

Erfassung von Messunsicherheiten anhand des Versuchs TP02

1 Antragsteller

Lehrstuhl Fluidverfahrenstechnik
PD Dr. Christoph Held, M.Sc. Stefan Schlüter

2 Kurzbeschreibung des Projektes

Die QVM-Mittel sollen genutzt werden, um das Thema „Messunsicherheit durch vereinfachende Annahmen und vereinfachte Auswertung“ anhand des Versuchs „TP02 Airlift-Schlaufenreaktor“ zu lehren. Die Studierenden werden damit schon früh im Studium (4. Semester) speziell auf das Thema aufmerksam und bekommen eine Art Leitfaden an die Hand gegeben, wie groß Unsicherheiten durch vereinfachte Annahmen und Auswertung sein können und wie sich diese auf final abgegebene Messdaten (hier: $k_L a$ -Werte) auswirken. Die dazu nötigen, hier beantragten QVM-Mittel beinhalten eine Teildigitalisierung des Versuchs durch Verknüpfung mit dazu zu entwickelndem Matlab-Code, sowie dessen Implementierung, als auch einer Teilmodernisierung der Versuchsanlage. Ziel ist die Fertigstellung zum nächsten Block-Praktikumstermin Ende SoSe 2022.

3 Details zum Projekt

3.1 Istzustand vor Beantragung

Der Versuch „TP02 Airlift-Schlaufenreaktor“ ist ein Versuch im BIW Labor 1 Teil 2 und CIW Labor 1 Teil 2 im 4. Semester der Bachelorstudiengänge BIW und CIW. Die Studierenden untersuchen die Hydrodynamik und den Stofftransport im genannten Schlaufenreaktor, wie beispielsweise den integralen Gasgehalt (Messung der Füllhöhenzunahme bei Begasung), die Flüssigkeitsleerrohrgeschwindigkeit (Leitfähigkeitsmessung im Downcomer) und die Mischzeit (Entfärbungsmethode). Es wird außerdem der volumetrische Stoffübergangskoeffizient $k_L a$ als wichtige Kenngrößen für den Stofftransport bestimmt. Dieser wird über die zeitliche Messung der Sauerstoffkonzentration bei Begasung des Reaktors ermittelt. Hierzu wird eine Sauerstoffelektrode genutzt, die die Daten digital erfasst. Die Auswertung der Messungen erfolgt aktuell manuell, allgemein über selbstgeschriebene Excel-Files der Studierenden. Der $k_L a$ -Wert wird basierend auf einer stark vereinfachten zeitlichen Differentialgleichung dann im Anschluss grafisch ermittelt. Die so ausgewerteten Messwerte geben nur einen groben Richtwert zu den $k_L a$ -Werten, doch weder die Gültigkeit der vereinfachten DGL noch die daraus resultierenden Ungenauigkeiten als auch die Ungenauigkeiten resultierend aus der grafischen Methode können von den Studierenden diskutiert werden. Gerade diese Fähigkeit sollten unsere Studierenden unbedingt besitzen, da Diskussionen zu Genauigkeit ein hochaktuelles Thema in der Wissenschaft sind.

3.2 Projektziel/Projektbeschreibung

Ziel des QVM-unterstützten Projektes ist es, dass Studierende Messungenauigkeiten resultierend aus grafischen Auswertemethoden sowie aus Anwendung stark vereinfachter DGLs erfassen und interpretieren können. Zudem wird das Wissen zur Modellierung von Stofftransportprozessen anhand eines realen Beispiels mit online Daten vertieft. Dazu werden Modellierungskennnisse aus vorherigen Veranstaltungen (speziell EIP, TP) genutzt, um die Bestimmung von $k_L a$ -Werten mit der komplexeren (partiellen) Differentialgleichung durchzuführen und diese mit der bislang genutzten Methode zu vergleichen (stark vereinfachte DGL und grafische Auswertung).

Dazu muss vorab ein Matlab-Code erstellt werden, der den Praktikumsteilnehmenden zur Verfügung gestellt wird. Die Studierenden müssen dann Teile ergänzen, um die Berechnung abzuschließen. Die Studierenden lernen so die modellgestützte Auswertung von (online) Daten mithilfe von Matlab.

Außerdem werden Kenntnisse zur Lösung von (partiellen) Differentialgleichungen und zur Parameterregression vertieft. Zudem erhalten die Studierenden vertiefende Kenntnisse zur Bewertung von getroffenen Annahmen und deren Auswirkung auf auszuwertende Messdaten, hier am Beispiel von k_{La} -Werten. Weiterhin erlaubt es die Umstellung der Versuchsauswertung, dass Studierende bereits während des Versuchs die Auswertung in Matlab durchführen können; dies führt neben der Verringerung des Zeitaufwands bei der späteren Berichterstellung speziell auch zu einer direkten Versuchsbewertung während des Versuchs, und nicht erst (Tage) danach.

Die Maßnahmen binden sich in das generelle Konzept der BCI ein, Programmierkenntnisse aus EIP auch in anderen Bereichen des Studiums anzuwenden. Vor allem die Nutzung selbst vermessener Daten trägt hier dazu bei, den Zusammenhang zwischen realen Messungen und Simulation/Modellierung besser zu verstehen. Vor allem in Hinblick auf „Industrie 4.0“ und die Nutzung der erheblichen Datenmengen, die in Prozessen anfallen, liefert dieser Versuch einen einfachen Einstieg, um Messdaten sinnvoll für anschließende Simulation/Optimierung zu nutzen.

3.3 Einzelmaßnahmen, Schritte etc.

1. Erstellung und Implementierung des Matlab Codes zur Datenerfassung sowie zur Auswertung des Versuchs mit der grafischen Methode und mit Hilfe der numerischen Lösung der Differentialgleichungen
2. Testen der Messwertaufzeichnung und des Abrufs in Matlab sowie Erstellen von Datensets als Erfahrungswerte, bevor die Versuche im SoSe 2022 starten werden
3. Anpassung des Praktikumsskripts und der Vorgaben zur Durchführung/Auswertung
4. Modernisierung der Anlage durch neue Verrohrung und Sensoren, um valide Daten zu generieren sowie zur Verbesserung der Bedienbarkeit.

3.4 Geplante Laufzeit

Die Maßnahmen 1 - 4 werden bis Juli 2022 fertiggestellt, um das Anwenden vor Beginn des Blockpraktikums Mitte Juli zu gewährleisten.

3.5 Indikatoren zur Evaluation des Projektes

- Evaluationsergebnisse
- Erweitertes Wissen zum Thema Messunsicherheit und deren Ursprünge; messbar durch Anwendung / Nutzen dieses Wissens in anschließenden Praktika und wissenschaftlichen Abschlussarbeiten (BA/MA).

3.6 Nachhaltigkeit/Verstetigung

Nach Projektabschluss steht die Änderung dieses Praktikumsversuchs auch weiteren Semestern zur Verfügung. Die Nutzung aller Materialien soll in den folgenden Semestern weitergeführt werden, um die Zusammenhänge zwischen eigenen Veranstaltungen, z.B. Ursprung und Auswirkung von Messunsicherheiten und Auswirkungen auf Anlagendimensionierung in der Verfahrenstechnik, aber auch zwischen anderen Veranstaltungen (z.B. EIP → Nutzung der Programmierung im Praktikum) sowie der praktischen Anwendung bei Stofftransportmodellierung zu verdeutlichen. Dieses Projekt soll speziell auch als Grundlage dienen, um Erfahrungen zu sammeln, wo die Digitalisierung zum Verständnis und Verbesserung von Messunsicherheiten allgemein bei Praktika sinnvoll ist und wo diese Verzahnung zwischen theoretischen Lehrveranstaltungen und Praktika weiter umgesetzt werden sollte. Im späteren Berufsleben wird dieses dann einen einfachen Einstieg bieten, um Messdaten sinnvoll für anschließende Simulation/Optimierung zu nutzen (big data, Industrie 4.0).