

# Virtuell Schäumen – Simulieren und Visualisieren

Forschungsgruppen Simulation & Optimization / Knowledge Engineering



**Dr. Robert Vorburger**  
Leiter Forschungsgruppe  
Knowledge Engineering,  
voru@zhaw.ch



**Dr. Lukas Hollenstein**  
Leiter Forschungsgruppe  
Simulation & Optimization,  
hols@zhaw.ch

**Forschungsprojekt  
Verfahrenstechnik  
digital erlebt**

**Leitung:**  
Dr. Nadina Müller,  
Forschungsgruppe für  
Lebensmittel-Technologie

**Dauer:**  
April 2019 – Dezember 2019

Die digitale Transformation von Laborpraktika in der Lebensmittelverfahrenstechnik schreitet unaufhaltsam voran. Das Institut für Angewandte Simulation IAS entwickelt zusammen mit dem Institut für Lebensmittel- und Getränkeinnovation ILGI eine neue Web-Plattform für gamifizierte, virtuelle Praktika. Beim Piloten bietet die Simulation und Visualisierung von Lebensmittelschäumen eine interessante Herausforderung an die statistische Modellierung, Interpolation und Bilderzeugung von Blasenverteilungen.

**Verfahrenstechnik digital erlebt**  
Praktika gehören zum Bachelorstudium in Lebensmitteltechnologie dazu wie das tägliche Brot. Insbesondere in der Verfahrenstechnik werden die Studierenden anhand praktischer Versuche im Labor geschult und lernen so, das theoretische Wissen in die Praxis umzusetzen. Die Praktika physisch im Labor durchzuführen ist zeitaufwändig, betreuungs- und kostenintensiv. In einer Zeit der digitalen Transformation bieten virtuelle E-Praktika eine kostengünstigere und flexiblere Alternative. Im Rahmen des E-Learning Projekts «Verfahrenstechnik digital erlebt» entwickelt das IAS zusammen mit der Forschungsgruppe für Lebensmitteltechnologie zurzeit eine Web-Plattform für E-Praktika, die das Angebot an praktischen Übungen im Studium interaktiv und spielerisch ergänzt.

**Membranschäumen**  
Als Pilot wird auf der Web-Plattform ein erstes E-Praktikum angeboten, das die Herstellung von Lebensmittelschäumen simuliert. Dieses E-Praktikum erlaubt den Studierenden, persönliche Erfahrungen im Umgang mit einer Membranschäumungs-Anlage zu sammeln, ohne gleich einen erheblichen Aufwand im Labor zu betreiben. Die Parameter der virtuellen Anlage

können von den Studierenden eingestellt werden, so zum Beispiel die Porengrösse der äusseren Membran oder die Rotationsgeschwindigkeit des inneren Zylinders. Daraufhin wird entsprechend ein virtueller Schaum simuliert und visualisiert. Der Einfluss der zur Verfügung stehenden Parameter auf den resultierenden Schaum kann so von den Studierenden empirisch nachvollzogen werden und die theoretischen Kenntnisse werden bestätigt und praktisch erfahrbar. Das E-Praktikum Membranschäumen bietet zusätzlich eine Visualisierung der Anlage und ein Tool zur statistischen Bildanalyse des virtuellen Schaums. Den Studierenden werden Herausforderung gestellt, die sie mithilfe der virtualisierten Anlage lösen können.

**Interpolieren und Synthetisieren**  
Ein besonderes Augenmerk wurde bei der Entwicklung auf die Erzeugung des virtuellen Lebensmittelschäums gelegt. Verschiedene Parameterkonfigurationen und die unter dem Mikroskop gemessenen Blasendurchmesser der daraus resultierten Schäume dienen dabei als Datengrundlage. Diese Daten können als Messpunkte in einem mehrdimensionalen Raum verstanden werden, wobei die Parameterwerte die Koordinaten darstellen und die statistische Beschreibung den eigentlichen Messwert. Die von den Studierenden gewählten Parameterkonfigurationen definieren wiederum neue Koordi-

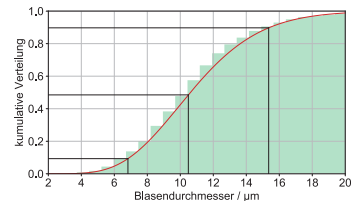


Abb. 1: Die theoretische Verteilung der Blasendurchmesser (rot) wird an gemessene Daten (grün) angepasst. Die Form der Verteilung wird für andere Parameterkombinationen interpoliert und anschliessend neue Blasendurchmesser entsprechend simuliert.

naten in diesem Raum, für welche die Verteilung der Blasengrössen (Abb. 1) durch Interpolation berechnet wird. Da im Labor zuerst der Schaum entsteht und dessen statistische Auswertung (Verteilung der Blasendurchmesser) durch die Analyse von Mikroskopie-Bildern erfolgt, wird auch dieser Prozess simuliert. So wird im Webbrowser dynamisch ein synthetisches Mikroskopie-Bild des Schaums erzeugt (Abb. 2), das eine Blasenverteilung gemäss der berechneten statistischen Beschreibung zeigt. Dieses Bild muss dann zuerst durch eine Bildanalyse ausgewertet werden, bevor die gewünschten Merkmale des Schaums sichtbar werden – genau wie im Labor, ausser dass die Studierenden noch Punkte sammeln, auf der Plattform vom Lehrling zum Fachexperten hochleveln, durch Unterstützung der Kommilitonen Coins sammeln, ihren Avatar personalisieren usw., aber das ist eine andere Geschichte. ■

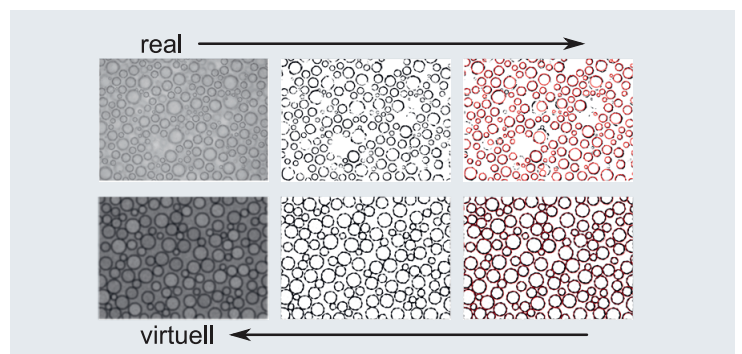


Abb. 2: Real (oben): Vom Mikroskopiebild eines Schaumes via Bildanalyse zur Messung der Blasendurchmesser. Virtuell (unten): Von simulierten Blasengrössen via Hinzufügen von Rauschen zu virtuellen Schäumen.