

Das Projekt Shanvi- Entdeckendes Lernen in der Strömungsmechanik

L. C. Haenel, F. Rüdiger, J. Fröhlich*

Professur für Strömungsmechanik, Institut für Strömungsmechanik, Fakultät Maschinenwesen, TU Dresden

Abstract:

Der Beitrag zieht eine erste Bilanz des Lernprojekts Shanvi (Strömungen hautnah, nicht virtuell). Es wurde konzipiert, um Studierenden eigenständige Erfahrungsmöglichkeiten in der Strömungsmechanik zu bieten, die über den normalen Universitätsbetrieb hinausgehen. Beispiele sind ein studentisches Projekt in einem Unternehmen, Demonstrationsversuche bei Veranstaltungen für das breite Publikum, sowie kleine, selbständige Versuche in Vorlesungen und Übungen und bei Exkursionen. Neben der direkten Erfahrung zu physikalischen Phänomenen und der eigenverantwortlichen Strukturierung von Versuchen ist ein weiterer Aspekt des Projektes die Förderung der Teamfähigkeit, die im Universitätsalltag oft zu kurz kommt. Nach einem Jahr zeigen sich sehr positive Resultate, doch erfordern diese auch entsprechenden Einsatz des Lehrstuhlpersonals.

The article provides an initial assessment of the Shanvi learning project (german for Strömungen hautnah, nicht virtuel) It was designed to offer students independent experiential opportunities in fluid mechanics that go beyond regular university operations. Examples are a student project in a company, demonstrations for the general public, small self-steered experiments during lectures and exercises as well as during excursions. In addition to direct exposure to physical phenomena and the autonomous structuring of experiments, another aspect of the project is the promotion of teamwork, which is often lacking in university life. After one year, very positive results are evident, but they also require a corresponding commitment from the faculty.

* corresponding author jochen.froehlich@tu-dresden.de

1. Motivation

Die Idee für das Projekt entstand im Jahr 2022 aus den Erfahrungen der Corona-Pandemie und zielt darauf ab, Studierende durch den direkten Kontakt mit Strömungsphänomenen aus der virtuellen Welt zurück in die reale Welt zu holen. Der Ansatz dafür ist, Studierende durch die Bereitstellung mobiler Messtechnik und fachkundige Unterstützung zu eigenem, kreativem Handeln zu führen. Das Interesse an selbstgesteuerter Gestaltung von Lerninhalten und Lernmethoden durch die Studierenden soll im Sinne des entdeckenden Lernens [1] gefördert werden. Dabei werden Fachkenntnisse praktisch angewendet, gefestigt und erweitert. Außerdem werden allgemeine ingenieurstechnische Fertigkeiten (bspw. zur Versuchsplanung, Messelektronik und Wissenschaftskommunikation) gefördert.

Auch schon vor der Pandemiesituation war die Tendenz zu verzeichnen, dass praktische Aspekte in der Ausbildung, insbesondere aber das eigenständige Lernen der Studierenden im Lernprozess einen immer geringeren Anteil einnahm - trotz des Wissens um dessen Bedeutung. „Eigenständig“ meint dabei: in Gang gesetzt durch eigene Motivation, weiter getrieben durch den inneren Antrieb der Entdeckerfreude und ggf. des Austauschs mit Peers, sowie die selbständige Formulierung einer Erkenntnis. Die Pandemiesituation hat die Notwendigkeit solcher Lehrformen nochmals massiv verdeutlicht.

Eigenständiges Lernen bedarf, auch wenn es vorwiegend selbstgesteuert stattfindet, einer fachkundigen Anleitung und Betreuung, die in unserem Fall in den Laboren des Lehrstuhls geschehen soll. Darüber hinaus wird durch das Projekt die Möglichkeit zur Interaktion mit anderen Einrichtungen geschaffen, z.B. mit Firmen und Schulen aus der Region, was den Horizont der Studierenden in der realen Welt erweitert.

Aus den genannten Aspekten resultierten nach Diskussion unter den Autoren die in Abb. 1 formulierten Projektziele.



Abb. 1: Ziele des Projektes

2. Stand der Umsetzung

Fundament des Lernprojekts sind zielorientiert konfigurierte mobile Messtechnik-Sets, die durch zeitmittelnde Verfahren und Visualisierung der instantanen Strömung Strömungsphänomene direkt erlebbar machen. Dafür wurden zwei Koffer mit Messtechnik beschafft, einer für Messungen in Wasser und einer für Messungen in Luft. Hinzu kam eine mobil einsetzbare Hochgeschwindigkeitskamera zur Beobachtung, der oft für das menschliche Auge zu schnell ablaufenden Vorgängen (Abb. 2).



Abb. 2: Im Rahmen des Projekts Shanvi beschaffte Messtechnik. Oben: AHLBORN-Messgeräte-Koffer [2] für die Vermessung der mittleren Strömung in Luft, unten: CHRONOS 1.4 Hochgeschwindigkeits-Kamera [3]

Die in den Messtechnik-Sets enthaltenen Datenlogger ermöglichen den Anschluss weiterer Sensoren mit Spannungsausgang und erlauben es damit den Studierenden, für ihren speziellen Anwendungsfall auch eigene Messinstrumente und Sonden herzustellen und einzusetzen.

Im Rahmen des Projekts geplante Aktivitäten sind unter anderem:

- Unterstützung studentischer Eigenprojekte,
- Studentische Projekte in Kooperation mit Firmen in der Region,
- thematische Exkursionen,
- studentische Beiträge zu Praktika,
- Vorlesungsexperimente sowie Demonstrationsersuche und
- Schülerpraktika.

Im ersten Jahr seit Projektstart wurden folgende Aktivitäten durch das Projekt unterstützt:

- Schülerexkursion einer 11. Klasse aus Schwerin nach Dresden mit Besuch an der Professur für Strömungsmechanik im Juni 2022
- Schülerpraktika im Frühjahr 2022 (10 Teilnehmerinnen und Teilnehmer und im Frühjahr 2023 (6 TN), s. Abb. 4
- Praktikum zur LV Experimentelle Strömungsmechanik im SoSe 2022 und SoSe 2023
- Demonstrationsversuche zu den LV „Technische Strömungslehre“ und „Gasdynamik“
- Lange Nacht der Wissenschaften (LNdW) 2022 und 2023, s. Abb. 3
- Exkursionen mit Mitarbeitern und Studierenden der Professur in den Rabenauer Grund (Juli 2022) und in die Dresdner Heide (Juli 2023)
- Messungen in einem Versuchsaufbau zur Herstellung von Papiervlies in der Papierfabrik Bärenstein (Abb. 5)
- Einsatz der Hochgeschwindigkeitskamera zur Demonstration von Alltagseffekten wie der Koaleszenz von Seifenblasen (Abb. 7)

3. Erfahrungen in den Einzelprojekten

Demonstrationen LNdW

Während der Langen Nacht der Wissenschaften wurde mithilfe der Hochgeschwindigkeitskamera der Aufstieg von Blasen in einer Wassersäule beobachtet (Abb. 3).

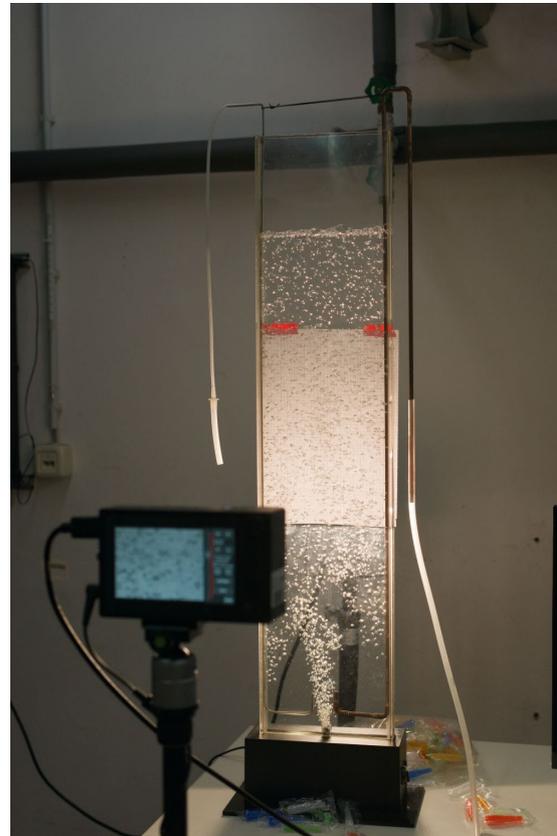


Abb. 3: Einsatz der Hochgeschwindigkeitskamera an der Blasensäule zur Langen Nacht der Wissenschaften 2022

Die Kamera wurde dabei so eingerichtet, dass die Aufnahmen direkt von der Kamera und ohne Computer durchgeführt, gespeichert und abgespielt werden können. Den Besucherinnen und Besuchern konnte so ein lebendiges Bild des Aufstieges von Blasen unterschiedlicher Größen und damit Formstabilitäten vermittelt werden, die in den aktuellen Forschungsarbeiten der Professur thematisiert werden. Durch die Verfügbarkeit der Messtechnik bestand die Möglichkeit, durch Ablesen von Zeit und Position aus dem Kamerabild selbstständig Aufstiegsgeschwindigkeiten und Blasengrößen zu ermitteln und damit Betrachtungen anhand des bereitgestellten

Diagrammes durchzuführen. Die anschauliche Darstellung bot viele Möglichkeiten, an die unterschiedlichen Vorkenntnisse anzuknüpfen und im Dialog Wissen und Methoden zu vermitteln. Die neue Messtechnik eröffnete hier also neue Möglichkeiten der Kommunikation, sowohl mit der breiten Öffentlichkeit als auch mit den während der LNdW anwesenden Studierenden.

Schülerpraktika:

Im Rahmen des Projekts wurden diverse bereits vorher initiierte Schülerpraktika durchgeführt. Der Hauptfokus lag dabei darauf, das Interesse an der Wissenschaft, insbesondere an der Strömungsmechanik, zu wecken. Anstelle von bloßem Frontalunterricht wurden die Schülerinnen und Schüler ermutigt, sich eigenständig mit der Materie auseinanderzusetzen, indem sie Experimente durchführten, wobei Aufbau, Durchführung und Auswertung mit Unterstützung eines Betreuers untereinander diskutiert wurden. Dies ermöglichte es den Schülerinnen und Schülern, Wissenschaft aktiv zu erleben und somit erste kindgerechte Einblicke in die Forschung zu erlangen.

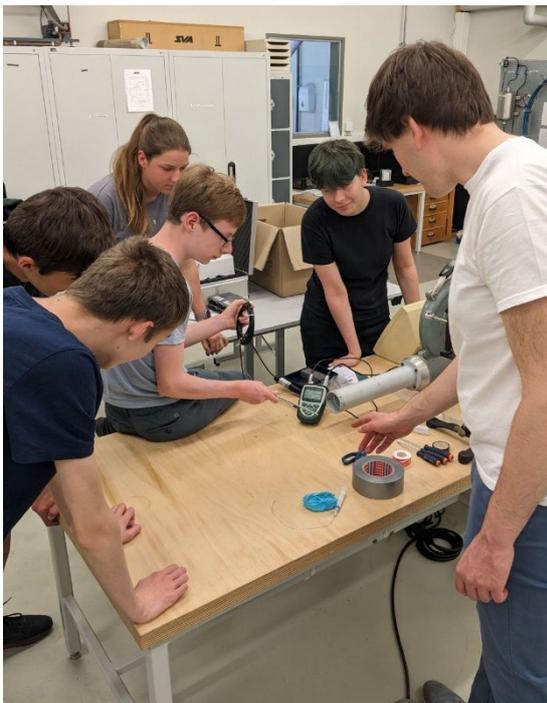


Abb. 4: Vermessen eines Freistrahls beim Schülerpraktikum 2023

Projekt: Strömungsbedingte Inhomogenitäten in der Vliesabscheidung

Im Rahmen einer Untersuchung zur Verbesserung eines Versuchstandes zur trockenen Vliesabscheidung (Abb. 5 und 6) konnten mithilfe der mobilen Messtechnik unterschiedliche Strömungsgeschwindigkeiten an verschiedenen Punkten vor dem Sieb zum Auffangen der Fasern gemessen werden. Die unterschiedlichen Geschwindigkeiten weisen auf eine inhomogene Strömung hin, mit der man die in Abb. 6 erkennbare unregelmäßige Oberfläche des Vlieses erklären kann. Anhand der Messwerte konnte eine Simulation zur Verbesserung der Strömungszustände verifiziert werden, um später Maßnahmen zur Verbesserung des Versuchstandes vornehmen zu können.



Abb. 5: Versuchsaufbau zur Herstellung von Papiervlies



Abb. 6: Vliesschicht nach Beenden des Abscheideprozesses

Mit diesen Untersuchungen wurden Kontakte zu zwei sächsischen Unternehmen aufgebaut. Auch erhielt der mit der Versuchsdurchführung befasste Student durch seine Messkampagne vor Ort einen Einblick in die Papierherstellung und die ingenieurmäßige Arbeit in einer Papierfabrik, also den Arbeitsalltag als berufstätiger Ingenieur in der Industrie. Für die Professur eröffnen diese Untersuchungen Möglichkeiten zur Ausgestaltung weiterer Forschungsaktivitäten und Kooperation.

Koaleszenz von Seifenblasen

Die Hochgeschwindigkeitskamera bietet die Möglichkeit, spannende Alltagseffekte wie die Koaleszenz von Seifenblasen bildtechnisch darzustellen. Innerhalb einer Forschungsarbeit am Institut für Strömungsmechanik konnte gezeigt werden, wie die Seifenblasen miteinander verschmelzen und sich zu einer einzelnen Blase ausbilden. Durch die hohe Anzahl an aufnehmbaren Bildern pro Sekunde ist es möglich, die einzelnen Phasen dieses Effektes Schritt für Schritt abzubilden und damit sichtbar zu machen, was dem menschlichen Auge sonst verborgen bleibt.



Abb. 7: Vorstellung von Alltagseffekten, wie das Verschmelzen von Seifenblasen und die damit einhergehende Form- und Größenänderung, im Rahmen einer Diplomverteidigung 2023. Aufgenommen mit der Hochgeschwindigkeitskamera.

Eigenforschungsprojekte

In den Vorlesungen der Professur wurde dafür geworben, dass sich Studierende mit eigenen Forschungsfragen melden, die sie gern unter Anleitung mit der beschafften Mestechnik untersuchen möchten. Trotz mehrfacher

Aufrufe gab es leider keine Meldung dieser Art. Die Autoren führen dies darauf zurück, dass mit einem solchen Eigenprojekt keine Leistungspunkte erworben werden können, sondern „nur“ Wissen und Freude an der Umsetzung eigener Ideen. In der aktuellen Studiensituation mit Notendruck und wenig Zeit konnte dieser Ansatz bisher leider nicht verwirklicht werden. Die Möglichkeit zur Durchführung von Eigenprojekten wird dennoch weiter angeboten und beworben. Dies schließt ein, dass Studierende Belege zu eigenen Themen erstellen und als Studienleistung anerkannt bekommen. Besonders für Studierende im Fernstudium ergeben sich so Möglichkeiten, nicht nur theoretisch oder numerisch sondern auch experimentell zu arbeiten.

Erweiterungsmöglichkeiten

Es wurde festgestellt, dass sich das Spektrum der Untersuchungsmöglichkeiten zum Beispiel durch den Einsatz von Anwendungen für Mobiltelefone noch einmal deutlich erweitern lässt. Hier wurde beispielsweise phyphox zur Messung diverser physikalischer Größen (RWTH Aachen) verwendet, sowie SmartPIV, eine Anwendung zur Geschwindigkeitsfeldmessung (TU Ilmenau).

Dieses Potential soll in der Zukunft weiter erkundet und zur Erhöhung der Attraktivität der Beschäftigung mit strömungsmechanischen Phänomenen genutzt werden.

4. Zusammenfassung und Ausblick

Bei allen bisherigen Aktivitäten im Rahmen des Projekts konnte bei den Beteiligten ein besseres Verständnis für die selbst untersuchten oder in Demonstrationsversuchen vorgeführten Strömungsphänomene erreicht werden. Das persönliche Erlebnis der Strömungssituation sowie die Erfahrung bei der selbständigen Durchführung von Messungen – insbesondere auch das Lernen aus den dabei gemachten Fehlern – haben zur Begeisterung für das Fachgebiet beigetragen. Die im ersten Jahr konzipierten Einsätze sollen in Zukunft ausgebaut werden. Insbesondere die Schülerpraktika können das Interesse an MINT-Fächern fördern und so den Rückgang der Studierendenzahlen entgegenwirken.

5. Danksagungen

Die Autoren bedanken sich bei der Fakultät Maschinenwesen für die Förderung der zur Umsetzung des Lernprojekts benötigten Messtechnik.

Literatur

[1] Beim Entdeckenden Lernen stehen Lernanregungen oder Lernarrangements im Zentrum, die eigenaktives Lernen motivieren sollen [Wikipedia]

[2] https://www.ahlborn.com/de_DE/produkte/messgeraetekooffer (19.06.2022)

[3] <https://www.krontech.ca/product/chronos-1-4-high-speed-camera> (19.06.2022)