



Learning by Brewing: Ein innovatives Lehr-/Lernkonzept für die Automatisierungstechnik

P. Rebling¹, C. Eußner^{1,2}, Y. Rauch¹, P. Nenninger¹, N. Link²

¹ Karlsruhe University of Applied Sciences, Germany

² Karlsruhe University of Education, Germany

Abstract

Das Lehr-/Lernkonzept Learning by Brewing verknüpft die theoretische Ausbildung in der Automatisierungstechnik mit praxisnaher Anwendung an einer experimentellen Brauanlage. Durch eine enge Verzahnung von Vorlesung und Labor erwerben Studierende nicht nur technische Kompetenzen in Prozessleittechnik, Sensorik und Aktorik, sondern entwickeln auch ihre sozialen Kompetenzen durch Kleingruppenarbeit weiter. Ein zentrales Element ist die Entwicklung, Umsetzung und Validierung eines vollständigen Automatisierungssystems. Die optionale Veranstaltung BRAUtomation erlaubt zudem eine kreative, wettbewerbsbasierte Vertiefung. Das Konzept fördert interdisziplinäres Denken, motiviert durch hohe Praxisnähe und soll zur Steigerung der Attraktivität des Studienschwerpunkts Automatisierungstechnik beitragen.

The Learning by Brewing teaching/learning concept combines theoretical training in automation technology with practical application on an experimental brewing system. Through close integration of lectures and laboratory work, students not only acquire technical skills in process control technology, sensor technology, and actuator technology, but also develop their social skills through small group work. A central element is the development, implementation, and validation of a complete automation system. The optional BRAUtomation course also allows for creative, competition-based in-depth study. The concept promotes interdisciplinary thinking, motivates through its high practical relevance, and aims to increase the attractiveness of the automation technology major.

*Corresponding author: patrick.rebling@h-ka.de

1. Einleitung

Der Ingenieurberuf spielt eine zentrale Rolle für technischen und gesellschaftlichen Fortschritt, insbesondere mit Blick auf Digitalisierung, Klimawandel und demografische Veränderungen [1]. Dennoch wächst der Fachkräftemangel, während zugleich die Zahl der Studierenden in den ingenieurwissenschaftlichen Fächern rückläufig ist [2]. Diese Entwicklung betrifft besonders die Elektro- und Informationstechnik und erhöht den Handlungsdruck auf Hochschulen. So gilt es praxisnahe und an den Anforderungen der Industrie orientierte Ausbildungsangebote zu schaffen [3][4]. Der Rückgang bei den Studierendenzahlen verstärkt zugleich die Herausforderung, ingenieurwissenschaftliche Studienprogramme attraktiver und anschlussfähiger zu gestalten [5].

Im sechsten Semester des Bachelorstudiengangs Elektro- und Informationstechnik an der Hochschule Karlsruhe erlernen Studierende im Schwerpunkt Automatisierungstechnik die grafische und mathematische Modellierung technischer Prozesse sowie deren programmtechnische Umsetzung. Im begleitenden Labor wenden sie zentrale Verfahren der Prozessautomatisierung praktisch an. Das Spektrum reicht hierbei von Modellbildung über Skalierung und Filterung bis hin zu Steuerungs- und Regelungsfunktionen in industriellen Anlagenmodellen.

Ergänzend dazu wurde im Wintersemester 2024/25 ein umfangreicher, praxisorientierter Versuch an einer Brauanlage in Kleingruppen eingeführt. Die realitätsnahe Projektarbeit fördert nicht nur fachliche Kompetenzen, sondern auch Teamarbeit, Selbstmanagement, interdisziplinäres Denken und kreative Problemlösung [6]. Die enge Zusammenarbeit zwischen Studierenden und Lehrenden schafft eine dynamische Lernumgebung und stärkt wesentliche soziale sowie kommunikative Fähigkeiten, welche für eine ganzheitliche Ingenieursausbildung unerlässlich sind. Solche projektbasierten Lernszenarien, bei denen technische Prozesse mit Realobjekten aus der Industrie nachgebildet werden, stellen eine Best-Practice innerhalb der ingenieurwissenschaftlichen Lehre dar [7]. Sie ermöglichen es Studierenden, theoretisch Erlerntes direkt anzuwenden und bilden die Brücke zwischen Hochschulwissen und industrieller Praxis.

Durch die konsequente Ausrichtung der Lehre auf Praxisbezug und echte Industrieanwendungen leistet das sechste Semester zugleich einen wichtigen Beitrag zur Attraktivitätssteigerung des Studiengangs: Die Studierenden werden gezielt in einem Umfeld qualifiziert, welches aktuelle Herausforderungen, wie Digitalisierung, Prozessautomatisierung und nachhaltige Energieversorgung, adressiert. Gleichzeitig unterstützen solche praxisnahen Formate die Kompetenzentwicklung in Bereichen, welche von Unternehmen zunehmend gefordert werden, und bieten den Studierenden beste Voraussetzungen für einen erfolgreichen Übergang in das Berufsleben. Nicht zuletzt dienen innovative Lernkonzepte wie das beschriebene Projekt auch dazu, neue Zielgruppen für das Studium zu gewinnen und dem Rückgang in den Ingenieur-Fächern entgegenzuwirken [8].

Dieser Beitrag zeigt das Konzept Learning by Brewing auf, um die Attraktivität der Automatisierungstechnik zu steigern. Durch die direkte Anwendung in Form eines Laborversuchs an einer Experimentierbrauanlage wird Automatisierung für Studierende greifbar und motivierend erlebt. So sollen Kompetenzen praxisnah vermittelt werden, was einen wichtigen Beitrag zur Nachwuchsgewinnung im technischen Bereich leistet. Dabei deuten erste Befunde darauf hin, dass die gezielte Verbindung von industrieller Relevanz und studierendenzentrierten Lernformen einen effektiven Weg darstellt, aktuelle Herausforderungen wie Fachkräftemangel und sinkende Studierendenzahlen zu adressieren und zugleich eine hochwertige, zukunftsfähige Ingenieursausbildung zu gewährleisten (siehe Abschnitt 5: Erfahrungen & Evaluation).

2. Inhalt und Ablauf der Kombination Vorlesung und Labor

Die Bearbeitung erfolgt im Rahmen der Vorlesung Automatisierungstechnik und dient dazu, theoretisches Wissen zeitlich leicht versetzt durch praktische Anwendungen zu vertiefen. Im Skriptum wird eine Brauanlage (siehe Abbildung 1) als durchgehendes Beispiel verwendet, um die Prinzipien der Automatisierungstechnik anschaulich darzustellen. Zudem wird

ein praxisnaher Einstieg in das Thema ermöglicht, indem die Studierenden bereits in der zweiten Vorlesungseinheit einen ersten Kontakt mit dem Labor und der Brauanlage haben.



Abb. 1: Experimentelle Brauanlage mit pneumatisch gesteuerten Ventilen, Ultraschallsensoren zur Füllstandsmessung und SPS-Steuerung; Touchscreen nicht abgebildet.

In **Phase 1** der Vorlesung wird zunächst die Theorie zu Grund- und Verfahrensfliessbildern sowie zum Rohrleitungs- und Instrumentenfliessschema (R&I-Fliessschema) vermittelt (siehe Abbildung 2) [9]. Diese Schemata sind essenziell in der Anlagen- und Verfahrenstechnik, da alle relevanten Apparate, Maschinen, Fließlinien, Armaturen sowie Mess-, Steuer- und Regelaufgaben abgebildet werden. Das R&I-Fliessschema basiert auf dem Verfahrensfliessschema und wird durch die Integration von Prozessleittechnik ergänzt, wodurch es den höchsten Informationsgehalt unter den technischen Fließbildern aufweist. Sowohl Grund- als auch Verfahrensfliessbild einer typischen Brauerei werden als komplexere Beispiele für diese Diagrammtypen verwendet.

Im Anschluss an die theoretische Einführung erfolgt **Phase 2**, in welcher das erlernte Wissen direkt angewendet wird. Diese praktische Phase findet unmittelbar im nächsten Vorlesungstermin statt. Die Studierenden werden in zwei Gruppen eingeteilt: Eine Gruppe arbeitet mit der Brauanlage, während die andere Gruppe eine Anlage zur Herstellung von Shampoo betrachtet. Nach der Hälfte der Vorlesungseinheit wird gewechselt. Dabei erfordern beide Versuchsstände eine intensive Auseinandersetzung mit den technischen Details

der jeweiligen Anlage. Die entwickelten R&I-Fliesschemata sollen dabei den aktuellen Standards entsprechen.

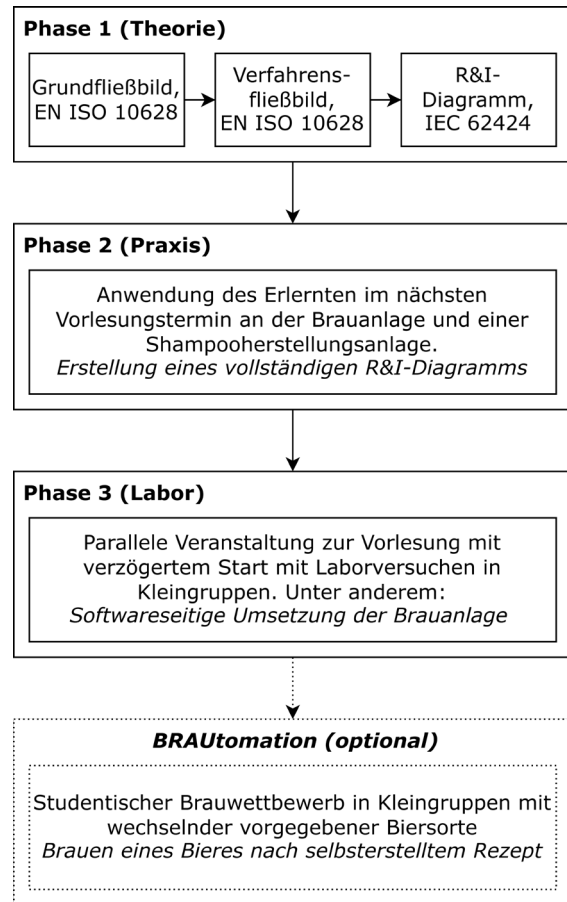


Abb. 2: Frühe Einblicke ins Automatisierungslabor: Phase 1 vermittelt Theorie (2. Einheit), Phase 2 wendet sie praktisch an (3. Einheit), Phase 3 startet versetzt parallel zur Vorlesung. In der BRAutomation findet die optionale Anwendung der entwickelten Systeme im Rahmen eines Wettbewerbs statt.

Die Brauanlage selbst ist ein komplexes System, welches die verschiedenen Prozessschritte des Bierbrauens, wie Maischen, Läutern und Würzekochen, umfasst. Für eine detaillierte Beschreibung des Brauprozesses sei auf Palmer [10] sowie bei fundierter akademischer Neugier und biochemischer Vorbildung auf Narziß et al. [11] verwiesen. Die Experimentierbrauanlage ist mit moderner Sensorik und Aktorik ausgestattet und wurde im Rahmen studentischer Projektarbeiten entwickelt und aufgebaut. Die Anlage besteht aus einer Kombination von Komponenten aus dem Hobbybraubereich und aus der Automatisierungstechnik, welche dem aktuellen Stand der Technik entsprechen. Insgesamt verfügt die

Brauanlage über neun ansteuerbare Ventile, zwei Pumpen, zwei Heizelemente, vier Temperatursensoren, einen kombinierten Durchfluss- und Stammwürzesensor sowie zwei Ultraschall-Füllstandsensoren. Alle Komponenten sind an eine speicherprogrammierbare Steuerung angebunden, welche eine Programmierung der Brauanlage ermöglicht. Das R&I-Fließschema spielt hierbei als Benutzeroberfläche eine zentrale Rolle, da es alle Komponenten und deren Interaktionen übersichtlich darstellt und die Bedienung ermöglicht. Neben einfachen Aktionen wie dem An- und Ausschalten der Pumpen oder dem Öffnen und Schließen der Ventile wurde eine Temperaturregelung für alle drei Töpfe der Brauanlage implementiert. Darüber hinaus wurde ein vollautomatischer Modus implementiert, welcher die Temperatur- und Durchflusssteuerung eines Brauvorgangs entsprechend eines eingegebenen Rezepts effizient umsetzt.

Durch die Kombination aus theoretischem Wissen und praktischer Anwendung werden die beruflichen Handlungskompetenzen der Studierende durch eine fast reale Inbetriebnahme gestärkt. Sie lernen nicht nur die technische Planung und Umsetzung kennen, sondern auch den Umgang mit Produktionssystemen wie der Brauanlage. Dies fördert ein tieferes Verständnis für die Anforderungen moderner automatisierter Systeme und bereitet sie optimal auf zukünftige Herausforderungen in diesem Bereich vor.

Im anschließenden Labor (**Phase 3**), welches die Inhalte der Vorlesung zur Automatisierungstechnik praktisch weiter vertieft, arbeiten die Studierenden in Kleingruppen an verschiedenen Versuchen, welche unterschiedliche Aspekte der Automatisierung abdecken. Einer der Versuche ist die softwareseitige Umsetzung der Brauanlage, bei der eine Kleingruppe von Studierenden die zuvor erlernten theoretischen Grundlagen in die Praxis überträgt. Dieser Versuch umfasst mehrere Aufgaben, unter anderem die Steuerung der pneumatischen Ventile und die exakte Temperaturregelung mit Heizstäben. Um eine vollständige Automatisierung der Anlage zu gewährleisten müssen darüber hinaus Pumpen und Sensoren für Füllstand und Durchfluss integriert und programmiert werden.

Ein weiterer Bestandteil des Versuchs ist die Entwicklung einer grafischen Benutzeroberfläche (siehe Abbildung 3) als Human-Machine-Interface (HMI). Diese Oberfläche dient dazu, den Bedienenden eine intuitive Steuerung und Überwachung der Brauanlage zu ermöglichen. Das HMI visualisiert wichtige Prozessparameter wie Temperatur, Füllstand und Durchfluss und erlaubt manuelle Eingriffe in den Prozessablauf, beispielsweise das Starten oder Stoppen von Pumpen oder das Ändern von Sollwerten.

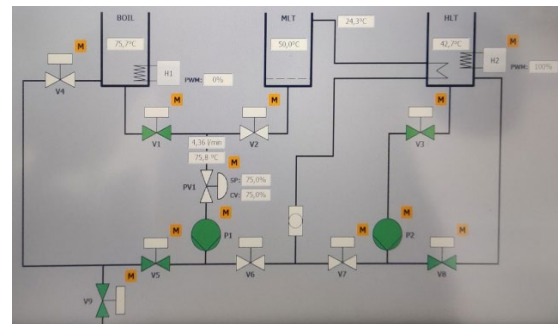


Abb. 3: Resultierende grafische Oberfläche des Laborversuchs mit funktionsfähiger Ansteuerung der Elemente der Brauanlage und Darstellung von Sensorwerten.

Zusammenfassend lernen die Studierenden nicht nur den Umgang mit moderner Automatisierungstechnik, sondern auch die Bedeutung einer benutzerfreundlichen Schnittstelle für den effizienten Betrieb komplexer Anlagen kennen.

3. Die BRAUtomation

Zusätzlich zu den Lehrveranstaltungen der Automatisierungstechnik findet als optionales Angebot jedes Semester ein studentischer Brauwettbewerb, die BRAUtomation, statt. Hierbei treten bis zu zehn Kleingruppen von Studierenden in einem Wettbewerb gegeneinander an. Dabei wird zu Beginn des Semesters eine zu brauende Biersorte festgelegt sowie erprobte Beispielrezepte zur Verfügung gestellt. Für die Teilnahme am Wettbewerb bekommen die Studierenden die grundlegenden Zutaten (Malz, Hopfen und Hefe), entsprechend der Beispielrezepte bereitgestellt. Darauf aufbauend können aber auch eigene Rezepte kreiert werden. Die teilnehmenden Gruppen setzen die ausgewählten Rezepte dann an der Experimentierbrauanlage unter

fachlicher Anleitung um. Abschließend erfolgt die für die Preisverleihung ausschlaggebende Bewertung durch ein Expertenteam lokaler Brauereien. Diese verkosten die gebrauten Biere und führen die Bewertung anhand definierter Kriterien (z. B. Stilkonformität, Aroma, Mundgefühl) durch [12].

Die Preisverleihung erfolgt im Rahmen einer Abschlussveranstaltung in Kooperation mit Industriepartnern. Dabei sind alkoholbezogene Anteile des Wettbewerbs sowie insbesondere der Abschlussveranstaltung freiwillig und finden in einem geschlossenen Hochschulrahmen statt.

Übergeordnetes Ziel der BRAUtomation ist zum einen die praktische Erprobung der gegebenenfalls im Labor entwickelten Automatisierungslösung für die Brauanlage. Zum anderen nehmen aber auch Studierende aus niedrigeren Semestern teil, welche durch den Wettbewerb bereits einen ersten Einblick in mögliche Anwendungsfelder der Automatisierungstechnik erhalten und diese Eindrücke bei der im dritten Semester stattfindenden Schwerpunktwahl berücksichtigen können.

4. Didaktisches Konzept

Die beschriebene Kombination aus Vorlesung und Labor stellt ein innovatives und praxisnahes Lehr-Lernkonzept dar, welches auf der Idee des forschenden und erfahrungsbasierten Lernens basiert. Dieses Konzept verfolgt eine Lernumgebung, in der Studierende aktiv durch eigene Untersuchung und Praxis erworbenes Wissen aufbauen, was den Ansatz des forschenden Lernens verdeutlicht [13]. Dies ist gerade in der ingenieurwissenschaftlichen Ausbildung bedeutsam, da technische Kompetenz heute mehr denn je mit der Fähigkeit verknüpft sein muss, neue Herausforderungen eigenständig zu analysieren und praxisorientierte Lösungen zu entwickeln.

Das didaktische Konzept ist methodisch konsequent am Prinzip des Constructive Alignment ausgerichtet, welches eine kohärente Abstimmung von Lernzielen, Lehr-Lern-Aktivitäten und Prüfungsformaten vorsieht [16]. In Phase 1 erfolgt eine fundierte Einführung in technische Fließschemata, insbesondere dem Rohrleitungs- und Instrumentenfließschema, wel-

che in Phase 2 im direkt folgenden Vorlesungstermin in einer praxisnahen Laborübung angewendet werden. So erhalten die Studierenden bereits zu einem frühen Zeitpunkt erste Einblicke in das Automatisierungslabor. Dadurch wird ein unmittelbarer Praxisbezug gefördert. Zusätzlich wird die Distanz zwischen Theorie und Praxis verkürzt und typischen Lernbarrieren, welche durch abstrakte Wissensinhalte entstehen können, vorgebeugt.

Der enge zeitliche Bezug zwischen theoretischem Input und praktischer Umsetzung in den einzelnen Phasen unterstützt ein nachhaltiges Lernen, da Studierende neue Inhalte unmittelbar erproben und reflektieren können. Dies stärkt nicht nur das inhaltliche Verständnis, sondern fördert auch die Kompetenzen des selbstgesteuerten und kooperativen Lernens. Die direkte Verknüpfung von theoretischer Wissensvermittlung und praktischer Anwendung ist somit ein zentrales didaktisches Element des Konzepts.

Die Verwendung der hochschuleigenen Brauanlage dient als durchgehendes Anwendungsbeispiel und sogenanntes Best-Practice-Modell für die exemplarische Vertiefung komplexer Inhalte der Automatisierungstechnik [15]. Gerade die Wahl eines praxisrelevanten und nachhaltigkeitsbezogenen Produkts, wie das Bierbrauen, bietet einen motivierenden und greifbaren Kontext. In diesem werden nicht nur technische Abläufe, sondern auch Prozessverständnis und Qualitätsmanagement in einem realen Szenario vermittelt. Die anschauliche Verbindung von Theorie und Praxis steigert die Motivation der Studierenden und verdeutlicht die Sichtbarkeit sowie die gesellschaftliche Relevanz von Automatisierungstechnologien im Alltag.

Das zuvor erlernte fachspezifische Wissen am durchgängigen Beispiel der Brauanlage kommt in Phase 3 bzw. dem eigentlichen Labor zur Anwendung. Dabei wird das Ziel einer ganzheitlichen Ingenieursausbildung berücksichtigt. In dieser Phase sollen nicht nur fachliche Kompetenzen in den Bereichen Sensorik, Aktorik und Prozessleittechnik erworben werden, sondern durch gezielte Gruppenarbeit auch soziale, kommunikative und gesellschaftsbezogene Fähigkeiten entwickelt werden. Ein wesentlicher Baustein hierfür ist das Gruppenarbeitsszenario.

So bearbeiten die Studierenden im Team komplexe Problemstellungen, was ihre Fähigkeit zur interdisziplinären Kooperation, zum Austausch unterschiedlicher Sichtweisen und zur gemeinsamen Problemlösung fördert. Dies simuliert reale Ingenieursprojekte, in denen Teamarbeit, Kommunikations- und Koordinationsfähigkeiten unverzichtbar sind. Darüber hinaus werden gesellschaftliche und ethische Fragestellungen reflektiert, um Ingenieur:innen dazu zu befähigen, Technik verantwortungsbewusst und mit Blick auf die gesellschaftlichen Auswirkungen zu entwickeln [14]. Insbesondere die Förderung solcher „Soft Skills“ ist angesichts der zunehmend interdisziplinären und teamorientierten Arbeitswelt in technischen Berufen unerlässlich. Das Konzept setzt hier an, indem es klassische technische Inhalte mit der Förderung von Teamfähigkeit, Kommunikation und kritischem Denken verbindet [14].

Um ein interdisziplinäres und systemisches Denken zu fördern, werden darüber hinaus Prinzipien und Inhalte anderer Disziplinen integriert. So werden beispielsweise Aspekte der Entwicklung benutzerfreundlicher, grafischer Benutzeroberflächen (HMI) behandelt. Diese berücksichtigen ergonomische Gestaltungskriterien sowie Inklusionsaspekte. Dadurch wird die Sensibilität für eine nutzerzentrierte Technikentwicklung geschult. Gleichzeitig fließen chemisch-prozesstechnische Grundlagen des Bierbrauens ein, welche den Studierenden ein tiefgehendes Prozessverständnis vermitteln. Sozialwissenschaftliche Reflexionen, in denen gesellschaftliche Implikationen technischer Entwicklungen kritisch beleuchtet werden, runden das Konzept ab. Diese integrative Herangehensweise schult die Fähigkeit, technische Fragestellungen im größeren Kontext gesellschaftlicher und ökologischer Verantwortung zu verorten und nachhaltige Lösungen zu entwickeln.

Die didaktische Innovation des Lehr-Lernkonzepts besteht in der vollständigen Automatisierung eines realen Prozesssystems: Im Gegensatz zu Simulationen oder Teilversuchen durchlaufen Studierende den gesamten Entwicklungszyklus von der Steuerungsprogrammierung bis zur messbaren Produktqualität. Diese ganzheitliche Systemsicht unterscheidet

den Ansatz von konventionellen Laborversuchen, welche meist auf den Nachweis der Funktion einzelner Komponenten begrenzt sind und größtenteils in der Hochschullehre zu finden ist. Die am optionalen Brautwettbewerb teilnehmenden Studierenden haben zudem die Möglichkeit, das Erlernte bzw. ggf. Selbstentwickelte abschließend nicht nur aus Entwickler-, sondern auch aus Anwendersicht zu erleben.

Zusammenfassend leistet das didaktische Konzept durch die Kombination aus projektbasiertem Lernen, realitätsnahen Anwendungsfällen und forschungsorientierter Lehre einen wichtigen Beitrag zur Kompetenzentwicklung in der ingenieurwissenschaftlichen Ausbildung. Es orientiert sich an den Anforderungen einer modernen Hochschullehre, die durch Digitalisierung, Nachhaltigkeit und Interdisziplinarität geprägt ist. Dies entspricht aktuellen bildungspolitischen Vorgaben und Empfehlungen, die eine praxisnahe, handlungsorientierte und reflektierte Ausbildung von Ingenieuren fordern, um sie bestmöglich für die Herausforderungen der Zukunft zu rüsten [14].

5. Bisherige Erfahrungen & Evaluation

Die Implementierung der Experimentier-Brauanlage als zentrales Element im Labor zur Vorlesung Automatisierungstechnik stellt ein innovatives Lehr- und Lernkonzept dar, welches bei Studierenden und Lehrenden auf breite Akzeptanz und großes Interesse stößt. Die Anlage ermöglicht eine praxisorientierte Vermittlung theoretischer Inhalte, indem diese in einen realitätsnahen technischen Kontext eingebettet werden. Dabei wird insbesondere die enge Verzahnung von Vorlesung und Labor als förderlich für das Verständnis komplexer Zusammenhänge in der Automatisierungstechnik wahrgenommen. Seit dem Sommersemester 2025 wird die BRAutomation mittels eines Online-Fragebogens evaluiert. Neben offenen Fragen zur Studiensituation der Studierenden umfasst der Fragebogen geschlossene Items auf einer vierstufigen Likert-Skala (ja, eher ja, eher nein, nein), wie:

1. Ich fühle mich sicher im Umgang mit Rohrleitungs- und Instrumentenfließschemata.

2. Ich kann eine industrielle Anlage selbstständig über ein HMI bedienen.
3. Ich kann Pumpkreisläufe anhand von Plänen korrekt interpretieren.
4. Der Wettbewerb hat mein Interesse an Automatisierungstechnik gesteigert.

Eine Teilnehmerin des Studiengangs Elektrotechnik unterstreicht den praktischen Mehrwert der Anlage:

„Die Brauanlage hat mir erstmals praktisch gezeigt, wie industrielle Anlagen strukturiert sind. Die praktische Erfahrung war dabei besonders wertvoll.“

Die Rückmeldungen aus den bisherigen Durchläufen des BRAUautomation-Wettbewerbs sind durchweg positiv. Im Sommersemester 2025 nahmen 26 der 35 Teilnehmenden an der erstmals durchgeführten begleitenden Umfrage teil. Etwa die Hälfte dieser Studierenden hatte bereits mehrmals an der Veranstaltung teilgenommen. Von den Befragten gaben 80 % an, dass die Teilnahme ihr Interesse an der Automatisierungstechnik deutlich gesteigert haben. Ein Student des Studiengangs Maschinenbau bringt diese Entwicklung treffend auf den Punkt:

„Durch die Arbeit an der Brauanlage im Rahmen der BRAUautomation habe ich gemerkt, wie spannend das Thema Automatisierungstechnik für mich ist.“

Neben dem gestiegenen Interesse konnte auch ein deutlicher Wissenserwerb festgestellt werden. So berichten 65 % der Studierenden, sich nach der Veranstaltung befähigt zu fühlen, industrielle Anlagen eigenständig über ein HMI zu bedienen. Darüber hinaus gaben 77 % an, Pumpkreisläufe anhand von Schaltplänen sicher interpretieren zu können, und 58 % fühlten sich sicher im Umgang mit Rohrleitungs- und Instrumentenfließschemata.

Die BRAUautomation richtet sich nicht ausschließlich an Studierende des Schwerpunkts Automatisierungstechnik, sondern findet auch bei Studierenden angrenzender Fächer wie (Medien-)Informatik sowie anderen ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen und Mitarbeitenden der Hochschule Karlsruhe (HKA) großen Anklang. Darüber hinaus wird das Konzept positiv von potenziellen Arbeitgebern, darun-

ter Siemens, wahrgenommen. Zahlreiche Bachelor- und Projektarbeiten greifen einzelne Aspekte der technischen Umsetzung sowie didaktische Innovationen, etwa den Einsatz von Augmented Reality, auf und vertiefen diese systematisch.

6. Zusammenfassung & Ausblick

Die Automatisierungstechnik spielt innerhalb der Fakultät für Elektro- und Informationstechnik eine herausragende Rolle: Mit einem durchschnittlichen Anteil von 35 % bis 50 % der Studierenden, bei insgesamt fünf angebotenen Vertiefungsrichtungen, stellt die Automatisierungstechnik regelmäßig die größte Studierendengruppe. Das neue Lehr-/Lernkonzept um die automatisierte Brauanlage leistet einen gezielten Beitrag zur qualitativen Weiterentwicklung dieses zentralen Studienbereichs an der HKA. Als innovatives und praxisnahes Best-Practice-Beispiel moderner Ingenieurausbildung zeigt die Brauanlage exemplarisch, wie technische Inhalte anschaulich und motivierend vermittelt werden können. Die Experimentierbrauanlage besitzt das Potenzial, die Attraktivität der Vertiefung Automatisierungstechnik nachhaltig zu steigern und als Modell für zukünftige Lehrformate zu dienen. Weitergehend ist geplant, auf Basis empirischer Forschung Fragestellungen zur Steigerung der Attraktivität der Automatisierungstechnik sowie zur Analyse von Lehr- und Lernprozessen zu untersuchen.

Danksagung

Diese Arbeit wurde im Rahmen des vom Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR) geförderten Projekts KIIWI (Referenznummer: 16DHBKI060) entwickelt. Ein besonderer Dank gilt den Sponsoren der Brauanlage Bürkert und Siemens AG.

Literatur

- [1] Bundesingenieurkammer e. V. (Hrsg.). Das Berufsbild des Ingenieurs – Gemeinsame Eckpunkte der Ingenieurkammern der Länder. 2014.
- [2] Institut der deutschen Wirtschaft Köln e. V. (Hrsg.). MINT-Herbstreport 2024. 2024.

- [3] Verband der Elektrotechnik Elektronik Informations-technik (VDE). Arbeitsmarkt 2022 – Elektroingenieurinnen und -ingenieure. 2022.
- [4] IHK-Fachkräftereport 2023: Deutsche Industrie- und Handelskammer (DIHK). DIHK Report Fachkräfte 2023/2024. 2023.
- [5] Statistisches Bundesamt (Destatis) (2024). Zahl der Hochschulabschlüsse 2023 um 0,7 % gesunken (Pressemitteilung Nr. 349 vom 16.09.2024). 2024.
- [6] M. Alarfaj, S.Raja Mohamed, Slim Chtourou, Hesham Enshasy, Aly Abounaga, and M. Hassan, "Experience of Project-Based Learning: Challenges, Assessment, and Analysis", *Int. J. Eng. Ped.*, vol. 14, no. 3, pp. pp. 123–139, Apr. 2024.
- [7] Pritschow, G. & Konvent für Technikwissenschaften der Union der Deutschen Akademien der Wissenschaften (Hrsg.). Projektarbeiten in der Ingenieurausbildung: Sammlung beispielgebender Projektarbeiten an technischen Universitäten in Deutschland. Fraunhofer-IRB-Verl. 2005.
- [8] Statistisches Bundesamt (Destatis). Studierende in Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Ingenieurwissenschaften 2023/2024. 2024.
- [9] Bindel T., Hofmann D. R&I-Fließschema: Übergang von DIN 19227 zu DIN EN 62424. Springer Vieweg Wiesbaden; 2016. ISBN 978-3-658-15559-9.
- [10] Palmer J. How To Brew: Everything You Need to Know to Brew Great Beer Every Time. Brewers Publications; 2017. ISBN 978-1938469350.
- [11] Narziß L., Back W., Gastl M., Zarnkow M. Abriss der Bierbrauerei. Wiley-VCH; 2017. ISBN 978-3-527-34036-1.
- [12] Brewers Association. Brewers Association 2025 Beer Style Guidelines. 2025. <https://www.brewersassociation.org/edu/brewers-association-beer-style-guidelines/>
- [13] Wildt J. Forschendes Lernen: Lernen im Prozess der Konstruktion von Wissen. In: Huber L, Hrsg. Forschendes Lernen im Studium. 2009.
- [14] Bundesingenieurkammer (BIngK). Ziele der Ingenieurausbildung und deren Einordnung innerhalb des Deutschen Qualifikationsrahmens für lebenslanges Lernen. 2015.
- [15] Deutscher Wissenschaftsrat. Empfehlungen für eine zukunftsfähige Ausgestaltung von Studium und Lehre. 2022.
- [16] Biggs J, Tang C. Teaching for Quality Learning at University. McGraw-Hill Education; 2011.