurch erzielte Angebotsbreite wurde von den Teilnehmenden als besonders positiv wahrgenommen, da sich dadurch sowohl für interessierte Einsteiger*innen als auch für im Themenfeld bereits erfahrene Lehrende Anknüpfungspunkte bieten.

Aufgrund der aktiven Einbindung von Lehrenden als Expert*innen digitaler/digitalgestützter Lehre erhält die Veranstaltung eine fachnahe Rahmung und ist für die Teilnehmenden anschlussfähig, um sich mit speziellen Fragen einzubringen oder sich von verschiedenen Angeboten und Ideen inspirieren zu lassen. Sie als Angebot speziell für INGs zu gestalten, ist insofern vorteilhaft, als sich aufgrund des vergleichbaren fachlichen Hintergrunds schnell ein kollegiales Miteinander entwickelt und der Austausch durch die räumliche Nähe mit geringem Aufwand weitergeführt werden kann. Insofern dient die Veranstaltung explizit auch der Vernetzung und kann dazu beitragen, Kooperationen anzubahnen, beispielsweise für gemeinsame Projektanträge.

3 Lessons Learned: Gelingensbedingungen fach- und bedarfsorientierter Fortbildung

Obwohl sich die zwei vorgestellten Beispiele in Bezug auf Thema, inhaltliches Ziel und Gestaltung voneinander unterscheiden, können sie doch unter dem gemeinsamen Komplex der Professionalisierung von Promovierenden und Lehrenden zusammengefasst werden. Aus den erörterten Erfahrungen ergeben sich folgende gemeinsame Erkenntnisse zu Rahmenbedingungen und Detailspekten für das Gelingen fachnaher und bedarfsorientierter Fortbildungen:

- ❖ Eine enge Verzahnung bzw. ein häufiger Austausch mit Lehrenden und Promovierenden hilft, Bedarfe zu erkennen und fachkulturelle Eigenheiten wahrzunehmen. So ist es einerseits möglich, explizit ausgesprochene Wünsche direkt aufzugreifen, andererseits, indirekte Bedarfe aus aktuellen Gesprächsthemen abzuleiten. Aus diesen Gründen empfehlen wir, die Organisation fachkulturell naher Fortbildungsangebote bei den Fakultäten anzusiedeln oder sich als „externe“ impulsgebende Akteur*innen innerhalb der Fakultäten sichtbar und allem voran erreichbar zu machen.
- ❖ Dasselbe gilt in Bezug auf die Werbewege. Veranstaltungen, die „aus den eigenen Reihen“ kommen und von direkten Vorgesetzten sichtbar unterstützt werden, werden von den Mitarbeitenden besser angenommen. Ferner ist zu bedenken, dass Lehrende und Promovierende konstant mit diversen Angeboten adressiert werden, sodass Bekanntmachungen ohne Empfehlung schnell in der Informationsflut untergehen. Mit Hervorhebung der ingenieurwissenschaftlichen Spezifika der Fortbildungen – in Bezug auf Themenfelder, Wording und Employability – wird das Potential zur Identifikation mit den Inhalten aufseiten der Zielgruppe gesteigert. Eine stärkere Identifikation steigert wiederum die Wahrscheinlichkeit, in Erinnerung zu bleiben und Interesse zu wecken.
- ❖ Es hat sich als sehr wertvoll erwiesen, die Fortbildungen explizit zum Aufbau bzw. zur Pflege von Netzwerken zu nutzen. Formate wie die Fortbildung *Wege digitaler Lehre* haben gezeigt, dass Mitarbeitende gern von ihren Erfahrungen berichten und sich über die Wertschätzung ihrer Rolle als Erfahrungsteilende freuen. Darüber hinaus kann die Option zum Netzwerken als Pull-Faktor fungieren, näheres Interesse an der Arbeit der Kolleg*innen wecken und den fachlichen Austausch fördern. Aus dieser Perspektive heraus dienen die Fortbildungen auch der Organisationsentwicklung.
- ❖ Spezifische Bedarfe von Lehrenden und Promovierenden sowie fachkulturelle Eigenheiten müssen erkannt und artikuliert werden. Gleichzeitig ist ein schnelles Reagieren auf aktuelle Herausforderungen und Trendthemen von Bedeutung. Auch aus diesem Grund ist eine enge Kooperation mit etablierten Kommunikationswegen zwischen hochschuldidaktischen Einrichtungen und ingenieurwissenschaftlichen Fakultäten zu empfehlen.

Literatur

- [1] S. Vurgun et al., *Kompetenzentwicklung von Nachwuchswissenschaftlerinnen und Nachwuchswissenschaftlern. Fördern und Entwickeln*, UniWiND-Publikationen, Bd. 10, Jena, 2019.
- [2] A. B. Bauer, M. D. Sacher, K. Brassat, „Studentische Akzeptanz und Relevanzwahrnehmung eines disziplinspezifischen Workshops ‘Wissenschaftliche Vorträge in der Physik’,“ *Die Hochschullehre*, Jahrgang 6, pp. 139–158, 2020.
- [3] R. Bloch, M. Lathan, A. Mitterle, D. Trümpler, C. Würmann, *Wer lehrt warum? Strukturen und Akteure der akademischen Lehre an deutschen Hochschulen*, Institut für Hochschulforschung (HoF), AVA – Akademische Verlagsanstalt, Leipzig, 2014.
- [4] P. Flocke, K. Müller, A. Tillmann, A., „WER lernt WAS? Erfahrungen mit fakultäts-spezifischen und interdisziplinären Angeboten der Internen Fortbildung und Beratung (IFB) im Bereich Lehren und Lernen“, in: *Fachbezogene und fachübergreifende Hochschuldidaktik*, I. Jahnke, J. Wildt, Eds. Bielefeld: wbv, pp. 81–90, 2020.
- [5] M. Zeuch, K., Müller, M. Schmoor, „Ein Plädoyer für Kurzformate in der Fortbildung für Lehrende“, *Zeitschrift für Hochschulentwicklung ZFHE*, Jg. 6/Nr.3, pp. 189–193, 2011.
- [6] Deutsche Gesellschaft für Hochschuldidaktik (dghd), *Qualitätsstandards für die Anerkennung von Leistungen in der hochschuldidaktischen Weiterbildung. Netzwerktreffen der Hochschuldidaktik in Deutschland*, Göttingen, 2013.
- [7] J. Wildt, *Ein Blick zurück – Fachübergreifende und/oder fachbezogene Hochschuldidaktik: (K)eine Alternative?* Bielefeld: Bertelsmann, 2011, pp. 19–34, DOI:10.3278/6004186w019, 2011.

Gamification und Mixed-Reality-Training für Lehrende – mehr als nur spielen

NINA SCHIFFELER, ESTHER BOROWSKI, INGRID ISENHARDT

Auf einen Blick

- Mittels Gamification und Mixed Reality können Lehrveranstaltungen und (Selbst-)Lernprozesse motivierender, ansprechender und greifbarer gestaltet werden.
- Gamification verfolgt dabei nicht (nur) das Ziel, zu unterhalten, sondern das Erreichen gesetzter Lernziele zu unterstützen.
- Das Beispiel „Educational Escape Rooms“ vereint verschiedene spielerische Elemente, um die intrinsische Motivation von Studierenden zu erhöhen und sich mit fachlichen Lehrinhalten auseinanderzusetzen.
- Mixed-Reality-Technologien bieten darüber hinaus neue Visualisierungsmöglichkeiten abstrakter und bislang nur schwer oder gar nicht darstellbarer Inhalte.

1 Problemstellung und Fragestellung

Gamification ist ein Trend sowohl in der Wirtschaft als auch im Bildungswesen. Der Begriff wird definiert als die Hinzufügung von Spielmechaniken in Nicht-Spielumgebungen bzw. -kontexte, um eine Verhaltensänderung zu fördern und/oder die Motivation zu erhöhen [1, 2, 3, 4]. Nach dieser Definition ist ein gamifizierter Prozess regelbasiert, hat ein quantifizierbares Ergebnis, ist verbunden mit unterschiedlichen Werten, löst bei den Nutzenden Motivation und Engagement aus, schafft eine Bindung an das Ergebnis und zieht verhandelbare (real-life) Konsequenzen nach sich [5]. In der heutigen Bildungslandschaft umfassen Gamification-Elemente analoge, online oder virtuelle Simulationen, Storytelling und Wettbewerb als schnelle, kurzfristige Lösungen für jede Disziplin [1, 6]. Zum Einsatz von Gamification in der Hochschullehre sind nicht zwingend eigens entwickelte spielähnliche Anwendungen oder Games notwendig. Auf Basis allgemeiner spielerischer Elemente, d. h. „game mechanics“ [7], können auch mit wenig Aufwand (personelle, zeitliche, materielle und finanzielle Ressourcen) Lernprozesse gamifiziert werden.

Eine aufstrebende Methode im Bereich der Gamification ist die Nutzung kommerziell entstandener sogenannter Escape Rooms für Bildungszwecke. Aufgrund ihres stark reflektierenden und kognitiv anspruchsvollen Charakters haben sie in der Hochschulbildung Anklang gefunden. Hier können sie auf zwei verschiedene Arten

genutzt werden: a) als Serious Game [8] und b) als gamifiziertes Beurteilungselement. Bei der Nutzung von Escape Rooms als Serious Games können soziale oder Soft Skills wie Kommunikation, Zusammenarbeit, Situationsbewusstsein, Aufgabenteilung und Spezialisierung sowie Führung vermittelt werden [9]. Insbesondere in Disziplinen wie den Ingenieurwissenschaften hat diese Methode das Potential, sowohl Lerninhalte zu vermitteln, die im traditionellen Curriculum weniger verbreitet sind (z. B. Soft Skills), als auch das Wissen der Studierenden etwa über mechanische Lerninhalte motivierend zu bewerten. Aktuelle Studien legen nahe, dass gamifizierte Umsetzungen und Szenarien wie Escape Rooms sowohl einen intrinsischen Wert (Freude) als auch, oder sogar in erster Linie, einen extrinsischen Wert (z. B. Lernen) haben [9].

Eine andere vielversprechende Methode zur Wissensvermittlung im Hochschulbereich und vielen weiteren Bereichen ist Mixed Reality (MR). Die Technologie bzw. verschiedene Technologien wie Augmented Reality (AR) oder Virtual Reality (VR) können mit ihrer visuellen Beschaffenheit helfen, abstrakte Lerninhalte für Studierende greifbar zu machen. Zudem unterstützt ihr Einsatz das buchstäbliche „Eintauchen“ in Lerninhalte und verbessert die Motivation [10, 11], sich mit fachlichen Themen der Hochschullehre zu beschäftigen.

Es besteht jedoch eine Forschungslücke, wie Hochschullehrende diese Methoden und Technologien in ihrer Lehre effizient und effektiv einsetzen können und welche Auswirkungen sie auf Lernprozesse haben. Daher wurde ein Gamification- und Mixed-Reality-(GamMR)-Training entwickelt, um Hochschullehrende mit diesen Methoden und Technologien vertraut zu machen und Einblicke in die Entwicklung und Integration in bestehende Kurse zu gewinnen. Darüber hinaus werden die Vor- und Nachteile, Chancen und Barrieren aufgezeigt, um Ideen zu entwickeln, wie diese in die eigene Lehre umgesetzt werden können. Das Training verbindet demnach Dienstleistung und Forschung, da es eine Qualifizierungsmaßnahme für Lehrende zum Einsatz von Gamification und MR im Hochschulkontext ist, sich aber auch mit der Frage beschäftigt, wie diese Technologien und Methoden von der Zielgruppe wahrgenommen und aktuell genutzt werden. Die folgenden Forschungsfragen werden bearbeitet:

1. Wie können die vielversprechenden Trends Gamification und MR erfolgreich in die Hochschulbildung integriert werden?
2. Wie werden Escape Rooms als Lehrmethode von Hochschullehrern wahrgenommen?
3. Wie kann ein Escape Room für die Hochschulbildung gestaltet werden?
4. Welche Auswirkungen hat der Einsatz von a) Gamification, b) einem Escape Room-Szenario im Speziellen und c) (verschiedenen Formen von) MR auf Studierende und ihre Lernprozesse?

2 Lösungsansatz

Mit diesem Seminar für Lehrende, dem GamMR-Training, werden die beiden Trends Gamification und MR beschrieben und für den Einsatz in eigenen Lehrveranstaltungen erläutert. Es zielt darauf ab, ihnen sowohl Theorie als auch Praxis zu vermitteln, um die individuelle Integration in ihre jeweiligen Vorlesungen oder Seminare zu ermöglichen. Vom Grundkonzept her handelt es sich um ein Hands-on-Seminar mit besonderem Schwerpunkt auf Arbeitsphasen sowie technologie- oder methodenbezogenen Erprobungen, indem es auf dem Modell des Erfahrungslernens von Kolb [12, 13] aufbaut. Es zielt darauf ab, Hochschuldozenten Zeit, Raum und technologische Ressourcen zur Verfügung zu stellen, um MR-Geräte und Gamification-Methoden „in die Hand zu nehmen“ und über ihre Anpassung und Nützlichkeit für spezifische Vorlesungen, Seminare oder Workshops mit Studierenden nachzudenken. Es richtet sich hauptsächlich an Dozierende aus den Ingenieurwissenschaften, ist aber auch offen für andere Disziplinen. Mit dieser Offenheit ermöglicht es den interdisziplinären Austausch von Erfahrungen, Bedürfnissen und Erwartungen sowohl in Bezug auf Gamification als auch auf Mixed Reality.

Das Training ist als Praxis-Workshop konzipiert, der aus drei Blöcken besteht, um neue Einblicke in die moderne Lehre zu gewinnen und neue Methoden und Technologien auszuprobieren: Gamification, MR und Design Thinking. Außerdem sollen die Teilnehmenden Inspiration und Ideen für die (Neu-)Konzeption der eigenen Lehrveranstaltungen entwickeln. Durch die Integration verschiedener Methoden und Szenarien fließen Erfahrungen und Erkenntnisse aus früheren Vorlesungen, Studien und Literatur in den Entwicklungsprozess ein. Das Training bietet auch detaillierte Einblicke in die zeitlichen, personellen, hardware- und softwareseitigen Ressourcen und Konzepte, die für die Konzeption und Entwicklung solcher Methoden und Szenarien notwendig sind, die auf spezifische Kurse abgestimmt sind.

Zudem ist als ein Beispiel für die spezifische Entwicklung eines Gamification-Elements für die ingenieurwissenschaftliche Lehre ein eigener Escape Room entstanden, dessen Bestandteile und didaktische Integration in Lehrveranstaltungen ebenfalls beschrieben werden.

3 Beispielumsetzung

Block I: Gamification

Zunächst wird den Teilnehmenden das Thema Gamification vorgestellt und seine Definition als Verwendung von Spielelementen und Spielmechaniken in Nicht-Spielkontexten [3]. Die Spielmechanik bzw. game mechanics umfasst die Aspekte Kollaboration, Strategie, Zufall, Belohnung, Level, Wettbewerb, Begrenzung der Ressourcen (z. B. Zeit, Geld, Arbeitsmaterialien usw.), Geschichte, Thema, Ästhetik und Konflikt [5, 7]. In der Hochschulbildung können insbesondere die Spielmechaniken Kollaboration, Wettbewerb, Thema, Ressourcen, Zeit, Belohnung und Level mit

einfachen Mitteln für die Neugestaltung bestehender Vorlesungen und Kurse verwendet werden. Es wird davon ausgegangen, dass diese Integration sowohl die extrinsische als auch die intrinsische Motivation der Studierenden erhöht, sich mit fachlichen Lerninhalten zu beschäftigen. Durch die oft projekt- und rechenbasierte Lehre in den Ingenieurwissenschaften bieten diese Spielmechaniken einen motivierenden Mehrwert im Lernprozess. Mögliche Ausprägungen sind im Folgenden beschrieben:

- ❖ **Kollaboration:** Vergabe eines Problems, das im Team mit allen gemeinsam bearbeitet bzw. gelöst werden muss.
- ❖ **Wettbewerb:** Teilen der Gruppe in Kleingruppen; Stellen einer Aufgabe (z. B. Rechenübung), die möglichst schnell gelöst werden muss, z. B. Gewinnerermittlung.
- ❖ **Zeit:** Festlegung einer Bearbeitungszeit bzw. maximal pro Aufgabe verfügbarer Zeit; Druckerhöhung, wenn ablaufende Zeit für alle sichtbar angezeigt wird.
- ❖ **Ressourcen:** Limitierung von zur Aufgabenlösung verfügbaren Materialien und Unterlagen, z. B. Papier, Apps, Bastelmaterial, Formelsammlung.
- ❖ **Thema:** Hineinversetzen der Studierenden in eine bestimmte Situation; „Aus schmücken“ des Aufgabenkontexts.
- ❖ **Belohnung:** Vergabe von (virtuellen) Preisen oder Bonuspunkten; Setzen eines externen Anreizes; meist gekoppelt mit Wettbewerb.
- ❖ **Level:** Aufsplitten der Aufgabe oder des Lernprozesses in mehrere Einheiten; Fortschrittsanzeige empfohlen.

Im GamMR-Training konzentrieren sich die Inhalte auf die Vermittlung von Informationen zur Implementierung von Gamification-Elementen in die eigene Lehre oder auf die (Neu-)Konzeption einer bestimmten Vorlesung. Dabei werden sowohl der Prozess als auch die benötigten Ressourcen vorgestellt. Dazu sieht das Training verschiedene Arbeitsphasen zur Gamification vor, um die enthaltenen Methoden für die Teilnehmenden erfahrbar zu machen. Mit dieser Erfahrung und einer anschließenden Reflexion jeder Arbeitsphase soll ein besseres Verständnis dafür entwickelt werden, ob die vorgestellten Gamification-Elemente und -methoden für die jeweilige Lehre geeignet sind. Im GamMR-Training werden Best-Practice-Beispiele vorgestellt, darunter auch Lehrmethoden, die mit Spielmechaniken wie etwa dem kompetitiven, spielerischen Audience-Response-System „kahoot“ angereichert wurden. Diese Methoden umfassen z. B. ein Bingo zum Kennenlernen der Teilnehmenden untereinander. Im Vergleich zum traditionellen Bingospiel dient es nicht nur der Unterhaltung, sondern auch dem Zweck, die Sammlung von Informationen über die Teilnehmenden eines Kurses ansprechender und motivierender zu gestalten.

Das Training schränkt die Nutzung von Gamification im Hinblick auf eine analoge oder digitale Umsetzung nicht ein. Beispiele für beide Ausprägungen werden vorgestellt, um Vorurteilen gegenüber Gamification vorzubeugen. Oft wird Gamification mit reinem Entertainment oder der Notwendigkeit verknüpft, ein eigenes – digitales – Spiel zu entwickeln. Durch die Breite an game mechanics lassen sich je-

doch auch ressourcenschonend auf analogem Weg Gamification-Elemente für die Lehre entwickeln oder bestehende Lernprozesse und Übungen gamifizieren. In Bezug auf analoge Arten von Gamification liefert das Training Informationen über die gebräuchlichsten und am leichtesten umzusetzenden Spielmechaniken, die in der (Hochschul-)Lehre eingesetzt werden: Wettbewerb und Begrenzung der Ressourcen (z. B. Zeit). Ein Wettbewerb kann z. B. in Übungen realisiert werden, in denen die Studierenden eine Aufgabe zu absolvieren haben wie etwa eine Rechenübung oder eine Problemlösungsaufgabe. Der Wettbewerb kann durch Aufteilung des Kurses in (Klein-)Gruppen realisiert werden, in denen die richtige Lösung gefunden werden muss. Es wird vorgeschlagen, einen Anreiz zur Teilnahme am Wettbewerb zu setzen und mit der Spielmechanik eine Belohnung zu verknüpfen, damit er nicht nur eine intrinsische Motivation für diejenigen darstellt, die durch ihren persönlichen Lern- oder Spieltyp zu Interesse an Wettbewerben neigen, sondern auch eine extrinsische Motivation für andere Teilnehmenden ist.

Block II: Mixed Reality

Der zweite Block befasst sich mit MR. Entsprechend dem Realitäts-Virtualitäts-Kontinuum [14] werden verschiedene Formen der Vermischung von Realität und Virtualität bis hin zu kompletten virtuellen Szenarien oder Umgebungen in das GamMR-Training integriert. Die gängigsten Ausprägungen von MR sind AR und VR. Das Training umfasst alle drei Formen mit dem Ziel, ihre Unterschiede, Vor- und Nachteile kennenzulernen und Anwendungsfälle für bestimmte Vorlesungen und Disziplinen zu identifizieren.

Neben den Testphasen von AR, VR und MR werden auch die Entwicklungsprozesse hinter den vorgestellten Szenarien erläutert. Dieses Vorgehen soll den Beurteilungs- bzw. Auswahlprozess unterstützen, ob und wie diese Technologien in die eigene Lehre integriert werden können. Die Teilnehmenden können dazu verschiedene Geräte zur Realisierung dieser Technologien ausprobieren. VR und MR werden durch die Brillenlösungen Oculus Rift und HTC Vive realisiert, wobei Anwendungen wie Google Earth VR oder die Eigenentwicklung eines MR-unterstützten Stimmtrainings gezeigt werden. Für AR wird auf Tablets eine kollaborative AR-Applikation zur Verfügung gestellt, während die AR-Brille Microsoft HoloLens ein Instruktionsszenario präsentiert, um den Unterschied zwischen freihändiger AR und AR mittels handgehaltener Geräte (Hand Held Devices wie Tablets oder Smartphones) zu zeigen. Freihändige AR wird durch Brillenlösungen realisiert, die es erlauben, die Hände etwa für handwerkliche Tätigkeiten oder die Eingabe von Gestensteuerung zu benutzen. Im Gegensatz dazu beschränkt AR mittels handgehaltener Geräte die Interaktion mit der realen Umwelt, stellt aber eine kostengünstigere und daher skalierbarere Variante dar.

Das GamMR-Training umfasst auch Erkenntnisse aus wissenschaftlichen Studien, z. B. Dissertationen über die Benutzererfahrung, Leistung und Zusammenarbeit im MR mit speziellem Fokus auf AR und/oder VR. Das Training legt dabei nicht nur Wert auf eine praktische Erfahrung mit den Technologien und exemplari-

schen Szenarien, sondern zeigt auch eine theoretische Grundlage. Diese beinhaltet Empfehlungen, welche Hard- und Software sich für verschiedene Lehrveranstaltungen und Zielgruppen eignen. Zudem werden die Vor- und Nachteile der gängigsten Hard- und Software-Lösungen im Bereich MR vorgestellt, um den Teilnehmenden weitere Entscheidungshilfen an die Hand zu geben, welche Lösung für ihre Lehre passend sein könnte.

Nach jeder Erprobungsphase folgt in diesem Block eine Reflexion, um Erfahrungen unter besonderer Berücksichtigung einer möglichen Integration des Gezeigten und Erlebten in die eigene Lehre zu bewerten. Sie zielt auch darauf ab, weitere Designaspekte, Anwendungsfälle und Szenarien für die jeweiligen Technologien oder Geräte zu identifizieren – etwa für verschiedene Zielgruppen, Fragestellungen oder Disziplinen. Die Teilnehmenden und Moderatoren des GamMR-Trainings diskutieren, welche Technologie für welchen Lerninhalt, welches Lernziel, welche Zielgruppe und welches Unterrichtsformat sinnvoll ist, um gemeinsam Handlungsempfehlungen zu entwickeln, die sie im Nachgang des Trainings zur (Neu-)Konzeption der eigenen Lehre nutzen können.

Block III: Design Thinking

Diese Handlungsempfehlungen aus dem zweiten Block beziehen sich jedoch nicht nur darauf, welches MR-Gerät für bestimmte Kurs- oder Lehrveranstaltungsanforderungen geeignet ist. Mithilfe des Design-Thinking-Frameworks sollen die Teilnehmenden im dritten Block auch eigene Ideen zum Einsatz von Gamification und MR in der Ingenieurlehre entwickeln. Design Thinking ist ein Rahmenwerk, das verschiedene Methoden zur kreativen Ideenfindung beinhaltet. Im Allgemeinen besteht der Prozess der Umsetzung von Design Thinking aus drei Phasen:

1. **Verstehen:** Kennenlernen des „Kunden“, Erfahrung, wer die Zielgruppe ist und welche Charakteristika diese auszeichnet sowie Identifikation des konkreten Problems, für das eine kreative, innovative Lösung gefunden werden soll oder muss.
2. **Erforschen:** Brainstorming und Identifikation von Ideen für das Problem; Entscheidung für eine Lösung, die weiterverfolgt und ausgearbeitet wird; Bau eines Prototyps der Problemlösung zur Realisierung der Idee.
3. **Materialisieren:** Test des Prototyps zur Rückkopplung mit den Bedarfen und Anforderungen der Zielgruppe; Anpassung des Prototyps; Implementierung der (finalen) Problemlösung.

Ziel ist es, in einen Zustand der Kreativität zu kommen, um Probleme zu definieren, die jeweilige Zielgruppe zu charakterisieren und neue Ideen zu finden, wie das Problem am besten gelöst werden kann. Design Thinking fokussiert daneben ebenfalls, neuen Input zur Optimierung bestehender Probleme zu erhalten.

Im GamMR-Training zielt eine Auswahl von Design-Thinking-Methoden darauf ab, Lösungen und Szenarien für die Integration entweder von Gamification, MR oder einer Kombination in die Lehre der Teilnehmenden zu finden. Um Probleme

zu definieren, beginnt der Design-Thinking-Prozess mit der Definition der Zielgruppe – der Studierenden, welche die Teilnehmende unterrichten – und der Identifikation und Herausarbeitung ihres Problems. Nach seiner Definition diskutieren die Teilnehmenden Ideen, wie es gelöst werden kann. Diese reichen von der Einbeziehung von Rollenspielen und Geschichten in bestehende Übungen bis hin zur Anwendung von Belohnungssystemen wie aus kommerziellen Tools wie „Payback“ (deutsche Einkaufsbonus-Sammelpunkte). Die Ideen werden in einer Ideenmatrix geclustert und nach den Merkmalen „Machbarkeit“ und „Originalität“ kategorisiert. Die Ideenmatrix dient dazu, zu entscheiden, ob eine Idee

- a) eine hohe Machbarkeit, aber geringe Originalität hat,
- b) eine geringe Machbarkeit, aber hohe Originalität hat, oder
- c) eine hohe Machbarkeit und eine hohe Originalität hat.

Es wird empfohlen, sich auf diejenigen Ideen zu konzentrieren, die sich sowohl durch eine hohe Machbarkeit als auch eine hohe Originalität auszeichnen, weil diese sowohl innovativ als auch leicht umsetzbar sind. Indem die Ideen aus der Gruppendiskussion auf Präsentationskarten dokumentiert werden, können die Teilnehmenden ihre realisierbaren und originellen Ideen für ihre Lehre buchstäblich „mit nach Hause“ nehmen.

Entwicklung des Escape-Room-Szenarios

Als Beispiel für die Kombination von Gamification und MR wurde zudem ein Escape-Room-Szenario zur Entwicklung eines eigenen Gamification-Elements gewählt, um die Bedeutung dieser Methode in der Hochschullehre zu veranschaulichen. Es bietet das Potential, sowohl ingenieurwissenschaftliche Fachinhalte als auch soziale Kompetenzen z. B. für Disziplinen zu vermitteln, die traditionell nicht über viele entsprechende Lehrveranstaltungen im Curriculum verfügen (z. B. in den Ingenieurwissenschaften). Es wird sowohl als Analog- als auch als Digital- und VR-Setting entwickelt, um Unterschiede dieser drei Ausprägungen von Gamification aufzuzeigen.

Die meisten traditionellen Lehrpläne konzentrieren sich noch immer auf Vorlesungen im wörtlichen Sinne, wo Wissen über Fakten und Zahlen, Theorien und Formeln vermittelt wird. Um Informationen ansprechender zu vermitteln und die Motivation der Studierenden zu erhöhen, zielt die Entwicklung und Integration eines Escape-Room-Szenarios darauf ab, seinen Nutzen und sein Potential für Hochschullehrende zu untersuchen, die diese Methode in Zukunft für die eigene Lehre nutzen könnten. Bei der Durchführung des Szenarios mit den Teilnehmenden des GamMR-Trainings wird sowohl die Methode „Escape Room“ im Allgemeinen als auch ihre spezifische Realisierung für eine Veranstaltung aus dem Bereich Maschinenbau im Besonderen mit einer Expertengruppe diskutiert. Die Diskussion konzentriert sich vor allem auf die Frage, wie Escape Rooms als Lehrmethode wahrgenommen werden. Darüber hinaus hilft die Präsentation des Escape-Room-Szenarios bei der Beantwortung der Frage, wie ein Escape Room für den Einsatz in der Hochschulausbildung gestaltet werden kann.

Sowohl das analoge, das digitale als auch das virtuelle Setting sind Eigenentwicklungen aus dem Projekt. Indem sie für das GamMR-Training entwickelt und als Übung darin integriert werden, kann den Teilnehmenden des Trainings der gesamte Prozess der Erstellung und Produktion einer solchen Lehraktivität gezeigt werden. Auf diese Weise sollen Einblicke in die potentiellen Hindernisse und Chancen gegeben werden, die sich bei der Durchführung einer solchen Aktivität ergeben können, insbesondere bei der Entwicklung eines digitalen und VR-Szenarios. Darüber hinaus soll das Szenario auch die Möglichkeiten der Realisierung von Gamification in Hochschulkontexten aufzeigen.

Der Entwicklungsprozess beginnt mit der Erstellung eines Kriterienkatalogs zu den Anforderungen des Szenarios. Er enthält Aspekte wie

- 🍃 die zugewiesene (maximale) Zeit für die Durchführung des Szenarios,
- 🍃 die Integration eines Tutorials, um die Steuerung der VR-Szene zu erlernen,
- 🍃 Beispiele für Rätsel und Quizspiele,
- 🍃 die Beschreibung des Handlungsablaufs,
- 🍃 das Material, das sowohl für die Entwicklung als auch für die Durchführung des analogen und/oder virtuellen Settings benötigt wird,
- 🍃 die Integration einer Testphase
- 🍃 und Designkriterien in Bezug auf die Benutzerschnittstelle im VR-Bereich [15].

Zunächst wird eine Lehrveranstaltung unter Berücksichtigung ihrer Funktion ausgewählt, eine gemeinsame Basis für die Einbeziehung von Lerninhalten in den Entwicklungsprozess zu bilden, wie z. B. Modelle und Theorien. Diese Lerninhalte bilden die Grundlage für die Entwicklung der Rätsel. Anschließend wird eine Liste von Rätseln und Quizfragen zusammengestellt, indem Literatur, Websites und Zeitschriften über Escape Rooms gesichtet werden. Darüber hinaus integrieren die Entwickelnden ihre eigenen Erfahrungen mit Escape Rooms in diese Liste. In der Zwischenzeit müssen die Lerninhalte dahingehend überarbeitet werden, ihre Kompatibilität mit den vorliegenden Rätseln zu überprüfen. Nach dieser Überprüfung wurden die Rätsel realisiert. Ein Beispiel für ein solches Rätsel ist das „Google“-Rätsel: Da es in der ausgewählten Lehrveranstaltung u. a. um Kommunikation geht, muss der Teilnehmende des Escape-Room-Szenarios diesen Begriff in ein speziell vorbereitetes google-ähnliches Interface eingeben, um hervorgehobene Ziffern in der Anzahl der Suchergebnisse zu finden. Diese hervorgehobenen Ziffern bilden dann einen Teil eines Codes.

Der Handlungsstrang des Szenarios und sein Thema werden an die Erfahrungswelt der Ingenieurstudierenden angepasst. Zentral in diesem Szenario ist ein fiktives Start-up, das Prototypen von autonomen Autos herstellt. Als solches wird es regelmäßig vom deutschen TÜV geprüft, um die Vorschriften für ein sicheres Auto zu erfüllen. Im Escape-Room-Szenario des GamMR-Trainings sind die Teilnehmenden Ingenieur*innen, die in diesem Start-up arbeiten. Dabei sind sie die letzten, die sich in der Produktionshalle befinden und somit für die Schließung der Halle an diesem Tag verantwortlich sind. Alle Maschinen sind bereits gestoppt, als das Tele-

fon klingelt und der TÜV-Auditor erklärt, in 30 Minuten für eine Stichprobenkontrolle vor Ort zu sein. Die Teilnehmenden als verantwortliche* Ingenieur*innen müssen also innerhalb von 30 Minuten alle Maschinen zum Laufen bringen, um dem TÜV-Auditor den vollständigen Produktionsprozess und den jeweiligen Prototyp zeigen zu können. Um zu verhindern, dass Eindringlinge oder ehemalige Mitarbeitende geheime Informationen über den Produktionsprozess der aktuellen Auflage erhalten, werden die Maschinen mit je einem Code verschlüsselt, sodass nur die verantwortlichen Ingenieur*innen die Codes zum Starten der Maschinen kennen. Die Codes werden täglich geändert und müssen in Hinweisen gefunden werden. Haben sie alle Hinweise (d. h. Rätsel) und die jeweiligen vierstelligen Codes für jede Maschine gefunden, die entweder aus Buchstaben, Ziffern oder Symbolen bestehen, ist die Produktionslinie erfolgreich angelaufen. Wenn die Teilnehmenden jedoch nicht in der Lage sind, das oder die Rätsel mit dem Wissen aus der Lehrveranstaltung zu lösen, erhalten sie Hinweise zu jedem Rätsel, indem sie den Serviceroboter „Elli“ aktivieren. Er liefert bis zu zwei Hinweise pro Rätsel sowie letztlich die Lösung. Der Roboter soll die Motivation aufrechterhalten, wenn die Teilnehmenden nicht ausreichend Wissen aus der Lehrveranstaltung haben. In der analogen Einstellung wird „Elli“ durch einen Karteikasten mit Papieren mit Hinweisen realisiert; in der digitalen Version steht ein Google-Dokument zur Verfügung. In der VR-Einstellung wird „Elli“ durch einen virtuellen, humanoiden Roboter dargestellt, mit dem interagiert werden kann. Letztlich umfasst das Szenario zehn Rätsel und fünf Codes mit einer Bearbeitungszeit von je 30 Minuten. In der analogen und digitalen Version arbeiten die Teilnehmenden entweder allein oder in einer Gruppe von bis zu vier Personen, während bei der VR-Umsetzung maximal zwei Personen gemeinsam arbeiten können.

Es gibt eine klare Unterscheidung hinsichtlich der Anforderungen an die analoge/digitale und virtuelle Umgebung in Bezug auf ihren finanziellen und materiellen Bedarf. Sowohl das analoge als auch das digitale Setting kann mit geringem Aufwand in die meisten Vorlesungen implementiert werden, während das virtuelle Setting spezielles Personal und entsprechende Hardware erfordert. Darüber hinaus erfordert der analoge Rahmen physisches Material, das den Teilnehmenden zur Verfügung gestellt werden muss, um die Rätsel zu realisieren, z. B. ein Koffer, für den der Schlüssel gefunden werden muss oder 3D-gedrucktes Material wie Zahnräder mit spezifischen Informationen oder Hinweisen. Im Falle des digitalen Szenarios ist ein Google-Account notwendig.

Das Escape-Room-Szenario soll den Transfer von Lerninhalten aus theoretisch fundierten Abschnitten des GamMR-Trainings in die Anwendung unterstützen. Darüber hinaus kann es als analoges Setting leicht auf verschiedene andere Disziplinen und Vorlesungen übertragen werden, indem etwa die Ausdrücke einzelner Rätsel durch lehrveranstaltungsspezifische Bilder oder Texte ersetzt werden. Ein Beispiel für den Transfer der Rätsel auf unterschiedliche Themen wurde ebenfalls im Rahmen des GamMR-Trainings entwickelt: Während die ursprüngliche Gestaltung des Escape Rooms, wie oben beschrieben, Ingenieurstudierende adressiert, wurden die-

selben Rätsel in einem zweiten Szenario genutzt, um Lehrende in den Ingenieurwissenschaften zu adressieren und statt fachlicher Inhalte die Inhalte des GamMR-Trainings abzufragen.

Zudem hat das Escape-Room-Szenario eine hohe Motivationswirkung auf die Teilnehmenden, sich mit den jeweiligen Lerninhalten zu beschäftigen, da es verschiedene Gamification-Elemente wie Thema, Geschichte, Zeitbegrenzung und Belohnung miteinander kombiniert.

4 Lessons Learned

Die Konzeption, Durchführung und Evaluation des GamMR-Trainings hat sowohl zu Erkenntnissen bezüglich des Einsatzes und der Gestaltung der beiden Trendthemen im Bereich der ingenieurwissenschaftlichen Lehre als auch zur Ableitung von Handlungsempfehlungen für Lehrende in diesem Feld geführt. Diese werden im Folgenden zusammengefasst.

Im Kontext des Einsatzes von Gamification- und MR-Elementen in ingenieurwissenschaftlicher Lehre konnten auf Basis der oben genannten Konzepte und Evaluationsergebnisse folgende Lessons Learned als zentrale Erkenntnisse zu diesen Themen identifiziert werden:

- ❖ Nützliche Unterstützung praktisch angelegter Lehrveranstaltungen durch MR, um Lerninhalte zu visualisieren, etwa die Vereinfachung von Laborversuchen mittels AR-basierter Anleitungen.
- ❖ Training als „Spielplatz“ und Hilfe bei der Entscheidungsfindung, welche Technologie in einer Lehrveranstaltung integriert wird, wie diese ausgestaltet wird und welche Szenarien und Lerninhalte besonders gewinnbringend per MR vermittelt werden können.
- ❖ Identifikation eigener Szenarien und Lerninhalte durch Austausch mit anderen Teilnehmenden sowie Trainer*innen, die bspw. in der Idee münden, aktuelle Lernthemen wie Teile und Konstruktion eines Automotors von traditionell präsentierten Power-Point-Folien in eine AR-Anwendung zu überführen, um so den Studierenden einen Motor auf ihren Smartphones, Laptops oder Tablets in den realen Proportionen zu zeigen, ohne einen echten Motor in den Hörsaal mitbringen zu müssen.
- ❖ Insbesondere bei asynchronen Veranstaltungen eignet es sich, Spielmechaniken wie begrenzte Ressourcen oder Zeiten einzubinden, um den Lernprozess motivierender zu gestalten.
- ❖ Bei der Konzeption und Vorbereitung eines physischen Escape Rooms muss das Vorhandensein eines Raumes geprüft und sichergestellt sein, der entsprechend vorab präpariert werden muss.
- ❖ Beim physischen Escape Room hat sich gezeigt, dass die Nutzung eines vorhandenen Raumes in den Institutsräumlichkeiten auch Ablenkungen aufgrund der bereits vorhandenen Einrichtung bietet (d. h. mehr Informationen zu den Rät-

seln als nötig, z. B. im „Google“-Rätsel mehr Ziffern auf dem Bildschirm mit den Suchergebnissen als nur die Ziffern der Anzahl der Suchergebnisse einschließlich der richtigen Antworten), die als motivierend eingeschätzt wurden.

- ❖ Ein Vorteil digitaler Gamification-Elemente ist die orts- und zeitunabhängige Durchführbarkeit motivierender Szenarios und Übungen. Während das analoge Settings (wie bspw. ein Escape-Room-Szenario) völlig neue Materialien benötigt, wenn sich etwa die Sätze oder Modelle lerninhaltlich ändern, erleichtert das VR-Setting den Austausch von Inhalten, indem z. B. ein Text gelöscht und durch einen neuen ersetzt wird.
- ❖ Ein weiterer Vorteil digitaler Lehr-Lernformate z. B. im Bereich Gamification oder MR ist die Flexibilität und Austauschbarkeit der Inhalte, sofern entsprechende technische Unterstützung bspw. in Form eines Software-Entwicklers vorhanden ist.

Aus diesen Erkenntnissen und der kontinuierlichen Anpassung und Durchführung des dem GamMR-Training zugrunde liegenden Konzepts wurden Handlungsempfehlungen abgeleitet. Sie beziehen sich darauf, wie Methoden und Technologien aus den Bereichen Gamification und MR in die eigene ingenieurwissenschaftliche Lehre integriert werden können und worauf dabei geachtet werden sollte. Auf Basis der Durchführung und Evaluation des GamMR-Trainings lassen sich so aus den Erkenntnissen Empfehlungen ableiten, die im Folgenden dargestellt werden:

- ❖ Austausch mit anderen sollte für weitere Perspektiven in Bezug auf Umsetzungsmöglichkeiten und Handlungsempfehlungen regelmäßig durchgeführt werden, da so neue Impulse für die eigene Lehre erhalten und Transfermöglichkeiten aus anderen Bereichen ausgeschöpft werden können.
- ❖ Es empfiehlt sich, unterschiedliche Gamification-Elemente zu kombinieren, um Übungen und Lehrveranstaltungen adäquat und auf die Lernziele abgestimmt anzureichern und so gleichzeitig unterschiedliche Lern- und Spieltypen anzusprechen.
- ❖ Eine leichte Umsetzungsmöglichkeit von Gamification in der Lehre stellt die Spielmechanik Wettbewerb dar, weil sie bspw. ressourcenschonend über die Bereitstellung einer Rangliste der schnellsten Zeiten oder meisten richtigen Antworten im Online-Lernraum einer Lehrveranstaltung eingebunden werden kann.
- ❖ Im Bereich MR sollten abstrakte oder nicht sichtbare Inhalte für die augmentierte oder virtuelle Darstellung gewählt werden, um das Potential der Technologien voll auszuschöpfen und reale Probleme oder Geräte mit virtuellen Informationen direkt zu verknüpfen.
- ❖ Bezüglich der Entwicklung eines eigenen Escape Rooms wird empfohlen, ein Szenario zu wählen, das nah an der Erfahrungswelt der Studierenden ist, um eine höhere Identifikation und damit verbundene Motivation zu erreichen.
- ❖ Die Wahl der Einrichtung eines physischen Escape Rooms sollte mögliche Ablenkungen mit einbeziehen, da eine hohe Zahl an nicht dem Escape Room

zugehörigen Einrichtungsgegenständen oder Informationen (etwa aufgrund steigenden Zeitdrucks und fehlender Zielgerichtetheit) demotivierend und frustrierend wirken kann.

Bezüglich der Erstellung von Escape Rooms zu Bildungszwecken lässt sich abschließend festhalten, dass bei der Entwicklung und Produktion folgender Prozess empfohlen wird:

- ❖ Festlegung der Lernziele, die mit dem Escape Room verfolgt werden, z. B. Wissenskontrolle
- ❖ Identifikation der zur Erreichung der Ziele notwendigen Lerninhalte
- ❖ Entscheidung über Format und Medium des EER (digital oder analog, synchron oder asynchron, Tablet/Handy/PC)
- ❖ Festlegung eines zugrunde liegenden Themas oder einer Geschichte
- ❖ Sammlung von Rätseltypen
- ❖ Matching der Lerninhalte mit Rätseltypen (Modelle und Graphen eignen sich z. B. gut für Puzzles oder Bilderrätsel)
- ❖ Festlegung von Lösungen (z. B. Text-/Zahlencode, Freitextantwort auf Fragen, Symbolfolge, Richtungsangaben etc.)
- ❖ Brainstorming möglicher Hinweise zu den Rätseln und Lösungen
- ❖ Umsetzung der Rätsel entweder per Ausdrucken / Basteln (analoges Setting), per Anlegen eines Google-Drive-Ordners mit entsprechenden Bildern und Dokumenten (digitales Setting) oder per Entwicklung einer VR-Umgebung und entsprechender Interaktionsmöglichkeiten mittels 3D-Engine (VR-Setting).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Konzept des GamMR-Trainings einen praktischen Schwerpunkt haben sollte, damit die Teilnehmende die Lerninhalte des Seminars lebendig erleben können. Was die Gestaltung eines Escape-Room-Szenarios betrifft, so wird vorgeschlagen, ein solches zu verwenden, das den Erfahrungen der zukünftigen Nutzenden, also der Studierenden, nahekommt. Während das analoge Setting für die meisten kleinen Lehrveranstaltungen geeignet ist, da es mit begrenzten Ressourcen realisiert werden kann und die Rätsel niederschwellig erprobt werden können, kann eine digitale und insbesondere VR-Realisierung modularer gestaltet werden, um einen einfachen Austausch von Settings, Rätseln und Inhalten in den Rätseln zu ermöglichen.

Die Beurteilung, ob und wie die vorgestellten Technologien und Methoden eingesetzt werden, wird durch den hohen Praxisanteil im GamMR-Training unterstützt. Da die Teilnehmenden in der Lage sind, viele Technologien und Methoden zu erproben, erhalten sie einen guten Einblick, ob die vorgestellten Aspekte für die eigene Lehre geeignet sind.

Literatur

- [1] K. M. Kapp, *The Gamification of Learning and Instruction*. San Francisco: Pfeiffer, 2012.
- [2] A. Marczewski. (2015). *Game Thinking: Gamification, Game Thinking and Motivational Design* [Online]. Available: <https://www.gamified.uk/gamification-framework/differences-between-gamification-and-games/>.
- [3] S. Deterding, *Gamification: Toward a Definition*. Tampere: ACM Press, 2011.
- [4] M. Koch, F. Ott. (2012). *Gamification – Steigerung der Nutzungsmotivation durch Spielkonzepte* [Online]. Available: <http://www.soziotech.org/gamification-steigerung-der-nutzungsmotivation-durch-spielkonzepte/>.
- [5] J. Juul. (2003). *The Game, the Player, the World: Looking for a Heart of Gameness*, [online] Available: <https://www.jesperjuul.net/text/gameplayerworld/>.
- [6] B. Hand. (2016). *Designing Successful Gamification Practices in Higher Education* [Online]. Available: <http://www.gettingsmart.com/2016/12/gamification-successes-and-failures-higher-education/>.
- [7] M. Sicart, “Defining game mechanics”, *Game Studies*, 8(2), 2008.
- [8] T. Susi, M. Johannesson, P. Backlund, *Serious Games – an Overview*. 2007.
- [9] H. Warmelink, I. Mayer, J. Weber, B. Heijligers, M. Haggis, E. Peters, M. Louwers, “AMELIO: Evaluating the Team-Building Potential of a Mixed Reality Escape Room Game”. *Extended abstracts publication of the Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play (CHIPLAY '17)*, pp. 111–123, 2017.
- [10] N. Schiffeler, V. Stehling, M. Haberstroh, I. Isenhardt, “Collaborative Augmented Reality in Engineering Education.” *Proceedings of the 16th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV 2019)*, pp. 36–50, 2019.
- [11] K. Schuster, A. Richert, S. Jeschke, “New Perspectives for Engineering Education – About the Potential of Mixed Reality for Learning and Teaching Processes”. *2015 ASEE Annual Conference and Exposition*, 2015.
- [12] D. A. Kolb, *Experiential Learning*. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1984.
- [13] M. Bücker, L. Müller, E. Borowski, R. Vossen, S. Jeschke, “A Training Model for University Teaching Staff”. *Automation, Communication and Cybernetics in Science and Engineering 2013/2014*. Springer International Publishing, pp. 223–229, 2014.
- [14] P. Milgram, F. Kishino, *A taxonomy of mixed reality visual displays*, IEICE (Institute of Electronics, Information and Communication Engineers) Transactions on Information and Systems, Dec. 1994.
- [15] S. Nicholson, “The State of Escape: Escape Room Design and Facilities”, *Meaningful Play*, 2016.

Sehen, Hören, Trainieren. Große Räume durch Mixed Reality erfahrbar machen

KATHRIN HOHLBAUM, ESTHER BOROWSKI, INGRID ISENHARDT

Auf einen Blick

- Stimmtrainings sind ein wichtiger Baustein der Weiterbildung von Lehrenden.
- Die Umgebungen, in denen Stimmtrainings stattfinden, entsprechen oft nicht der realen Arbeitsumgebung der Teilnehmenden.
- Durch Mixed Reality-Technik ist es möglich, große Räume sowohl visuell als auch akustisch in Stimmtrainings zu integrieren und dadurch ein realitätsnahes Üben zu ermöglichen.
- Eine solche Integration bringt viele Vorteile. In Bezug auf die Konzeptionierung, den konkreten Einsatz und den Umgang mit den Teilnehmer*innen sind jedoch auch viele Aspekte zu beachten.

1 Motivation und Problemstellung

Seit 2011 profitiert die deutsche Hochschullandschaft von den Fördermitteln des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Qualitätspaktes Lehre. Er hat zum Ziel, die Sicherung und Weiterentwicklung einer qualitativ hochwertigen Hochschullehre zu gewährleisten. Eine Maßnahme dazu ist es, die Hochschulen bei der (Weiter-)Qualifikation ihres Personals zu unterstützen [1]. Hieraus wurden nicht zuletzt in den letzten zehn Jahren zahlreiche Weiterbildungsprogramme für Lehrende an Universitäten entwickelt, die unter anderem auch die Stimmgesundheit und den effizienten Stimmeneinsatz zum Thema haben. Denn: Eine belastbare und variable Stimme und eine gesunde Atem- und Sprechtechnik sind die Grundlage für alle Berufssprecher, zu denen Radiosprecher*innen, Kindergärtner*innen, Callcenter Agents und eben auch Lehrende an Hochschulen gehören.

Hinzukommt, dass in vielen Fächern – vor allem im MINT-Bereich – Vorlesungen vor großen Hörerzahlen keine Seltenheit sind. An der RWTH Aachen University etwa waren im Wintersemester 2019/20 insgesamt 45.628 Studierende eingeschrieben, davon 1.278 allein im ersten Fachsemester Maschinenbau [2]. Solche Gegebenheiten stellen viele Lehrende vor stimmliche Herausforderungen. Wer in der Hochschullehre tätig ist, weiß, wie schnell die eigene Stimme ermüden kann – wie anstrengend es ist, in einem großen Raum gegen eine laute Gruppe anzusprechen und wie unsicher man sich mit einer wenig belastbaren Stimme fühlen kann.

Häufig gibt es zudem kaum eine Möglichkeit, sich vorher mit Räumlichkeiten und Technik vertraut zu machen. Die Stimme von Lehrenden kann jedoch einen direkten Einfluss darauf haben, ob und wie die zu vermittelnden Informationen von den Hörenden aufgenommen und verstanden werden. Hinzukommt, dass ein dauerhafter Fehlgebrauch der Stimme zu gesundheitlichen Schäden führen kann, was wiederum negative Folgen für die Gesundheit der Lehrenden und damit für die Qualität der Lehre haben kann. Um dem vorzubeugen, bieten viele Universitäten im Rahmen ihrer Weiterqualifizierungsprogramme für Lehrende Stimm- und Sprechtrainings an. Aus organisatorischen Gründen finden diese jedoch meist in kleinen Gruppen und in kleinen Seminarräumen statt. Diese entsprechen der tatsächlichen Vorlesungssituation jedoch nur bedingt. Neben dem visuellen Eindruck eines großen Hörsaals fehlen Störgeräusche und die akustischen Eigenschaften großer Hörsäle. Dieser zum Teil sehr große Unterschied zwischen der Übungsumgebung und der Situation, in der die Lehrenden das Gelernte letztendlich anwenden müssen, kann den Transfer in den Arbeitsalltag deutlich erschweren.

Übungssituation ≠ Anwendungssituation

Vor diesem Hintergrund ergibt sich die Frage, wie man in einer künstlichen Situation wie einem Stimmtraining reale Kontexte erschaffen kann. Wie kann es gelingen, das Erleben von beruflichen Anforderungen an Sprechen und Stimme erlebbar zu machen, damit reale Reaktionen bei den Üben zu wecken und den Transfer des Gelernten zu erleichtern [3]?

2 Lösungsansatz – Das Mixed Reality unterstützte Stimmtraining

An diesen Fragestellungen setzt die Maßnahme zum Mixed Reality unterstützten Stimmtraining an. Bei diesem Konzept handelt es sich um ein Präsenzseminar, das durch eine*n professionelle*n Stimmtrainer*in geleitet wird. Es wurde im Verlauf des Projekts gemeinsam mit dem Trainer Björn Meißner der Aachener Rhetorik Seminar UG als zweitägiges Seminar entwickelt und durchgeführt [3]. Im nächsten Kapitel finden sich detailliertere Informationen zu Inhalten und Ablauf. Innerhalb des Seminars werden an geeigneter Stelle Übungen innerhalb einer Mixed Reality-Umgebung eingesetzt. Diese MR-Umgebung, das sogenannte MR-Voice-Lab, ist ein wichtiger Bestandteil des hybriden Seminars. Seine Funktionalitäten und auch das Seminarkonzept wurden in enger Zusammenarbeit mit Experten*innen aus den Bereichen Stimmtraining, Techniker*innen und professionellen Stimmtrainer*innenn erarbeitet [4]. Die aktuelle Version des MR-Voice-Labs besteht aus elf verschiedenen Räumen und Hörsälen unterschiedlicher Größe. Diese Räume wurden auf der Basis von 360°-Aufnahmen realer Hörsäle und ihrer akustischen Eigenschaften simuliert.

Mit dem Ziel, eine möglichst realitätsnahe Trainingsumgebung für den Einsatz in einem Stimmtrainingsseminar zu entwickeln, wurde im Projekt ELLI2 seit 2016 fortlaufend am Mixed Reality-Voice-Lab gearbeitet. Mixed Reality (MR) wird hierbei als ein Begriff genutzt, der als Hyperonym ein Kontinuum der Verschmelzung verschiedener realer und virtueller Elemente beschreibt (Abb.1) [5]. Eine solche Verschmelzung kann etwa dazu genutzt werden, virtuelle Räume mit realen Anteilen zu kreieren. Hierdurch ermöglicht MR realitätsnahe Erfahrungen, obwohl die reale Lehr- und Lernumgebung (z. B. ein großer Hörsaal und dessen visuelle und akustische Eigenschaften) physisch nicht zu Verfügung steht [6].

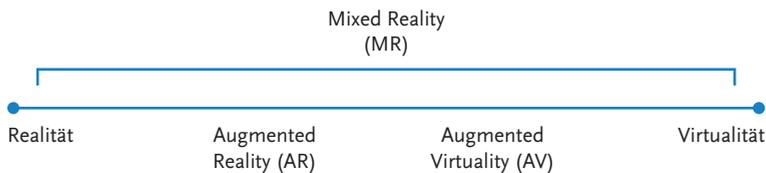


Abbildung 1: Vereinfachte Darstellung des Mixed Reality-Kontinuums nach Milgram und Colquhoun [5]

Für das MR-Voice-Lab bedeutet dies, dass hier die visuelle und akustische Umgebung eines Hörsaals virtuell simuliert und so erfahrbar gemacht wird. Dieses Erlebnis wird durch die Einbettung der realen eigenen Stimme in die Raumakustik und durch die realen Rückmeldungen des*r Stimmtrainers*in zu einer Mixed Reality-Komponente als Unterstützung im Rahmen eines Stimmtrainings ermöglicht. Als Basis für die Entwicklung der visuellen Umgebung des MR-Voice-Labs wurden für einige Räume 360°-Aufnahmen von verschiedenen Positionen in den realen Räumen genutzt. Darüber hinaus wurden einige Räume zusätzlich in 3D modelliert.

Für die Implementierung einer realitätsnahen Raumakustik wurden die Raumpulsantworten der Räume mit professionellen Messgeräten des Instituts für technische Akustik gemessen. Diese wurden anschließend mithilfe eines Frameworks zur Echtzeit-Auralisierung von interaktiven virtuellen Umgebungen (RAVEN) [7] verarbeitet, um daraus ein akustisches Modell des Raumes zu erstellen. Auf der Basis der gesammelten visuellen und akustischen Raumdaten wurde anschließend mithilfe der Unity Engine eine virtuelle Umgebung erschaffen.

Dadurch, dass Räume verschiedener Größe simuliert wurden, kann diese virtuelle Umgebung individuell für das jeweilige Lernziel und auf den individuellen Lehrhintergrund der Teilnehmenden angepasst werden. Die*der Stimmtrainer*in kann während der Übungen auf dem Bildschirm eines angeschlossenen PCs verfolgen, was die Teilnehmenden während der Nutzung des MR-Voice-Labs sehen. Zusätzlich können über ein Bedienelement (Abb. 2) verschiedene Räume und Raumpositionen ausgewählt werden. Darüber hinaus lassen sich zum Beispiel die Halleigenschaften des Raumes, mögliche Hintergrundgeräusche und die Position der Sprechenden variieren und visuelle Ankerpunkte setzen. Zudem ist die Aufnahme der visuellen und akustischen Simulation während des Sprechens möglich. Auch eigene Präsentationsfolien können in der virtuellen Umgebung angezeigt werden. Diese realistische

visuelle und akustische Simulation einer Lehrumgebung unterstützt die Vertiefung und den gelungenen Transfer des Gelernten in die reale Lehrumgebung.

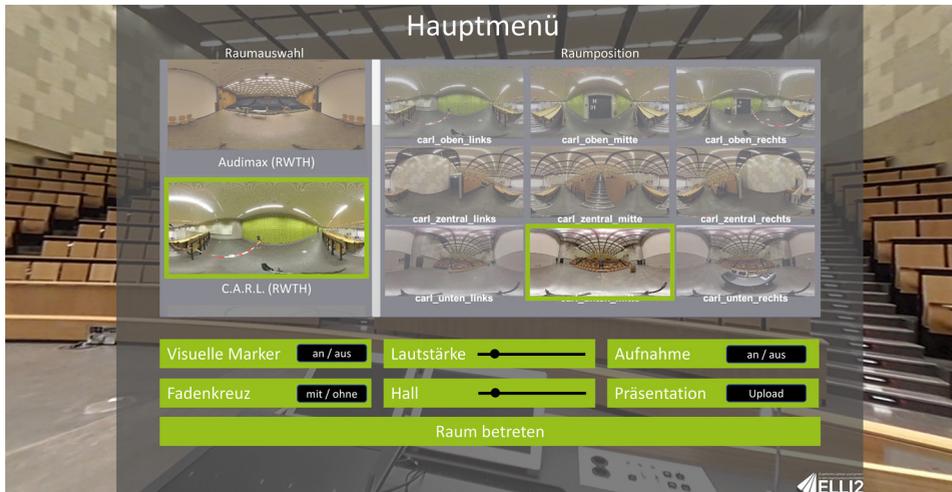


Abbildung 2: Bedienelement des MR-Voice-Labs

Um einen der simulierten Räume zu betreten, wird ein Head Mounted Display, z. B. eine Oculus Rift, und ein Headset benötigt. Damit den Teilnehmenden die akustische und visuelle Simulation reibungslos wiedergegeben werden kann, sind zusätzlich ein leistungsstarker PC mit entsprechender Grafikkarte und eine leistungsstarke Soundkarte notwendig. Im folgenden Infokasten finden Sie eine Übersicht über die ungefähren Kosten des benötigten Equipments:

Benötigte Hardware und Kosten (Stand Juli 2020)

- 🔪 Head Mounted Display/VR-Brille – ca. 450,00 €
- 🔪 Headset, geschlossene Studiokopfhörer mit Mikrofon – ca. 260,00 €
- 🔪 VR-tauglicher PC oder Laptop – ca. 1.000,00 €
- 🔪 Externe Soundkarte – ca. 250,00 €

3 Beispielumsetzung – Das MR-Voice-Lab im Einsatz

Wie zuvor beschrieben, wird das MR-Voice-Lab innerhalb eines zweitägigen Präsenzseminars eingesetzt, um den Teilnehmenden möglichst realistische Erfahrungen zu ermöglichen, obwohl ihre tatsächliche Arbeitsumgebung während des Trainings nicht zur Verfügung steht (Abb. 3).



Abbildung 3: Begleiteter Einsatz des MR-Voice-Labs

Inhaltlich entspricht das Konzept dem eines klassischen Stimmtrainings, in dem verschiedene Lernziele aus dem Bereich der Sprechwissenschaften adressiert werden [3, 8]. Grundlegende Komponenten eines Stimmtrainings stellen neben theoretischen Inputs zur Funktionsweise der Stimme und zur Stimmhygiene vor allem praktische Übungen dar. Diese wiederum lassen sich in solche mit den Schwerpunkten Körperwahrnehmung, -spannung und -haltung, Atmung, Stimmgebung und Sprechweise unterteilen. Körper- und atembasierten Übungen wie beispielsweise das Wahrnehmen von Spannung und Entspannung oder das bewusste Steuern des Atems bedürfen zunächst wenig Interaktion mit der Umgebung. Sie spielen jedoch auch im Zusammenhang mit komplexeren Übungen zur Stimmgebung und Sprechweise eine grundlegende Rolle. Ziele sind hier z. B. das effektive Nutzen von Resonanzräumen und der Bauchatmung, um auf unangestrengte Weise mehr Stimmvolumen zu erzielen. Das zugrunde liegende Seminarkonzept orientiert sich dabei am erfahrungsbasierten Lernen nach Kolb [9]. Der Lernzyklus (Abb. 4) und die entsprechenden Einsatzmöglichkeiten des MR-Voice-Labs sowie ein exemplarischer Seminarablauf (Abb. 5) sind im Folgenden dargestellt:

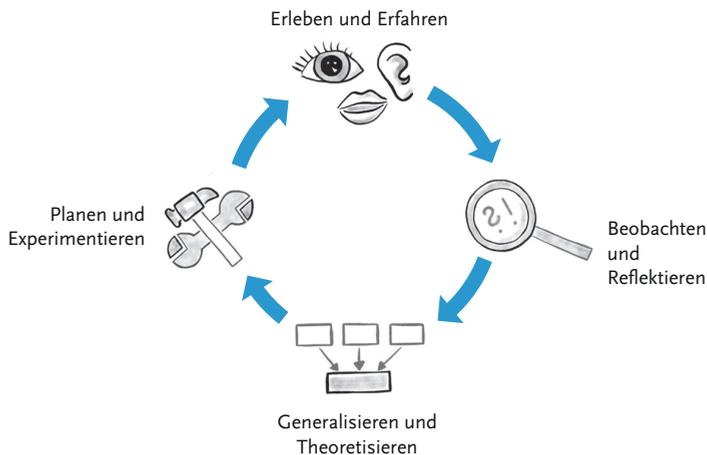


Abbildung 4: Lernzyklus nach Kolb [9]

- ❖ **Erleben und Erfahren:** Zunächst wird der Lernprozess durch eine konkrete Erfahrung eingeleitet. Im Bereich des Stimmtrainings kann es sich bei einer solchen Erfahrung z. B. um die Wahrnehmung der eigenen Atmung, die Wahrnehmung von Spannungszuständen verschiedener Körperpartien oder auch um das Einsetzen der eigenen Stimme im Raum handeln.

 - Hier kann das MR-Voice-Lab mit seinen modifizierbaren visuellen und akustischen Eigenschaften z. B. dafür eingesetzt werden, die eigene Stimme in verschiedenen Settings konkret zu erfahren.
- ❖ **Beobachten und Reflektieren:** Entsprechend des Lernzyklus wird dieses Erlebnis anschließend beobachtet und reflektiert.

 - Neben der Selbstbeobachtung während der Übungen kann an dieser Stelle das MR-Voice-Lab durch seine integrierte Aufnahmefunktion unterstützend für die Reflektion und Beobachtung herangezogen werden.
- ❖ **Generalisieren und Theoretisieren:** In der Folge lassen sich daraus anschließend generalisierbare Theorien und Prinzipien ableiten.
- ❖ **Planen und Experimentieren:** Diese können in einer Planungs- und Experimentierphase aktiv umgesetzt werden und so zu einer erneuten konkreten Erfahrung führen.

<p>Exemplarischer Seminarablauf für ein zweitägiges Seminar Begrüßung und Kennenlernen der Teilnehmenden Theoretischer Input (Körperhaltung und -spannung, Atmung) Praktische Übungen (Wahrnehmung Köperonus, Körperhaltung und Atmung sowie deren Einfluss auf die Stimme) Theoretischer Input (Resonanz, Stimmgebung und Artikulation)</p>	
<p>Aufteilung der Gruppe in zwei Kleingruppen, die zu verschiedenen Zeiten anwesend sind (z. B. Gruppe A am Nachmittag Tag 1 und Gruppe B am Vormittag Tag 2)</p>	
<p>Praktische Übungen in der realen Umgebung (Resonanz, Stimmgebung und Artikulation) Einsatz des MR-Voice Labs</p>	
<p>Kennenlernen und Orientierung in der virtuellen Umgebung</p>	
<p>Teilnehmende</p>	<p>Trainer*in</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Aufsetzen und Anpassen des HMDs und des Headsets • Orientierung im virtuellen Raum 	<ul style="list-style-type: none"> • Unterstützung beim Aufsetzen der Hardware • Unterstützung bei der Positionierung im realen Raum • Feedback
<p>Konkrete Erfahrungen in der virtuellen Umgebung</p>	
<p>Teilnehmende</p>	<p>Trainer*in</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Umsetzung der individuell gestellten Aufforderungen • Einsatz/Anwendung zuvor erlernter Techniken unter verschiedenen akustischen und visuellen Voraussetzungen • Halten eines Kurzvortrags in der virtuellen Übung 	<ul style="list-style-type: none"> • Starten der Aufzeichnung (wenn Einverständnis vorliegt) • Individuelle Aufforderung an den*die Teilnehmenden*de (z. B. besonders laut sprechen, Atmung beim Sprechen bewusst einsetzen etc.)

	<ul style="list-style-type: none"> • Änderung und Anpassung der visuellen und akustischen Raumeigenschaften über das Bedienelement • Simultanes Feedback • Stoppen der Aufzeichnung
Gemeinsame Reflektion der Übung mit Vortragendem*in, Stimmtrainer*in und beobachtender Kleingruppe	
Alle Teilnehmenden (Ab Mittag Tag 2)	
Gemeinsame Reflektion der Erfahrungen Hinweise zur Stimmprophylaxe im Arbeitsalltag Feedback und Seminarabschluss	

Abbildung 5: Exemplarischer Seminarablauf für ein zweitägiges Seminar

4 Lessons Learned

Das MR-Voice-Lab kann von interessierten Akteur*innen in der Hochschuldidaktik in Zusammenarbeit mit Trainer*innen genutzt werden, um das Weiterbildungsangebot im Bereich des Stimmtrainings an ihrer Hochschule auszubauen. Auf Grundlage der bisherigen Erfahrungen folgen Lessons Learned und Hinweise für die Implementierung und die Durchführung.

Zur Implementierung: Das MR-Voice-Lab steht im Anschluss an das Projekt ELLI 2 kostenfrei über eine Best-Practice-Toolbox zum Download zur Verfügung. Dort finden sich neben der Software auch detaillierte Angaben zu den benötigten technischen Voraussetzungen. Auch eine Anleitung zur Nutzung des MR-Voice-Labs wird zur Verfügung gestellt. Für die Implementierung in ein eigenes Seminar ist es empfehlenswert, dass sich Trainer*innen detailliert mit den Funktionalitäten des MR-Voice-Labs vertraut machen. Für den Einsatz des Labs sind zwei Szenarien denkbar: Zum einen kann ein von Grund auf neues Seminar entwickelt werden, zum anderen ist es möglich, das MR-Voice-Lab in ein bereits bestehendes Seminar zu integrieren. Ein Vorschlag für eine funktionierende Umsetzung ist in Kapitel 3 beschrieben. Zusätzlich ist auch ein Einsatz des Labs für Einzelcoachings oder im Rahmen der Lehrer*innenausbildung an der Hochschule denkbar.

Zur Vorbereitung: Für einen gewinnbringenden Einsatz ist es empfehlenswert, sich nicht nur mit den Funktionalitäten des MR-Voice-Labs, sondern auch mit der Handhabung der benötigten Hardware vertraut zu machen. Hier zeigte sich im Projekt, dass die Trainer*innen bereits nach kurzer Zeit in der Lage waren, die Teilnehmenden bei der Handhabung der Hardware (z. B. muss das HMD vor dem Headset aufgesetzt werden) zu unterstützen. Hier empfiehlt es sich für Trainer*innen, sich vor dem Einsatz des MR-Voice-Labs intensiv mit der Hardware und mit dem Bedienmenü der Software auseinanderzusetzen.

Zur Durchführung: Die Teilnehmenden an diesem Seminar brachten oft nur wenig Vorerfahrung mit der Benutzung von HMDs und der Interaktion in virtuellen Umgebungen mit. Folglich erwies es sich als empfehlenswert, dem Einsatz des MR-Voice-Labs eine kurze Einführung und Bekanntmachung mit der Technik vorzuschalten. So konnten sich die Teilnehmenden zunächst ohne konkreten Arbeitsauftrag mit der Hardware und dem Gefühl, sich in einer virtuellen Umgebung zu befinden, vertraut machen und hatten im Anschluss daran die Möglichkeit, sich auf die trainingsbezogenen Arbeitsanweisungen zu konzentrieren. Obwohl bislang keine*r der Teilnehmer*innen von Cybersickness berichtete, ist anzuraten, die Nutzungsdauer auf ca. 20 Minuten am Stück zu beschränken. Zusätzlich sind beim Einsatz des HMDs die jeweiligen Nutzungs- und Sicherheitshinweise zu beachten. Während der Durchführung sollte zudem beachtet werden, dass die Teilnehmenden während der Nutzung des HMDs nicht sehen können, was im realen Raum um sie herum geschieht. Wir empfehlen Trainer*innen darum unbedingt, alle Handlungen (z. B. Positionswechsel oder Berührungen) sprachlich vorzubereiten und zu begleiten.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Konzept des MR-Voice-Labs sowohl vonseiten des Trainers als auch der Teilnehmenden als motivierendes und bereicherndes Element für Stimmtrainings wahrgenommen wurde. In der Umgebung eines Stimmtrainings für Lehrende ermöglicht der Einsatz des MR-Voice-Labs, die eigene Stimme in Räumen zu erfahren, die während des Trainings nicht zur Verfügung stehen.

Literatur

- [1] Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), *Qualität von Hochschullehre und Studienbedingungen verbessern* [Online]. Available: <https://www.qualitaetspakt-lehre.de/de/qualitat-von-hochschullehre-und-studienbedingungen-verbessern-1764.php>.
- [2] RWTH Aachen University, *Datenblatt der RWTH Aachen University, Studierende WS 2019/20* [Online]. Available: https://www.rwth-aachen.de/global/show_document.asp?id=aaaaaaaaakdmewh&download=1.
- [3] K. Hohlbaum, I. Isenhardt, K. v. Laguna, B. Meißner, „Zum Einsatz von Mixed Reality-Technologie in Stimmbildung und Sprecherziehung von Lehrenden an der RWTH Aachen University“, in *Tagungsband der DGSS-Tagung an der Universität Regensburg im September 2019*.
- [4] K. Hohlbaum, V. Stehling, M. Haberstroh, F. Hees, „Mixed Reality Supported Voice Training for Lecturers of Large Classes“, in *Konf. Kultur und Informatik: Hybrid Systems*, Busch, Kassung, Sieck, Eds. Verlag Werner Hülsbusch, pp. 213–223, 2018.
- [5] P. Milgram, H. Colquhoun, “A taxonomy of real and virtual world display integration.” In *Mixed reality: Merging real and virtual worlds*. pp. 1–26, 1999.

-
- [6] D. Janßen, C. Tummel, A. Richert, I. Isenhardt, "Towards Measuring User Experience, Activation and Task Performance in Immersive Virtual Learning Environments for Students", in *International Conference on Immersive Learning*, pp. 45–58, 2016.
- [7] D. Schröder, M. Vorländer, "RAVEN: A real-time framework for the auralization of interactive virtual environments", in *Forum Acusticum*, pp. 1541–1546, 2011.
- [8] M. Hardt, „Voice Power. Die Stimme macht den Unterschied“ In: S. Wachtel, S. Etzel, Eds., *Jeder kann wirken*. München: Springer, pp. 113–131, 2019.
- [9] A. Y. Kolb, D. A. Kolb. „Learning styles and learning spaces: Enhancing experiential learning in higher education” In *Academy of management learning & education*, pp. 193–212, 2005.

Autorinnen und Autoren

Dr.-Ing. **Ute Berbuir** ist bereits langjährig im Bereich der Hochschuldidaktik und Organisationsentwicklung tätig. Seit 2011 ist sie wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Fakultät für Maschinenbau der Ruhr-Universität Bochum. Zu ihren inhaltlichen Schwerpunkten zählen problemorientiertes Lernen, Nachhaltigkeit und der gesellschaftliche Diskurs technischer Entwicklungen.

Jan Bitter-Krahe ist seit April 2016 wissenschaftlicher Mitarbeiter und seit Oktober 2019 Forschungsgruppenleiter am Lehrstuhl für Informationsmanagement im Maschinenbau (IMA) der RWTH Aachen University. In seiner Forschung beschäftigt er sich mit der nachhaltigen Transformation soziotechnischer Systeme sowie Nachhaltigkeitsbewertung.

Dr. rer. nat. **Esther Borowski** ist Forschungsgruppenleiterin „Digitale Lernwelten“ am Lehrstuhl für Informationsmanagement im Maschinenbau (IMA) der RWTH Aachen University. Ihre Forschungsschwerpunkte liegen in innovativen Lehr- und Lernkonzepten sowie in der Kommunikation und Organisationsentwicklung.

Prof. Dr.-Ing. **Sulamith Frerich** leitet als Juniorprofessorin der Fakultät für Maschinenbau der Ruhr-Universität Bochum die Arbeitsgruppe Virtualisierung verfahrenstechnischer Prozesse. Ihre Forschungsinteressen umfassen u. a. die Kunststoffverarbeitung, additive Fertigung sowie die Ingenieurausbildung.

Dipl.-Wirt.-Ing. **Silke Frye** ist seit 2011 wissenschaftliche Mitarbeiterin der Ingenieur-Didaktik und seit 2018 am Zentrum für Hochschulbildung (zhb) der TU Dortmund. Ihre Forschungsthemen sind Nachhaltigkeit als Thema in der Ausbildung von Ingenieur*innen, Labordidaktik, Gestaltung technischer Lernumgebungen sowie Hands On Learning.

Joshua Grodotzki ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Umformtechnik und Leichtbau, Fakultät Maschinenbau, der Technischen Universität Dortmund. Seine Forschungsschwerpunkte liegen in den Themenfeldern Ingenieurdidaktik und Simulationstechnik in Bezug auf Umformtechnik.

Dr. phil. **Tobias Haertel** ist Leiter der IngenieurDidaktik an der Fakultät Maschinenbau der TU Dortmund. Seine Forschungsinteressen beinhalten die Förderung von Kreativität und Entrepreneurship in der Lehre, Kompetenzbedarfe in Zeiten von Industrie 4.0 sowie die Digitalisierung im Technikunterricht.

Dr.-Ing. **Max Hoffmann** ist Diplom-Ingenieur Maschinenbau mit dem Schwerpunkt Prozesstechnik und besitzt einen MBA in Wirtschaftswissenschaften. Im Rahmen seiner Promotion am Lehrstuhl für Informationsmanagement im Maschinenbau (IMA) der RWTH Aachen University beschäftigte er sich mit der Auslegung KI-basierter Systeme in der Fabrikautomation.

Kathrin Hohlbaum ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl für Informationsmanagement im Maschinenbau (IMA) der RWTH Aachen University. Ihre Schwerpunkte liegen im Einsatz und in der Erforschung von AR und VR in Trainings-, Rehabilitations- und Lernprozessen sowie in der Akzeptanz- und Nutzungsforschung hinsichtlich verschiedener Medien und Technologien.

Prof. Dr. phil. **Ingrid Isenhardt** ist Akademische Direktorin am Lehrstuhl für Informationsmanagement im Maschinenbau (IMA) der RWTH Aachen University und außerplanmäßige Professorin an der Fakultät für Maschinenwesen mit Zweitsitz an der Philosophischen Fakultät der RWTH Aachen University. Sie übernimmt im Projekt ELLI 2 die wissenschaftliche Leitung für den Standort Aachen.

Magdalena John ist wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Fakultät für Maschinenbau der Ruhr-Universität Bochum. Ihre Arbeitsschwerpunkte umfassen die Themen Entrepreneurship, Interdisziplinarität und Geschlechtersensibilität in der ingenieurwissenschaftlichen Lehre.

Diana Keddi ist wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Fakultät für Maschinenbau der Ruhr-Universität Bochum. In der Arbeitsgruppe Virtualisierung verfahrenstechnischer Prozesse umfassen ihre Forschungsinteressen u. a. die Themenfelder biobasierte Kunststoffe, Hochdruckverfahrenstechnik und Ingenieurausbildung.

Prof. Dr.-Ing. **Andreas Kilzer** leitet die Arbeitsgruppe Grenzflächenverfahrenstechnik am Lehrstuhl für Verfahrenstechnische Transportprozesse der Fakultät für Maschinenbau der Ruhr-Universität Bochum. Er arbeitet auf dem Gebiet der Hochdruckprozesse mit überkritischen Fluiden und interessiert sich (nicht nur) als derzeit amtierender Studiendekan für die Ingenieurausbildung.

Dr. des. **Julia Knoch** ist seit 2016 wissenschaftliche Mitarbeiterin im Projekt ELLI in Bochum. Im Bereich Student LifeCycle entwickelt sie Angebote zur Potentialförderung und Profilbildung von Studierenden und wissenschaftlichen Mitarbeiter*innen. Zuvor war sie als tätig Personalentwicklerin im Bereich Hochschuldidaktik der RUB.

Kate Konkol ist seit 2017 im Projekt ELLI2 an der Ruhr-Universität Bochum tätig. Als wissenschaftliche Mitarbeiterin mit einem B. A. in Erziehungswissenschaft organi-

siert sie Fortbildungen für Mitarbeitende und betreut das Mary-Walton-Mentoring. Nebenher strebt sie einen M. A. in Gender Studies an.

Dennis Kreutzer (geb. Fleischer) ist seit Oktober 2019 wissenschaftlicher Mitarbeiter am An-Institut für Unternehmenskybernetik (IfU) e.V. Seine Forschungsschwerpunkte liegen im Bereich der nachhaltigen Ingenieurausbildung und dem Entrepreneurship.

Prof. Dr. **Liudvika Leisyte** ist Professorin für Hochschuldidaktik und Hochschulforschung am Zentrum für Hochschulbildung (zfb) der TU Dortmund. Ihr Forschungsschwerpunkt liegt auf dem Wandel der Hochschule und wissenschaftlicher Arbeit im Kontext sich verändernder politischer und institutioneller Rahmenbedingungen.

Dr.-Ing. **Dominik May** ist Assistant Professor für Engineering Education Research an der University of Georgia (USA). Er forscht zu digitalen Medien und Lehr-Lernlaboren in der Ingenieurausbildung, ist Vize-Präsident der International Association of Online Engineering (IAOE) und Editor-in-Chief für das International Journal of Emerging Technologies in Learning (ijET).

Dipl.-Ing. **Tobias R. Ortelt** studierte Maschinenbau und ist Digital Learning Expert an der IngenieurDidaktik der TU Dortmund. Er war maßgeblich an der der Entwicklung von Remote-Laboren im Projekt ELLI beteiligt. Er ist Sprecher der Community Working Group „Remote-Labore in Deutschland“.

Sebastian Ostapiuk studiert im Bachelor Logistik an der TU Dortmund. Von Oktober 2019 bis April 2020 war er als Tutor in der Forschungswerkstatt tätig. Aktuell arbeitet er am Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML.

Thomas Otte forscht als studierter Maschinenbauingenieur (M. Sc.) und wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Informationsmanagement im Maschinenbau (IMA) der RWTH Aachen University am Themenfeld der Digitalen Transformation in vielseitigen Anwendungsgebieten – darunter u. a. der Schienengüterverkehr oder die Güterlogistik in Smart Cities.

Prof. Dr.-Ing. **Marcus Petermann** leitet als Professor der Fakultät für Maschinenbau der Ruhr-Universität Bochum den Lehrstuhl für Feststoffverfahrenstechnik. Seine Forschungsinteressen umfassen u. a. Hochdruckverfahrenstechnik, Partikeldesign, Hochdruckelektrolyse sowie die Ingenieurausbildung.

Dipl.-Phys. **Monika Radtke** ist seit 2011 wissenschaftliche Mitarbeiterin am Zentrum für Hochschulbildung der TU Dortmund und Mitglied der Forschungsgruppe Inge-

nieurdidaktik. Zu ihren inhaltlichen Schwerpunkten gehören die Labordidaktik, das digitale Lernen sowie Forschendes Lernen im ingenieurwissenschaftlichen Studium.

Anna-Lena Rose ist seit 2016 wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Professur für Hochschuldidaktik und Hochschulforschung am Zentrum für Hochschulbildung (zhb) der TU Dortmund und promoviert dort zum Thema „The Emergence of Interdisciplinary Structures in Academic Project Settings“.

Christian Scheiderer forscht als studierter Automatisierungstechniker und wissenschaftlicher Mitarbeiter am Einsatz von künstlicher Intelligenz in der Produktionstechnik an der Bergischen Universität Wuppertal. Im Rahmen seiner wissenschaftlichen Mitarbeit in ELLI 2 bis 2019 befasste er sich im universitären Umfeld mit der verständlichen Aufbereitung von technischen Inhalten für Vorlesungen und Schülerseminare.

Nina Schiffeler ist wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Forschungsgruppe „Digitale Lernwelten“ am Lehrstuhl für Informationsmanagement im Maschinenbau (IMA) der RWTH Aachen University. Ihr Forschungsfokus liegt auf der Untersuchung der Auswirkungen von Virtual und Augmented Reality auf (kollaborative) Lern- und Arbeitsprozesse.

Laura-Katharina Schiffmann ist seit 2019 wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Ruhr-Universität Bochum im Projekt ELLI2. Sie hat einen sprach- und wirtschaftswissenschaftlichen Hintergrund und war zuvor Mitarbeiterin im International Office der RUB.

Alessandro Selvaggio ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Umformtechnik und Leichtbau, Fakultät Maschinenbau, der TU Dortmund. Seine Forschungsschwerpunkte sind Remote-Labore in der Ingenieurausbildung, Prozessautomatisierung sowie Massivumformprozesse.

Laura Sievers studiert im Master Mathematik und Technik auf Lehramt für die Sekundarstufe 1 an der TU Dortmund. Seit Juni 2018 arbeitet sie als Tutorin in der Forschungswerkstatt. Neben administrativen Aufgaben übernimmt sie die Leitung verschiedener Workshops und führt Beratungen durch.

Dr. rer. soc. **Natascha Strenger** ist wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Fakultät für Maschinenbau der Ruhr-Universität Bochum. Ihre Arbeitsschwerpunkte und Forschungsinteressen umfassen u. a. die Internationalisierung und Digitalisierung des Ingenieurstudiums sowie die interkulturelle Didaktik.

Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. **A. Erman Tekkaya** ist Professor an der Fakultät Maschinenbau der TU Dortmund und leitet das Institut für Umformtechnik und Leichtbau.

Seine Forschungsinteressen liegen u. a. in den Themenfeldern Umformtechnik, Simulation und Analyse von Herstellungsprozessen, Materialcharakterisierung sowie in der Ingenieurausbildung.

Claudius Terkowsky leitet die Forschungsgruppe Ingenieurdidaktik und ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Bereich Hochschuldidaktik am Zentrum für Hochschulbildung (zhb) der TU Dortmund. Er forscht und lehrt im Bereich der Hochschul-, Ingenieur- und Labordidaktik sowie zur Kreativitätsförderung und dem Einsatz digitaler Medien in der Lehre.

Julia Treek studiert im Master Erwachsenenbildung/Weiterbildung an der Universität Duisburg-Essen. Seit Oktober 2017 arbeitet sie am Lehrstuhl für Organisationsforschung, Sozial- und Weiterbildungsmanagement der TU Dortmund und ist seit September 2019 mit der Evaluation der Forschungswerkstatt betraut.

Oliver Weishaupt ist wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Fakultät für Maschinenbau der Ruhr-Universität Bochum. In der Arbeitsgruppe Virtualisierung verfahrenstechnischer Prozesse umfassen seine Forschungsinteressen u. a. die Themenfelder Modellierung, Extrusion und Ingenieurausbildung.

Johanna M. Werz ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl für Informationsmanagement im Maschinenbau (IMA) der RWTH Aachen University, wo sie sich mit Diversity, Ingenieurdidaktik und der Befähigung von Menschen für und durch die Digitalisierung befasst. Johanna M. Werz studierte Psychologie in Heidelberg und Köln.

Bianca Wolf hat Erziehungswissenschaft mit den Schwerpunkten multimediales Lernen und Empirie studiert. In ihrer Masterarbeit testete sie das Lernverhalten und den Lernerfolg beim Lernen mit einer Applikation. An der Ruhr-Universität Bochum arbeitet sie mit MINT-interessierten Jugendlichen.

Katharina Zilles war von 2015 bis 2019 wissenschaftliche Mitarbeiterin im Projekt ELLI in Bochum. In den Bereichen Globalisierung und Entrepreneurship entwickelte sie Fortbildungs-, Lehr- und Beratungsformate für Studierende und wissenschaftliche Mitarbeiter*innen. Derzeit ist sie in der Personalentwicklung Wissenschaft an der Ruhr-Universität Bochum tätig.

BEETBox –

Best Practices in Engineering Education Toolbox

powered by ELLI

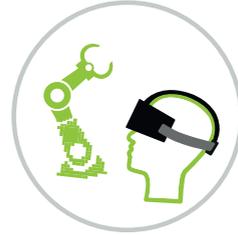
Um die Erkenntnisse, Erfahrungen und Forschungsergebnisse möglichst umfangreich über das Projektablaufzeitende hinaus zu sichern und zugänglich zu machen, wurde – parallel zur vorliegenden Publikation – die BEETBox (Best Practices in Engineering Education Toolbox) entwickelt. Diese Online-Plattform umfasst das gesamte Handlungsspektrum des ELLI-Projekts und bietet im Sinne eines Produktkatalogs vielfältige Informationen zu den im Projekt entwickelten Laboren, Lehrkonzepten, Tools, Apps etc.

Jedes „Produkt“, sei es eine Veranstaltung, ein Labor oder ein Fortbildungsformat, hat darin seine eigene Produktseite und wird zunächst in einem Video vorgestellt. In Abhängigkeit von der Art des Produkts finden sich auf der Produktseite Einschätzungen zu Zeitaufwand, Zielgruppe und Anwendungskontext. Gegliedert sind die Produkte nach den thematischen Schwerpunkten des Projekts ELLI – den vier Kernbereichen, deren Icons Sie bereits rechts auf dieser Seite zur späteren Orientierung in der BEET-Box finden. Unter der Rubrik Downloads erhalten Sie Checklisten, Vorlagen und Hinweise, die der praktischen Umsetzung dienen.

Sie finden die BEETBox unter:



Wir wünschen der Leserschaft viel Spaß beim Durchstöbern der BEETBox und hoffen, auf diesem Wege praxisnahe Impulse für die Weiterentwicklung der Ingenieurlehre geben zu können.



Remote Labore & virtuelle Lernwelten



Globalisierung



Student Life Cycle



Entrepreneurship

Forschungs- und Arbeitswelten von Ingenieur*innen werden stark durch die Auswirkungen weltweiter Trends und Entwicklungen wie Digitalisierung, Entrepreneurship-Bewegungen oder Globalisierung geprägt. Zur Adressierung der damit verbundenen Herausforderungen in der Ingenieurausbildung wurde das Verbund-Projekt ELLI – „Exzellentes Lehren und Lernen in den Ingenieurwissenschaften“ – realisiert und im Rahmen des Qualitätspakts Lehre gefördert.

Die in diesem Buch zusammengestellten Beiträge stellen einen Auszug der in ELLI-Maßnahmen gesammelten Ergebnisse und Erfahrungen dar: Es finden sich Forschungsbeiträge und Erfahrungsberichte mit Darstellungen von Maßnahmen mit Breitenwirkung und auch für spezifische Zielgruppen. Betrachtet werden dabei die vier Kernbereiche von ELLI: Remote-Labore und virtuelle Lernwelten, Globalisierung, Student Life Cycle und Entrepreneurship. Die „Lessons Learned“, mit denen jeder Beitrag abschließt, bieten konkrete Anregungen für den Transfer der Inhalte an andere Hochschulen oder in weitere Lehrveranstaltungen.

