

# TRANSFER

## 2/17

### **News aus Forschung und Dienstleistung, Studium und Weiterbildung**

**Chemie und Biotechnologie**

**Angewandte Simulation**

**Facility Management**

**Lebensmittel- und Getränkeinnovation**

**Umwelt und Natürliche Ressourcen**

# Symbiose von Theorie und Experiment zur Optimierung der Entkoffeinierung von Tee

Forschungsgruppe Bio-Inspired Modeling & Learning Systems am IAS und Fachstelle Inhaltsstoffe am ILGI



**Dr. Olivier Merlo**  
Dozent, mero@zhaw.ch

**Forschungsprojekt**  
**New process for the natural decaffeination of tea – development of a prototype process**

**Leitung:**  
Dr. Norbert Fischer, Leiter  
Fachstelle Inhaltsstoffe, Institut  
für Lebensmittel- und  
Getränkeinnovation ILGI

**Projektdauer:**  
März 2015 – März 2017

**Partner:**  
Infré SA

**Förderung:**  
KTI, Kommission für  
Technologie und Innovation

**I**m Rahmen eines KTI-Projektes mit der Firma Infré aus Semsales FR entstand am Institut für Lebensmittel- und Getränkeinnovation (ILGI) ein alternatives Verfahren, um Tee «natürlich», das heisst mithilfe von Wasser, zu entkoffeinieren (siehe Transfer 2-2014). Im Folgeprojekt wurde durch das ILGI-Team ein Prototyp im Pilotmassstab entwickelt, bei dem das Institut für angewandte Simulation (IAS) bei der Optimierung des Prozesses half.

## Neues Verfahren nötig

Tee wird heutzutage häufig mithilfe von organischen Lösungsmitteln, im Speziellen Dichlormethan, entkoffeinert. Bei Dichlormethan handelt es sich um einen halogenierten Kohlenwasserstoff, welcher in Europa zur Extraktion von Lebensmitteln zugelassen ist. In einigen Ländern, im Speziellen in den USA, ist dies heute nicht der Fall. Um einerseits Zugriff auf den amerikanischen Markt zu erhalten und andererseits aufgrund der Sensibilisierung der Verbraucher, wurde mit der Firma Infré ein alternatives Verfahren entwickelt, um Tee mithilfe von Wasser zu entkoffeinieren. Dabei ist für Infré nicht nur wichtig, dass der Tee entkoffeinert werden kann, sondern, dass aus ökonomischer Sicht, das extrahierte Koffein isoliert und verkauft werden kann.

## Extraktion am Computer

Um die beiden Ziele zu erreichen, wird in einem ersten Prozess der Tee entkoffeinert und anschliessend getrocknet. Aus dem Extrakt wird anschliessend das Koffein durch Adsorption an porösen Adsorbentien mit sehr grosser Oberfläche zurückgewonnen und in einem letzten Schritt wird das Koffein durch Desorption von den Adsorbentien isoliert.

Das formal-mathematische Modell der drei oben genannten Prozesse ist bis auf Kleinigkeiten identisch, daher fokussieren wir hier nur auf den Extraktionsprozess. Der Stofftransport des Extraktionsprozesses wird in drei Teilprozesse unterteilt: die Porendiffusion, die Oberflächendiffusion und den Transport durch die Grenzschicht. Die Modellparameter können durch Fitten mithilfe eines gerichteten Random Walks an die vom Team von Norbert Fischer gewonnenen Daten erhalten werden. In Abbildung 1 ist ersichtlich, dass der zeitliche Verlauf der Extraktion bei verschiedenen Temperaturen durch das mathematische Modell und eine entsprechende Simulation ziemlich gut beschrieben werden kann.

## Durch Simulation zu analytischen Lösungen

Mithilfe der so erhaltenen Modellparameter ist es möglich, Vorhersagen über die Temperaturabhängigkeit des Gleichgewichtes und der Parameter der Transportkinetik zu machen. Mit

hilfe der gefundenen Parameter, einiger Vereinfachungen und analytischer Methoden kann nun die optimale Anzahl Extraktionsstufen für einen Temperaturbereich berechnet werden (siehe Abb.2). Als Optimierungsparameter wird dabei nur die Zeitdauer des ganzen Prozesses gewählt, da zu diesem Zeitpunkt keine sensorischen Daten verfügbar waren, um diese bei der Optimierung zu berücksichtigen. Möglichst hohe Temperaturen erweisen sich dabei für die Extraktion als optimal, was nicht weiter verwunderlich ist, da der Transport dort schneller und das Gleichgewicht optimaler wird. Der Stofftransport wird durch die Geschwindigkeit des Diffusionsprozesses begrenzt. Durch die mathematisch-analytische Lösung dieses Prozesses kann nun das Optimierungspotential bezüglich der Geschwindigkeit abgeschätzt werden. In Abbildung 2 ist ersichtlich, dass durch eine bessere Durchmischung die Anzahl Extraktionsstufen bei diesem Prozess maximal halbiert werden kann.

Es hat sich gezeigt, dass durch die mathematische Modellierung auf experimenteller Seite ein besseres Verständnis der Prozesse, und im Gegenzug auf theoretischer Seite durch die gewonnenen Daten, Rückschlüsse zur Verbesserung der Simulation gewonnen werden können. Dadurch wurde in diesem Projekt ein erheblicher Beitrag zur Prozessoptimierung geleistet. ■

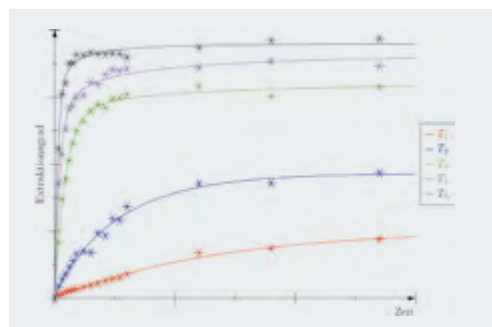


Abb. 1: Vergleich der Simulation (ausgezogene Linien) mit den experimentellen Daten (Sterne) des zeitlichen Verlaufes des Extraktionsgrades bei verschiedenen Temperaturen.

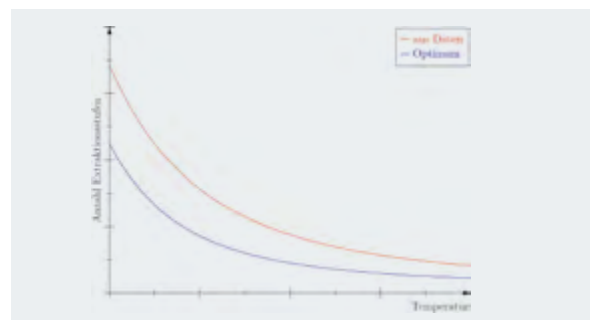


Abb. 2: Die Abhängigkeit der benötigten Anzahl Extraktionsstufen von der Temperatur, um einen Koffeingehalt von 0,2 g/kg Koffein pro Kilogramm trockenen Tee zu erhalten. Die rote Linie repräsentiert die optimale Stufenzahl bezüglich der in Abb. 1 erhaltenen Daten. Die blaue Linie zeigt den Optimalfall für die entsprechende Temperatur.