

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: Kür 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 Ingenieur 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 Studiengangsphase 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).

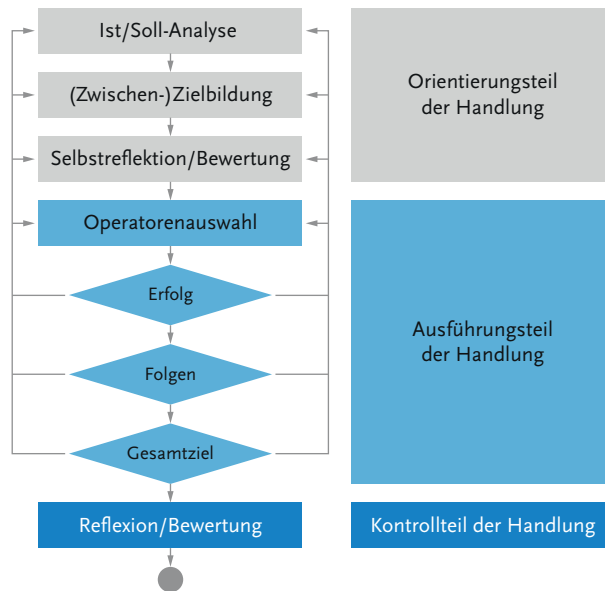


Abbildung 3: Problemlösungsmodell nach Sell & Schimweg [23]

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 Projektabchlusses 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).

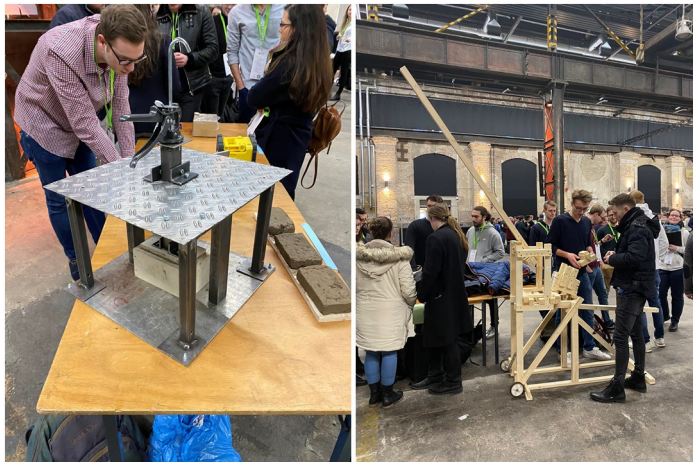


Abbildung 6: Eindrücke von der IoGC-Abschlussveranstaltung 2020

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.

❖ **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.

❖ **Gemeinsam denken!**

Die IoGC und die komplexen Problemstellungen sind darauf ausgelegt, dass Studierende in Teams zusammenarbeiten. Die Lehrveranstaltung sollte daher Gruppenarbeit ermöglichen und unterstützen.

❖ **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.

❖ **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.

❖ **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.

❖ **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. Zirng, 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.