

**BECKHOFF**



**Schneider Electric**

**spectra**

**Weidmüller**

PUNKTGENAUES DRUCKGAREN MIT DER APP

# Kochen 2.0

Die ZHAW School of Engineering erstellte einen Regelalgorithmus für einen Dampfkochtopf von Kuhn Rikon. Ein Sensor misst dabei die Temperatur und berechnet die Garzeit. Per Bluetooth gelangen die Infos aufs Mobilgerät.

Als zügige Kochmethode ist seit 1679 – als Denis Papin den nach ihm benannten Papin’schen Topf erfand – der Schnellkochtopf bekannt. Diese Erfindung macht sich den durch den Dampf aufgebauten Druck zunutze, um die Siedetemperatur im Topfinneren anzuheben und somit höhere Temperaturen zu erreichen. Bei 2 Bar (1 Bar Überdruck) liegt die Siedetemperatur des Wassers bei 121 °C, dadurch verkürzt sich die Garzeit um bis zu 70 Prozent. Wichtig ist, dass diese Verkürzung alleine durch die höhere Temperatur erreicht wird. Werden die Speisen einfach unter Druck gesetzt, geschieht gar nichts.

Die extreme Garzeitverkürzung und die Tatsache, dass der Dampfkochtopf nicht nach Belieben geöffnet werden kann, um den Zustand des Gargutes zu prüfen, stellt vor al-

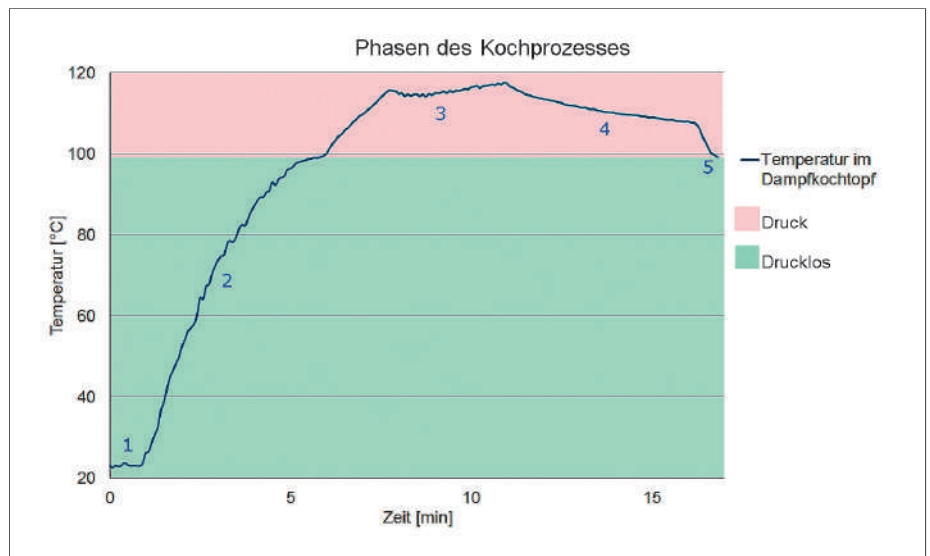
lem ungeübte Köche vor Probleme. Die Speisen weisen oft nicht die gewünschte Konsistenz auf, sondern sind verkocht. Um gerade dieser potenziellen Kundengruppe den Einstieg zum Schnellkochtopf zu erleichtern, hat Kuhn Rikon vor gut zwei Jahren mit der

**«Die App arbeitet mit Prognosen über die zukünftige Temperaturentwicklung.»**

Entwicklung von Duromatic Comfort begonnen. In Zusammenarbeit mit dem Institut für Mechatronische Systeme (IMS) und dem Zentrum für Signal- und Nachrichtentechnik (ZSN) der ZHAW School of Engineering entstand ein Forschungsprojekt, das durch die Kommission für Technische Innovation des Bundes (KTI) unterstützt wurde. Das Ergebnis ist ein Dampfkochtopf, der seine Innentemperatur an eine App sendet, welche die Kochzeit exakt berechnet und dem Benutzer entsprechende Anweisungen zur Bedienung gibt (Bild 1).

Swiss Technology Network  
swissT.net Quersektion 200  
Networks & Communication  
8604 Volketswil  
Tel. 044 947 50 90  
info@swisst.net

Präsident:  
Christian Studer (ITRIS Enterprise AG)  
Vorstand:  
Stéphane Rey (WAGO Contact SA)  
Max Felser (Berner Fachhochschule)  
Urs Thönen (Phoenix Contact AG)  
Adrian Frutig (Harting AG)



**Bild 2: Temperaturverlauf bei einem Kochprozess. Dabei sind folgende Phasen erkennbar: 1. Initialisieren, 2. Aufheizen, 3. Nachheizen, 4. Nachgaren, 5. Abkühlen.**

Bild: ZHAW

### Regelalgorithmus überwacht Kochprozess

Das IMS erhielt den Auftrag, einen Regelalgorithmus zu entwickeln, der den Kochprozess überwacht und mittels Mitteilungen an den Benutzer entsprechend Einfluss darauf nimmt. Zu Beginn wurde der Kochprozess als physikalisches Matlab-Simulink-Modell abgebildet und mittels Abgleich mit Messdaten optimiert. Die somit simulierten Temperaturverläufe kommen sehr nahe an die gemessenen Werte heran. Somit lässt sich anhand des Modells eine Übertragungsfunktion  $T_{\text{Pfanne}}=f(\text{Herdstufe}, t)$  aufstellen, welche die Gargutmenge, Topfgrösse, Herdleistung und so weiter als Parameter enthält.

Idealerweise liesse sich nun aufgrund einer gemessenen Temperaturkurve auf die einzelnen Parameter der Übertragungsfunktion zurückschliessen, wodurch das System identifiziert würde und sich dementsprechend auch Voraussagen machen liessen. Doch beim gegebenen Abtastintervall von 5 s lässt sich selbst beim simulierten Modell keine saubere Parameteridentifikation durchführen; nicht zu reden von den echten Messungen, bei denen noch Messrauschen, Turbulenzen und ähnliche Phänomene mitspielen. Zu viele Parameter sind im Spiel und viele davon haben einen ähnlichen (oder geradewegs entgegengesetzten) Einfluss auf die einzige messbare Ausgangsgrösse: die Temperatur auf der Innenseite des Pfannendeckels. Aus diesem Grund musste auf eine modellbasierte Regelung verzichtet werden; stattdessen werden Prognosen über die zukünftige Temperaturentwicklung, basierend auf statistisch ermittelten Werten, generiert. Dazu wurden unzählige Kochvorgänge wiederholt durchgeführt: Dabei musste jeweils der Herdtyp, die Gargutmenge sowie der Garguttyp variiert werden. Um Prognosen zu erstellen, wurde der Kochprozess in verschiedene Phasen unterteilt (*Bild 2*). Aus den gemessenen Temperaturwerten wird der Gradient berechnet. Dieser wird verwendet, um den Temperaturtrend für die kommenden Phasen vorherzusagen. Nebst dem Gradienten werden diverse Angaben zum Kochvorgang benötigt. Diese sind entweder bereits in einer Datenbank hinterlegt (z. B. Kochdauer und Temperatur) oder als einmalige Einstellungen gespeichert (Art des Kochfeldes, Höhe über Meer etc.) oder werden manuell durch den Benutzer eingegeben (z. B. die ungefähre Menge). Die Berechnung der Prognosen sowie der notwendigen Regel Eingriffe, die durch den Benutzer durchgeführt werden müssen, berücksichtigt somit weiterhin viel Physik; allerdings wird kein globales Modell der Kochumgebung erstellt, sondern Schritt für Schritt in diversen Teilmodellen berechnet.



**Bild 1:** Der Dampfkochtopf Duromatic Comfort sendet seine Temperaturdaten über Bluetooth Low Energy an eine App. Diese gibt dem Koch Anweisungen für eine perfekt gelungene Mahlzeit.

Bild: Kuhn Rikon

Obwohl kein Modell hinterlegt ist, lassen sich durch Beobachtung des Temperaturverlaufes Abweichungen vom Soll- oder Normalverhalten feststellen, die auf Fehler oder Störungen deuten lassen. Dies kann beispielsweise fehlendes Wasser im Topf, das Anbrennen der Speisen oder ein Fehlverhalten des Ventils sein. In diesen Fällen wird der Benutzer angeleitet, die Störung zu beheben.

### Kochen mit der App

Der Dampfkochtopf Duromatic Comfort soll vor allem jene Köche unterstützen, die mit dem Schnellkochtopf wenig vertraut sind. Die konstante Temperaturüberwachung und -anzeige mitsamt der präzisen Berechnung der Kochzeit beseitigt die Berührungsängste oder Frusterlebnisse. Dennoch übernimmt dieser Dampfkochtopf, auch wenn er um eine Schnittstelle zu einer App erweitert wurde, noch nicht den gesamten Kochvorgang. Das Kocherlebnis und das Erfolgsgefühl bei einer gelungenen Mahlzeit werden damit dem Benutzer nicht vorenthalten: Er kocht weiterhin selbst, während ihm die App unterstützend zur Seite steht. Sie übernimmt die Funktionen eines Kochbuches, einer Schnellkochtopf-Garzeitabelle und eines Küchentimers. Apps, welche die genannten

Funktionen einzeln oder kombiniert implementieren, gibt es zuhauf. Durch das aktive Feedback aus dem Topf ist es der App nun jedoch möglich, die Geschehnisse in der Küche zu überprüfen und gegebenenfalls Einfluss darauf zu nehmen. Ausführender bleibt aber letztlich immer der Koch selbst.

### Ausblick

Abhängig von der Betrachtungsweise wäre ein höherer Automatisierungsgrad ein mögliches Entwicklungsziel für die Zukunft. Es ist beispielsweise denkbar, dass die App den Herd steuert oder dass das Essen dank genauem Timing pünktlich für Heimkehrende bereitsteht. ■

### AUTOR

Nicola Haggenmacher  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter am  
Institut für Mechatronische Systeme

### INFOS

ZHAW School of Engineering  
CH - 8400 Winterthur  
Tel. +41 58 934 73 33  
info.engineering@zhaw.ch  
www.zhaw.ch/engineering