

# Wasser-Lehrlabor im Koffer

Das „Lab in a Bag“ oder das Wasser-Lehrlabor im Koffer ist ein komplementäres didaktisches Konzept für die erfahrungsbasierte Lehre im Wasserbau, der Hydraulik und der Siedlungswasserwirtschaft an Hochschulen - nicht nur in Entwicklungsländern. Mit einfachen, kostengünstigen und vor allem anschaulichen Experimenten, die die komplexe Welt des Wassers verständlich machen, Open Source Codes und begleitender Literatur umspannt dieser Ansatz die Wasser-Lehre ganzheitlich. Seit Frühjahr 2021 unterstützt der Deutsche Akademische Austauschdienst (DAAD) das Projekt des Vereins zur Förderung des internationalen Wissensaustauschs e. V., der FH Erfurt und dem Arusha Technical College (ATC), Tansania.

Christoph Rapp, Edwin Sithole Mwakatage, André Wetterauer, Christian Springer und Kefa Gideon

## 1 Initiative für das Vorhaben

Nachdem 2016 eine entsprechende Absichtserklärung zwischen dem Arusha Technical College und dem Verein zur Förderung des internationalen Wissensaustauschs e. V. geschlossen wurde, konnte mit der FH Erfurt der Projektantrag „Lab in a Bag“ im Programm „Fachbezogene Partnerschaften mit Hochschulen in Entwicklungsländern“ des DAAD 2021 erfolgreich gestellt werden. Ziel des Projekts ist der Aufbau eines kostengünstigen und transportablen Wasser-Lehrlabors mit einfachen Experimenten zur Veranschaulichung komplexer Zusammenhänge in Bezug auf Hydraulik, Wasserbau und Siedlungswasserwirtschaft. Das Projekt wird von Markus Heinsdorff begleitet, der im Rahmen eines Workshops mit Studierenden des ATC einen Raum aus Plastikmüll errichtet hat, um das Labor im Koffer zu beherbergen.

## 2 Lehrkonzept

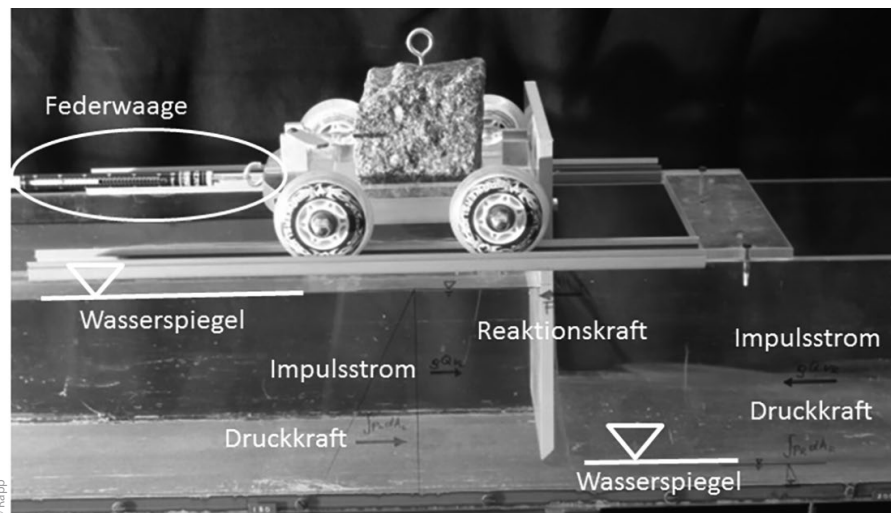
Das Lehrkonzept wurde an der Technischen Universität München initiiert [1], im Laufe der Jahre weiterentwickelt und an verschiedenen Hochschulen in Asien, Lateinamerika und

Afrika implementiert [2], [3]. Als Begleitliteratur wurde 2017 das Buch „Hydraulik für Ingenieure und Naturwissenschaftler - Ein Kurs mit anschaulichen Experimenten und Open Source Codes zunächst auf Deutsch veröffentlicht [4]; 2021 folgte die zweite Auflage [5]. Das Buch wurde mittlerweile auf Englisch übersetzt und soll zeitnah **open access** über den Springer-Verlag weltweit kostenlos zum Download zur Verfügung gestellt werden.

Das Lehrkonzept beruht auf der Idee, dass eine Entdeckung immer mit einer Beobachtung beginnt. Das beste Beispiel für diese These ist die gerne zitierte Geschichte vom Apfel, der Isaac Newton auf den Kopf fiel. Newton, so heißt es, begann über die Gravitation nachzudenken und leitete schließlich die grundlegenden Gesetze der Mechanik ab.

Verfolgt man den Gedankengang noch weiter zurück, so war es Platon, der die Anamnese herleitete. Er erklärte, dass die unsterbliche Seele bereits alles weiß, bei ihrer Geburt aber wieder alles vergisst. Der Mensch muss sich durch äußere Auslöser erinnern. Es liegt auf der Hand, dass die Menschheit niemals das heliozentrische Weltbild entwickelt hätte, ohne die Sterne wahrzunehmen.

Daher sollte die naturwissenschaftliche Bildung immer mit der Beobachtung bzw. dem Erfassen des Phänomens beginnen, was gemeinhin unter dem Begriff „erfahrungsbasierte Lehre“ beschrieben wird. Durch die Vorstellung davon, was passiert, begreift man und leitet daraus eine zusammenhängende Theorie ab. Die Erkenntnisse müssen gründlich hinterfragt werden; dies geht einher mit einem permanenten Abgleich von Theorie und Experiment. Schließlich muss das Wissen auf unterschiedliche Probleme angewendet werden, um es so zu verinnerlichen. Der Ansatz wurde in der Hydraulik-Lehre an der TUM umgesetzt. Das Beispiel der unterströmten Schütze, die durch eine Federwaage gehalten wird, steht für mehr als fünfzig einfache Experimente, die für diesen Lehrzweck entwickelt wurden (**Bild 1**).



**Bild 1:** Kraft auf eine unterströmte Schütze



**Bild 2:** Veranschaulichung der Bernoulli-Gleichung in einer Rohrströmung, Karume Institute of Science and Technology, Sansibar

Wenn der Kanal in Betrieb genommen wird, bewegt sich der Wagen nach Unterstrom, bis die Stützkräfte ober- und unterstrom zusammen mit der Federkraft im Gleichgewicht sind. Die Studierenden können den Impulsstrom im Strömen und Schießen spüren und die verschiedenen Wechselwirkungen der Kräfte nachvollziehen. Die Herleitungen der den physikalischen Phänomenen zugrundeliegenden Gleichungen werden im Buch Schritt für Schritt vollzogen und mit **Open-source-Codes**, die auf github zum Download zur Verfügung gestellt werden, begleitet.



**Bild 3:** Delegation des ATC mit dem Präsidenten der FH Erfurt, Prof. Frank Setzer

Dieses und weitere Experimente wurden an Hochschulen in Entwicklungsländern in Lehlaboren aufgebaut und unterstützen seither die erfahrungsbasierte Lehre (**Bild 2**).

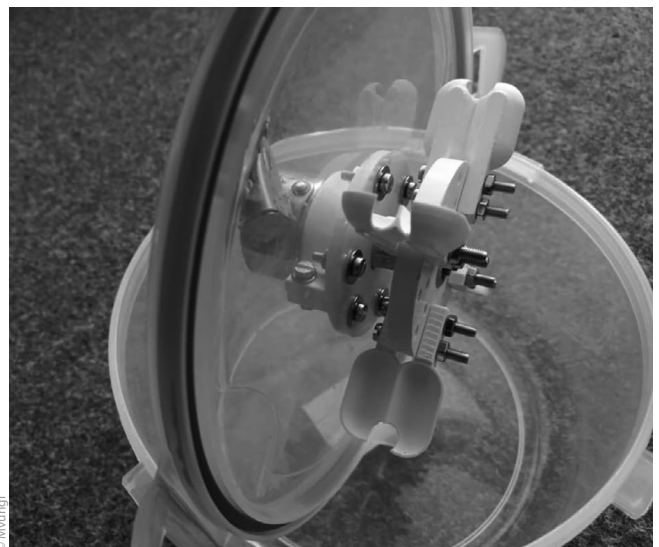
### 3 Akademischer Austausch

Der akademische Austausch im Projekt hat selbstverständlich auch unter der Corona-Pandemie gelitten. Nach Wochen der Vorbereitung mussten ein Workshop in Arusha Anfang 2022 aufgrund der Omikron-Variante des Corona-Virus (deren Ursprung wurde im südlichen Afrika verortet) ebenso abgesagt werden wie der Austausch von drei deutschen Studierenden, die in dem Zeitraum ihre Abschlussarbeiten zum Labor im Koffer verfassten. Die Reisen der Afrikaner nach Deutschland wurden durch die ständig geänderten Einreise-**Test-** und **Impfbestimmungen** erschwert bzw. bis zum September 2022 hinausgezögert.

Der erste Besuch eines wissenschaftlichen Mitarbeiters der FH Erfurt und eines Masteranden der Bauhaus-Universität Weimar fand im August 2022 in Arusha statt. Im Gepäck hatten sie einen 3-D-Drucker, mit dem maßgeschneiderte Teile der Low-cost-Experimente in Arusha gefertigt werden können. Der Drucker wurde in einem Workshop mit Dozenten und Studierenden des ATC aufgebaut und in Betrieb genommen.

Im Anschluss daran wurde eine erste Delegation tansanischer Dozenten für gut eine Woche in Erfurt und München empfangen. Im Fokus des Treffens stand die strategischen Planung, insbesondere auch die Ausdehnung des didaktischen Ansatzes auf andere Fakultäten des Arusha Technical College sowie des assoziierten Kikuletwa Renewable Energies Research and Training Center, das ca. 50 km östlich von Arusha gelegen ist. Darüber hinaus wurden die Intensivierung der Hochschulkooperationen und die Initiierung eines gemeinsamen Master-Studiengangs besprochen (**Bild 3**).

Der zweimonatige Gastaufenthalt zweier tansanischer Studierender in Erfurt und die Fortsetzung des 3-D-Druck-Workshops



**Bild 4:** Pelton-Turbine mit Fahrrad-Dynamo in der Tupper-Box





**Bild 5:** Eröffnung des Laborraums mit Humuri Haymale (Hydraulik ATC), Christine Amira (Wilo Kenya), Markus Heinsdorff, Bright Mvungi (Student ATC), Dr. Musa Chacha (Rektor ATC), Edwin Mwakatage (Rektor Kikuletwa Renewable Energies Research and Training Center), Dr. Kefa Gideon (Dekan Elektrotechnik ATC)

in Arusha rundeten den akademischen Austausch 2022 ab. Die Studierenden entwickelten als Experiment unter Zuhilfenahme des 3-D-Druckers eine Pelton-Turbine, die mit Hilfe eines Fahrrad-Dynamos den Impulsatz und die Stromerzeugung mittels Wasserkraft im Lab in a Bag veranschaulicht (**Bild 4**).

#### 4 Raum für das Labor im Koffer

Der Raum für das Labor im Koffer wurde von Markus Heinsdorff in Zusammenarbeit mit Benedikt Hartl auf dem Campus des ATC im Rahmen eines Workshops mit Studierenden errichtet; beide erhielten hierfür ein Stipendium der Akademie der Künste, Berlin. Markus Heinsdorff hat als Mitglied des Vereins zur Förderung des internationalen Wissensaustauschs e. V. bereits mehrere Kooperationsprojekte in Afrika und Südamerika realisiert. Der u. a. mit dem Bundesverdienstkreuz am Bande ausgezeichnete Künstler bearbeitet seit vielen Jahren Nachhaltigkeitsthemen und hat u. a. das deutsch-chinesische Haus auf der Expo in Shanghai aus Bambus gebaut [6]. Für den Laborraum am ATC, der mit freundlicher Unterstützung der Wilo-Foundation errichtet wurde, entschied er sich für einen Low-Cost-Bau aus vor Ort erworbenen Materialien und Kunststoffabfall (**Bild 5**).

#### 5 Ausblick

In den kommenden zwei Jahren liegt der Fokus auf der Finalisierung der Hydraulik- und Wasserbau-Experimente. Außerdem soll bald der Startschuss für die erfahrungsbasierte Lehre im Bereich der Siedlungswasserwirtschaft fallen. Die einzelnen Workshops wurden bereits terminiert. Der Verein zur Förderung des internationalen Wissensaustauschs hat bereits die

Hälfte der **Open-access**-Gebühren für das Lehrbuch eingeworben und hofft auf baldige Finalisierung.

#### Autoren

**Dr.-Ing. Christoph Rapp**

Verein zur Förderung des internationalen Wissensaustauschs e. V.  
Heckenrosenstraße 8  
81377 München  
rapp@knowledgeExchange.org

**Edwin Sithole Mwakatage**

**Kefa Gideon**  
Arusha Technical College (ATC)  
P.O. Box 296  
Arusha, Tanzania

**André Wetterauer**

**Christian Springer**  
Fachhochschule Erfurt  
Altonaer Straße 25  
99085 Erfurt

#### Literatur

- [1] Rapp, C.: Hydraulik am Mittwoch. In: Mitteilungen der Technischen Universität München (2004), Nr. 4, S. 18.
- [2] Rapp, C.: Teaching Hydraulics with Experiments and Open Source Codes. In 6th IAHR Europe Congress, Warschau, 2021, S. 844-845.
- [3] Rapp, C.; Zeiselmaier, A.: Educational Concept Supporting a Renewable Energies School in Africa. In: IAHR HydroLink (2014), Nr. 4, S. 110-113.
- [4] Rapp, C.: Hydraulik für Ingenieure und Naturwissenschaftler. Heidelberg: Springer Nature, 2017.
- [5] Rapp, C.: Hydraulik für Ingenieure und Naturwissenschaftler. 2. A. Heinsdorff, M.: Static and Dynamic. 2. A. München: Hirner Verlag, 2021.



**Weiterführende Infos:**

[www.heinsdorff.de](http://www.heinsdorff.de)  
[www.knowledgeExchange.org](http://www.knowledgeExchange.org)