Hochschul Didaktik Zentrum Universitäten Baden-Württemberg

ulm university universität uulm

Kombination von Experiment und Simulation im Praktikum für Chemieingenieurwesen

[1]Dirk Ziegenbalg, [1]Christian Zambrzycki, [1]Robert Güttel & [2]Cornelia Estner

[1]Institut für Chemieingenieurwesen, Universität Ulm
[2]Hochschuldidaktikzentrum Baden-Württemberg, Universität Ulm
89081 Ulm, Germany
dirk.ziegenbalg@uni-ulm.de, robert.guettel@uni-ulm.de, christian.zambrzycki@uni-ulm.de, cornelia.estner@uni-ulm.de

Motivation und Ziele

Hintergrund

Übergeordnetes Ziel der Veranstaltung ist die Vertiefung der theoretischen Grundlagen anhand theoretischer und experimenteller Beispiele. Das übliche Konzept eines Praktikums mit ***Experimenten*** in Versuchsaufbauten liefert dabei einen konkreten Bezug zur Praxis. Allerdings ist die Anzahl der realisierbaren Experimente begrenzt und die theoretische Einbindung erfolgt eher auf einfachem Niveau. Mittels ***Simulationen*** können komplexe Prozesse auf theoretisch höherem Niveau und mit deutlich größerer Variationsbreite modelliert werden. Allerdings fehlt hierbei der direkte Bezug zu realen Prozessen.

Kombination von Experimenten und Simulation

Um die jeweiligen Nachteile von Simulation und Experimenten [1] zu kompensieren, wurde das Konzept der Praktikumsveranstaltung umstrukturiert, indem beide Konzepte in ein Praktikum kombiniert integriert wurden. Damit sollen Lern- und Erkenntnismöglichkeiten (z.B. Praktische Vertiefung theoretischen Fachwissens, Umgang mit dem Simulationsprogramm ASPEN, Vertiefung Entscheidungskompetenz, Problemlösestrategien) erweitert werden [2].

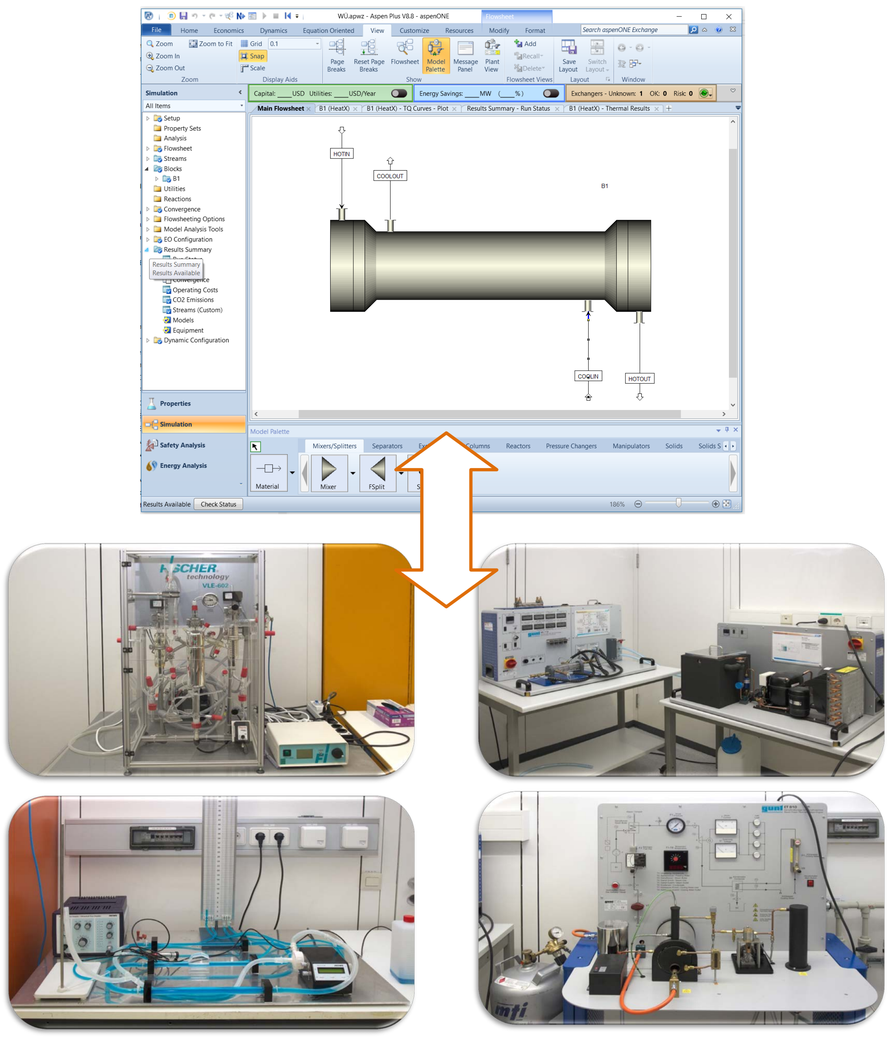


Abb. 1: Simulationsumgebung ASPEN Plus am Beispiel eines Wärmetauschers (oben) und experimentelle Aufbauten (unten).

Durchführung

Zielgruppe

N = 16 Studierende im BA-Studiengang Chemieingenieurwesen an der Universität Ulm

Didaktisches Konzept im WS 2016/17

Phase 1:
– Einführung in die Simulations-Software ASPEN Plus
– Durchführung von Simulationen
– schriftliche Diskussion der Ergebnisse vor dem theoretischen Hintergrund
– selbstständige Planung der konkreten experimentellen Versuche
Phase 2:
– Durchführung der geplanten Experimente und Auswertung der Ergebnisse
– kritischer Vergleich und Diskussion der Ergebnisse in schriftlichem Bericht

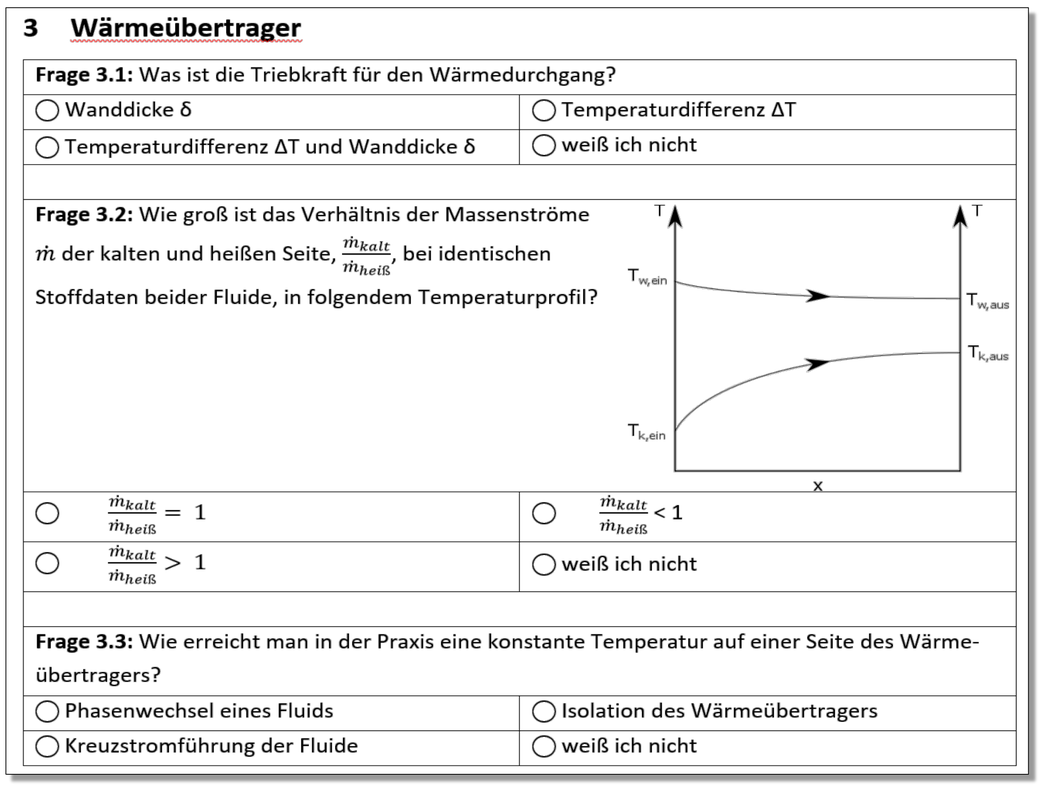
Wissenschaftliche Begleitung

Design

Im Rotationssystem wurde für alle 4 Themenbereiche eine Experimentalgruppe (EG: Simulation und Experiment) und eine Kontrollgruppe (KG: nur Experiment) gebildet.

Eingesetzte Instrumente

Vor und nach dem Praktikum wurde der theoretische Wissenszuwachs abgefragt (Fragen zu behandelten Themenbereichen auf Klausurniveau). Zusätzlich erfolgte am Ende des Praktikums eine Akzeptanzbefragung zur allgemeinen Zufriedenheit mit dem neuen Konzept.



3 Wärmeübertrager

Frage 3.1: Was ist die Triebkraft für den Wärmedurchgang?

◯ Wanddicke δ	◯ Temperaturdifferenz ΔT
◯ Temperaturdifferenz ΔT und Wanddicke δ	◯ weiß ich nicht

Frage 3.2: Wie groß ist das Verhältnis der Massenströme $\dot{m}$ der kalten und heißen Seite, $\frac{\dot{m}_{kalt}}{\dot{m}_{heiß}}$, bei identischen Stoffdaten beider Fluide, in folgendem Temperaturprofil?

◯ $\frac{\dot{m}_{kalt}}{\dot{m}_{heiß}} = 1$	◯ $\frac{\dot{m}_{kalt}}{\dot{m}_{heiß}} < 1$
◯ $\frac{\dot{m}_{kalt}}{\dot{m}_{heiß}} > 1$	◯ weiß ich nicht

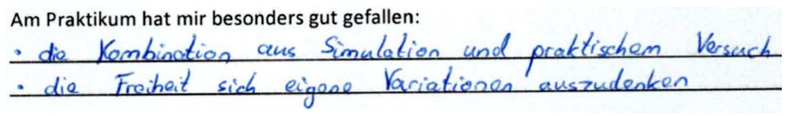
Frage 3.3: Wie erreicht man in der Praxis eine konstante Temperatur auf einer Seite des Wärmeübertragers?

◯ Phasenwechsel eines Fluids	◯ Isolation des Wärmeübertragers
◯ Kreuzstromführung der Fluide	◯ weiß ich nicht

Abb. 2: Fragebogen zum theoretischen Wissenszuwachs am Beispiel des Wärmetauschers (Unterscheidung zwischen „richtig“, „falsch“ und „weiß nicht“).

Ergebnisse

Hinsichtlich des ***fachspezifischen Wissens*** zeigte sich im Vergleich zum Vortest eine positive Tendenz bei den EG im Nachtest, die marginal signifikant ist (M_{diff} = .08, p_1 = .08). Innerhalb der ***Akzeptanzbefragung*** hoben die Studierenden die Kombination von Simulation und Experiment sehr positiv hervor und lobten dabei die Möglichkeit, Versuchspunkte vorab selbst bestimmen und variieren zu können. Die ***Erfahrungen*** über die Befragungen hinaus zeigten zudem qualitativ deutlich bessere Ergebnisberichte bei den EGen sowie mehr und tiefergehende Fragen als beim konventionellen Praktikumsformat.



Am Praktikum hat mir besonders gut gefallen:
• die Kombination aus Simulation und praktischem Versuch
• die Freiheit sich eigene Variationen auszudenken

Am Praktikum hat mir besonders gut gefallen:
Die Zusammenarbeit aus Simulation & Laborversuch hat sich effektiv ausgezahlt, da die Theorie in der Simulation sehr gut erkennbar war & Probleme in der Realität dann durch den Versuch ersichtlich wurden.

Diskussion und Ausblick

Vor dem Hintergrund der sehr kleinen Untersuchungsgruppe (*N* = 16) sind die Ergebnisse vorsichtig zu interpretieren. Weiterhin war es aus ethischen Gründen nicht möglich, eine reine EG und eine reine KG zu bilden. Daher kann nicht ausgeschlossen werden, dass Studierende aufgrund der Erfahrungen bei der Bearbeitung eines vorherigen Themas in der EG (also mit Simulation und Experiment) nicht auch Gedankenprozesse auf ein Thema transferierte, bei dem er/sie sich in der KG-Situation befunden hat.

Dennoch ermutigen die positiven Ergebnisse dazu, das Praktikumskonzept im Wintersemester 2017/18 weiterzuführen und sogar auf den Masterstudiengang „Chemical Engineering“ auszudehnen.

Literatur:

[1] Hucke, L. (2000). Handlungsregulation und Wissenserwerb in traditionellen und computergestützten Experimenten des physikalischen Praktikums. Dissertation. Berlin: Logos-Verlag.
[2] Sacher, W. (1998). Multimedia und Computersimulation im Unterricht. In: MNU, 51. Jg., H. 8, S. 452-458.