

Folgeantrag: Ganzheitliche didaktische Planung der Labore BIW und CIW I.1, I.2, II.1, II.2

1 Antragsteller/in

Arbeitsgruppe Apparatedesign / Lehrstuhl Technische Chemie
Dr.-Ing. Konrad Boettcher / Dr.-Ing. Thomas Seidensticker

2 Kurzbeschreibung des Projektes

Studierende des Bio- und Chemieingenieurwesens absolvieren im Bachelorstudium die Labormodule BIW I und II bzw. CIW I und II. Die derzeit angebotenen und verfügbaren Laborversuche wurden in einem Vorläuferprojekt hinsichtlich didaktischer Merkmale und hinsichtlich der adressierten Lernziele analysiert. In diesem Folgeprojekt sollen aufbauend darauf die identifizierten adressierten Lernziele und die kognitiven Taxonomiestufen validiert werden. Geeignete Laborversuche sollen identifiziert werden, um etwaige Lücken zu schließen. Es soll damit sichergestellt werden, dass in den Laboren alle fundamentalen Laborlernziele und Lernziele für das Arbeiten 4.0 durch Tiefenlernen adressiert werden.

3 Details zum Projekt

3.1 Istzustand vor Beantragung:

Die Bachelor-Module BIW-Labor I und II und CIW-Labor I und II bieten verschiedene Versuche an, welche als übergeordnetes Lernziel laut Modulhandbuch die Studierenden befähigen sollen, unabhängig an neuen Aufgaben in Forschung und Entwicklung zu arbeiten. Im Vorläuferprojekt wurden die angebotenen (sowie nicht mehr angebotenen aber verfügbaren) Laborversuche, ausgehend von den Laborskripten und der spezifischen Implementierung im Moodle-Raum, hinsichtlich didaktischer Grundlagen untersucht:

1. An welches didaktische Rahmenwerk wurde sich angelehnt (z.B. Constructive Alignment, [1])
2. Findet eine Lernzuwachskontrolle statt [2]?
3. Welche kognitiven Stufen nach Bloom [3] und nach der SOLO-Taxonomie [2] (Tiefenlernen) werden jeweils adressiert?
4. Welche der 13 fundamentalen Laborlernziele der BA-Studiengänge [4] werden auf welcher Stufe adressiert?
5. Welche der Lernziele für das Leben und Arbeiten 4.0 [5, 6] werden adressiert?
6. Für einige Laborversuche wurde eine spezifische Befragung durchgeführt zur Messung der Lehrgüte (Effektivität, Effizienz und Appeal nach [7]) .

Für die meisten Laborversuche steht die aufwändige mündliche Validierung noch aus und damit die aus den Ergebnissen zu ziehenden Schlussfolgerungen.

3.2 Didaktische Grundlagen und Motivation

Die Arbeiten von [4] behandeln die 13 fundamentalen Laborlernziele, welche im Ingenieurwesen im Bachelorstudium behandelt werden sollten. Weitere Lernziele für die Arbeitswelt 4.0 werden als sog. future skills bezeichnet [5], die mit verschiedenen Methoden adressiert werden können [6]. Für einen guten Lernzuwachs sollen die Laborversuche zudem auf Grundlage des Constructive Alignment [1] geplant und durchgeführt werden. Bei diesem Rahmenwerk werden Lernziele, Lehr-Lernaktivität und Lernzielkontrolle iterativ aufeinander abgestimmt. Im Sinne der konstruktivistischen Lerntheorie müssen dabei Lernziele auf drei Ebenen dargelegt werden: Studienprogrammebene, Modulebene und Aufgabenebene und die Lernziele müssen transparent vorab klargestellt werden. Die Formulierung der Lernziele auf Grundlage verschiedener kognitiver Taxonomien zeigt dabei den LS/AGs und den Studierenden, ob

Tiefenlernen oder Oberflächenlernen adressiert wird [2] und welche Wissensdimension [3] adressiert wird, also in welchem Lernzuwachs der Fokus des Versuches liegt. Dabei werden für die einzelnen Laborversuche auch die drei Ebenen erfolgreicher Lehre [7] untersucht: Effektivität (Lernzuwachs), Effizienz (Lernzuwachs pro Zeitaufwand) und Appeal (wie sehr hat es gefallen).

3.3 Projektziel/Projektbeschreibung

Die Laboruntersuchung anhand der Skripte muss mündlich validiert werden. Damit wird festgestellt, welche fundamentalen Laborlernziele fehlen oder nur im Bereich des Oberflächenlernens adressiert werden. Daraus sollen weitergehende Vorschläge abgeleitet werden, welche die Versuche hinsichtlich der Wirksamkeit der Lernziele im Tiefenlernen, der Effektivität (Lernzuwachs), der Effizienz (Lernzuwachs pro eingesetzter Ressource Zeit) und Appeal (wie gut der Versuch gefallen hat) verbessern. Diese werden den Versuchsanbietern bspw. für weitere QVM-Anträge bereitgestellt.

3.4 Einzelmaßnahmen, Schritte etc.

1. Die qualitative Inhaltsanalyse der Laborskripte muss mündlich validiert werden (Validierungsgespräche mit den Lehrenden der Laborversuche).
2. Nicht, oder kognitiv zu niedrig, adressierte Lernziele werden validiert und
 - a) Laborversuche werden identifiziert, welche die insgesamt offenen Lernziele adressieren könnten,
 - b) Verbesserungsmöglichkeiten werden offengelegt, wie die Versuche Tiefenlernen in den adressierten Lernzielen erreichen könnten.
3. Für weitere Versuche wird eine Evaluation hinsichtlich der Effektivität, der Effizienz und des Appeals durchgeführt.
4. Aus diesen Ergebnissen werden Verbesserungsvorschläge abgeleitet und den LS/AGs zur Verfügung gestellt.
5. Interessierten WiMis in Laborlehre wird ein Labordidaktikkurs in Zusammenarbeit mit dem ZHB angeboten.

3.5 Geplante Laufzeit

2025

3.6 Indikatoren zur Evaluation des Projektes

Die Indikatoren sind die erfolgreiche Adressierung aller fundamentalen Laborlernziele und Lernziele für das Lernen und Arbeiten 4.0 im gesamten Labormodul im Tiefenlernen. Weitere Indikatoren erfolgen auf Grundlage der Dimensionen guter Didaktik:

1. Constructive Alignment
2. Effektivität
3. Effizienz
4. Appeal

Dazu werden verschiedene Evaluationslisten verwendet, das bisherige Evaluationsschema scheint dafür nicht geeignet zu sein, da es verschiedene Gesichtspunkte nicht adressiert und Maßgaben einer validen Evaluation der Lehre widersprechen [8]. Als weitere Indikatoren können die Teilnahme an Workshops der Labordidaktik oder aus den Empfehlungen abgeleitete eingereichte Anträge (bspw. QVM) dienen.

3.7 Nachhaltigkeit/Verstetigung

Es stehen für verschiedene Versuche Verbesserungsvorschläge hinsichtlich der untersuchten Dimensionen zur Verfügung, welche unterteilt werden in:

1. Kurzfristige Umsetzung wie eine Anpassung der Skripte oder der Lernziele: direkt umsetzbar (teilweise im Vorprojekt umgesetzt)
2. Mittelfristige Umsetzungen wie eine Anpassung der Laboraktivität durch bspw. Lehrstuhlmittel oder QVM-Anträge (teilweise im Vorprojekt umgesetzt)
3. Umfassende und damit langfristige Änderungen der Versuche, welche Universitätsmittel oder externe Finanzmittel erfordern würde (bspw. Anträge bei der Bundesstiftung zur Verbesserung der Hochschullehre).

3.8 Das Wichtigste in Kürze

Didaktik ist die Wissenschaft von Lernen und Lehren. Die wissenschaftlich erzielten Erkenntnisse sollten dabei auch in der Laborlehre vollständig umgesetzt werden, wozu hier das Verbesserungspotential identifiziert und erste Umsetzungsempfehlungen gegeben werden sollen.

Die Laborlehre adressiert verschiedene Lernziele, welche in den sog. fundamentalen Laborlernzielen für Ingenieure in der Publikation von Feisel und Rosa (2005) beschrieben sind. Die Lernziele können dabei verschiedene kognitive Strukturen adressieren, wobei höhere Stufen bspw. der SOLO-Taxonomie mit einem Tiefenlernen anstelle einem Oberflächenlernen adressiert werden und die Taxonomie nach Andersen und Krathwohl die Wissensdimension adressiert, wobei diese bewusste Kenntnis eine Reflexion auf der Metaebene ermöglicht und damit das Lernen erleichtert. Das Constructive Alignment wiederum stellt ein didaktisches Rahmenwerk zwischen den Lernzielen, den Laboraktivitäten und der Lernzielkontrolle dar.

Im Zuge dieses Projektes soll eine mündliche Validierung der im Vorprojekt anhand einer qualitativen Inhaltsanalyse der Laborskripte insgesamt adressierten fundamentalen Lernziele, der future skills, der adressierten kognitiven Stufen, des Constructive Alignments und des didaktischen Settings validiert werden. Darauf aufbauend sollen Lücken in den insgesamt adressierten fundamentalen Laborlernzielen identifiziert werden und damit tiefergehende Verbesserungspotentiale auch hinsichtlich der Effektivität, Effizienz und des Appeals aufgedeckt und den Lehrenden der Laborversuche vermittelt werden.

Quellen:

- [1] Biggs, J. (1996). Enhancing teaching through constructive alignment. *Higher Education*, 32(3), 347–364. <https://doi.org/10.1007/BF00138871>
- [2] Biggs, J.B., Collis, K.F. *Evaluating the Quality of Learning: The SOLO Taxonomy (Structure of the Observed Learning Outcome)*. Academic Press; 1982. ISBN 978-0-12-097552-5
- [3] Anderson, L.W., Krathwohl, D.R. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Addison Wesley Longman, Inc.
- [4] Feisel, Lyle D.; Albert, J. Rosa (2005). The role of the laboratory in undergraduate engineering education. *Journal of engineering Education*, 94(1), pp. 121-130.
- [5] Ciolacu, M.I. et al. (2023). Developing Future Skills in Engineering Education for Industry 5.0: Enabling Technologies in the Age of Digital Transformation and Green Transition. In: Auer, M.E., Langmann, R., Tsiatsos, T. (eds) *Open Science in Engineering*. REV 2023. *Lecture Notes in Networks and Systems*, vol. 763. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-424670_94
- [6] Boettcher, K. et al. (2023). Work in Progress – Did You Check It? Checklist for Redesigning a Laboratory Experiment in Engineering Education Addressing Competencies of Learning and Working 4.0. In: Auer, M.E., Langmann, R., Tsiatsos, T. (eds) *Open Science in Engineering*. REV

2023. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 763. Springer, Cham.

https://doi.org/10.1007/978-3-031-42467-0_56

- [7] Reigeluth, C. M. (1999). Instructional-design theories and models: A New Paradigm of Instructional Theory, Volume II. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- [8] Spooren, P., Kember, D., & Ginns, P. (2013). Evaluating teaching and learning: A practical handbook for colleges, universities, and the scholarship of teaching. Higher Education, 66(3), 375–377. <https://doi.org/10.1007/s10734-012-9557-9>