

Kontinuierliche Kaffee-Extraktion

Ein gemeinsames
aF&E-Projekt von:

- IMEL AG
- KTI
- UMTEC



Abbildung 1: Kaffee mit Crema

Thema Haushaltsmaschinen

Das Problem

Mit heutigen Espressoautomaten die im Chargenbetrieb funktionieren, kann in einer vorgegebenen Zeiteinheit nur eine bestimmte Menge Kaffee der gleichen Qualität extrahiert werden. Wünscht der Konsument mehr Espresso, müssen mehrere Chargen mit entsprechendem Zeitaufwand produziert werden oder es muss ein Qualitätsverlust des Kaffees in Kauf genommen werden.

Ergebnisse

Insgesamt wurden im Verlauf des Projekts rund 400 Liter Kaffee produziert, was etwa 13'000 Tassen Espresso entspricht.

Unser Projektpartner, die IMEL AG wird nun gemeinsam mit ihrer Muttergesellschaft, der SAECO AG, das Produkt zur Marktreife führen.



Hintergrund

Espressoautomaten funktionieren im Chargenbetrieb. Vor jedem Brauvorgang müssen die Kaffeebohnen gemahlen und in den Brauraum transportiert werden. Anschliessend an den Brauvorgang muss zuerst der Filterkuchen ausgestossen werden, bevor die Maschine für einen weiteren Espresso bereit ist. Dies erfordert für einen Espresso ca. 40 Sekunden, für ein Kaffee Crème ca. 60 Sekunden. Die reine Extraktionszeit beträgt jedoch nur etwa die Hälfte, nämlich 20-30 Sekunden. Von der Extraktionszeit hängt ganz wesentlich die Qualität von Espresso-Kaffee ab. Optimal ist nach Literaturangaben eine Zeit von 25-30 Sekunden. Bei kürzerer Extraktion schmeckt der Espresso wässrig, bei längerer Extraktion bitter.

Wünscht der Kunde mehr als die eingestellte Menge Espresso, wird normalerweise die Wassermenge erhöht und damit die Extraktionsdauer. Hierbei erhöht sich der Gehalt an Bitterstoffen und Koffein: Der Espresso wird „überextrahiert“. Die optimale Extraktionsdauer könnte im Prinzip durch Anpassung der Mahlfeinheit erzielt werden. Größeres Pulver wird schneller durchströmt und dadurch die Extraktionsdauer bei grösserer Wassermenge wieder in den optimalen Bereich geführt. Eine Optimierung von Mahlfeinheit und Extraktionsdauer erfordert jedoch ein iteratives Herantasten. Normalerweise wird der Konsument hierauf verzichten, insbesondere dann, wenn mehrere Benutzer die gleiche Maschine verwenden.

Dem Konsumenten, der beispielsweise eine Tasse mit 100 ml optimal extrahiertem Espresso wünscht, bleibt daher nichts anderes übrig, als vier espressos nacheinander zu produzieren. Da das Ausstossen des Filterkuchens und das Nachladen des frischen Pulvers wenigstens ebenso lange dauert, wie der eigentliche Extraktionsprozess, würde die Bereitstellung dieses Getränks rund drei Minuten dauern, was für die meisten Konsumenten unakzeptabel ist. Mit konventionellen, chargenweise betriebenen Espressomaschinen ist es also praktisch unmöglich eine grössere Menge mit qualitativ hochwertigem Espresso herzustellen.

Die innovative Idee

Unsere Projektidee ist in der Abbildung 2 skizziert. Bei Drücken des Bedienungsknopfes läuft das Mahlwerk (auf der Skizze nicht gezeigt) an und produziert Pulver, welches über eine Dosierschnecke in den Extraktionsreaktor eingestreut wird. Im Reaktor wird das Pulver dann mittels einer konisch ausgeführten Hohlwellen-Schneckenpresse nach unten gefördert und dabei verdichtet. Der Filterkuchen wird kontinuierlich unten ausgetragen.

Der Extraktionsprozess ist als Querstromprozess ausgeführt. Das Heisswasser wird dabei seitlich in den Reaktor eingebracht, und befeuchtet das Pulver. Dieses wird durch den Transport in den sich verengenden Reaktionsraum ausgepresst wobei das fertige Espressogetränk durch die zentrale Hohlwelle austritt. Nach Loslassen des Bedienungsknopfes hält das Mahlwerk an, während die Dosierschnecke und die Hohlwellenschnecke solange nachlaufen, bis sich

kein Pulver mehr im Reaktor befindet. Die Wasserzufuhr wird automatisch abgestellt, sobald der Pulverpegel im Reaktor unter eine Minimalhöhe abgesunken ist.

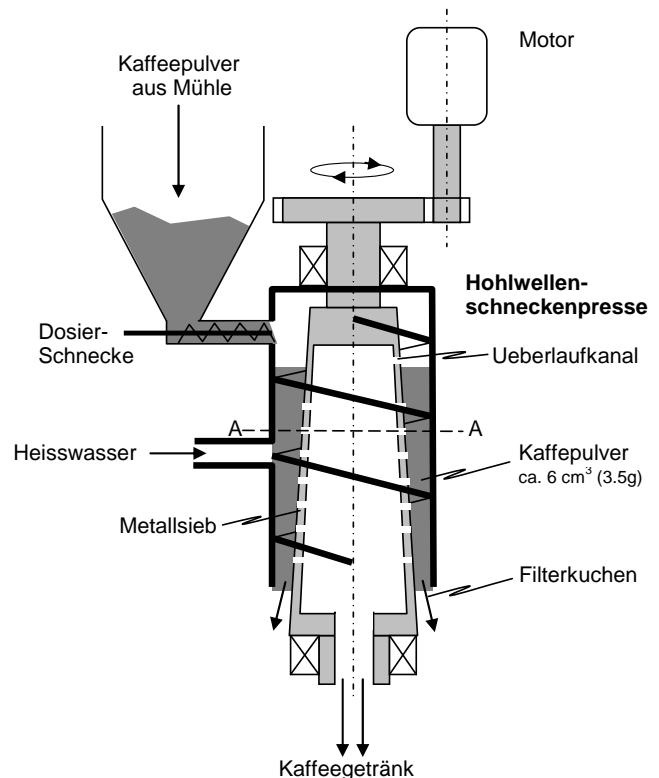


Abbildung: 2 Skizze des Funktionsmodells

Kontinuierliche Kaffee-Extraktion

Im Rahmen eines von der KTI geförderten Projekts wurde zunächst ein erstes Funktionsmuster erstellt. Damit wurde gezeigt, dass die kontinuierliche Extraktion von Kaffee mit einer modifizierten Schneckenpresse grundsätzlich machbar ist.

Das Projektziel des Nachfolgeprojekts war die Entwicklung eines fortgeschrittenen Funktionsmusters. Ein wichtiger Punkt in diesem Zusammenhang war die Abklärung der verfahrenstechnischen Zusammenhänge bei der kontinuierlichen Kaffeextraktion, welche die Grundlage für ein Computermodell zur Maschinensteuerung bilden sollten. Das fortgeschrittene Funktionsmuster diente unter anderem dazu, die zur Kalibrierung des Computermodells notwendigen „Fitting-Parameter“ zu ermitteln.

Der gesamte Versuchsaufbau wurde mit Messinstrumenten ausgestattet um die relevanten Brauparameter (Druck, Temperatur, Durchsatz) zu erfassen. Zur Regelung wurde die Steuerung auf LabVIEW geschrieben und damit das Funktionsmodell weitestgehend automatisiert.