

Innovation

Kaffeemaschinen Montag

08.08.2022 Dipl.-Ing. Armin Rohnen LbA



Hintergrund und Auslöser

Neben dem Auftrag zur Lehre besteht der Auftrag zur Forschung

Projektarbeit im WiSe 2016/17 am Kaffeeröster der Kaffeewerkstatt München

Auf Teilwissen basierende Diskussionen (auch in sog. Fachkreisen)

Historisch vorbelastete Konstruktionen

2016 wenig Innovation, wenig Industrie 4.0

Stand 2022 mehr Industrie 4.0

i.d.R. Nichteinhaltung EU Energiesparrichtlinie

> 150 Liter Kaffee pro Kopf und Jahr

> 15 Mrd. € Kaffee-Umsatz im Jahr

Stetig steigender Informationsbedarf

Starke emotionale Verknüpfungen

Kaffee hat zwei Nachteile (lt. Dr. Schwarz, Coffee Consulate)

Psychoaktive und wasserlösliche Substanz Coffein

Bis zum letzten Prozessschritt kann es noch schlechter Kaffee werden

Forschungsprojekt „Technische Beeinflussbarkeit der Geschmacksache Kaffee“

Technische Beeinflussbarkeit der Geschmacksache Kaffee

Konkret

- Heißes Wasser
 - stabile und reproduzierbare Temperatur des Kaffeebezugswassers
 - als Festwert oder Verlauf über die Zeit (Profil)
- Volumenstrom
 - stabile und reproduzierbarer Volumenstrom des Kaffeebezugswassers, 1 ml/s bzw. 1 g/s
 - als Festwert oder Verlauf über die Zeit (Profil)
- Druck
 - Achille Gaggia, 1938 Patent Kolbenmaschine, 9 bar
- Abhängigkeit von Volumenstrom und Druck

$$P_{Pumpe} = p \cdot \dot{V} = \left[p_{statisch} + \frac{\rho}{2} \cdot \dot{V}^2 + \sum \Delta p + \zeta_{Kaffeepuck} \cdot \frac{\rho}{2} \cdot \dot{V}^2 \right] \cdot \dot{V}$$

- Bezugsmenge

Zielsetzung

Siebträger-Espressomaschine die in der Lage ist, alle auf dem Markt befindlichen Siebträger-Espressomaschinen abzubilden.

Veränderung der Einstellungen von einem Kaffeebezug zum anderen.

Hohe Energieeffizienz und schnelles Aufheizverhalten.

Einhaltung der energiesparrichtlinie
Verordnung (EU) 801/2013 - „Standby-Modus“

Erfindung der Kaffeemaschine

22.06.2018, World of Coffee, Amsterdam (Notizbucheintrag)

kalte (eigentlich ungeheizte) Brühgruppe - WOC18 Brühgruppe

kalter (eigentlich ungewärmter) Siebträger

Wassermischsystem

Massiv isolierter Stahlboiler (25 mm Armaflex) oder Borosilikatglasboiler

2019 Erfindungsmeldung an Freistaat Bayern / Hochschule München

Rückgabe der Erfindung

Seit 2022 technische Umsetzung mit Gebrauchsmusterschutz

WOC18 Brühgruppe

Wärmekapazität üblicher Brühgruppen
ca. 130 kWs
(90 bis 100 s volle Heizleistung)

Wärmekapazitätsbedarf für zwei Tassen je 25 cm³ Espresso
ca. 17 kWs

Heizleistung für 15 Tassen je 25 cm³ Espresso

Verbesserung der Temperaturstabilität nur unter Einbeziehung der Brühgruppe möglich

Veränderliche Kaffeewasserbezugstemperaturen (Temperaturprofile), Veränderung von einem Espresso Bezug zum Anderen, nicht möglich

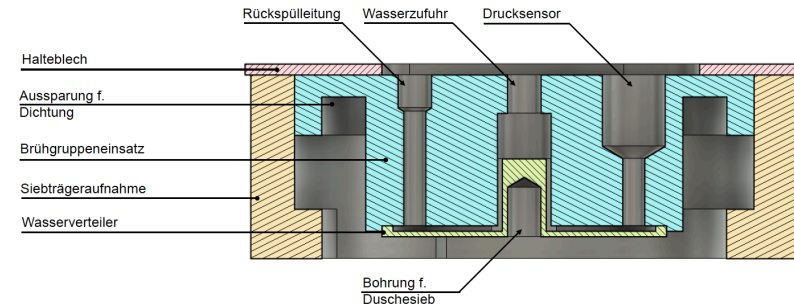
Lösung: Verwendung von Kunststoff und Volumenverringern

Wärmekapazität: Edelstahl 500, Messing 380, PVDF 1,2 $\frac{W_s}{kg \cdot K}$

Wärmleitfähigkeit: Edelstahl 15, Messing 120, PVDF 0,2 $\frac{W}{m \cdot K}$

Faktor 4000 geringere Wärmekapazität, Faktor 600 langsames Aufheizverhalten

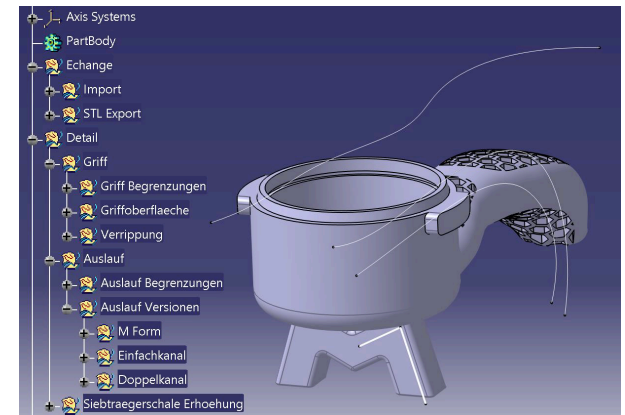
WOC18 Brühgruppe, Konstruktionsstand Juli 2022, Felix Kistler



kalter (eigentlich ungeheizter) Siebträger

Konstruktion, Musterbauteil, Versuche

Ergebnis: Funktionalität mit jedem Siebträger gegeben



kalter Siebträger, Konstruktionsstand Juni 2020, Lukas Ankner

Siebträgereinsatz (Sieb) mit sehr kleiner Kontaktstelle zum Siebträger und wird nicht direkt beheizt und kühlt, u.a. aufgrund der geringen Masse, sehr schnell ab

relevante Kontaktzeit sehr gering, da üblich der relevante Prozessschritt sehr schnell abgearbeitet wird

Heißes Wasser wird durch „kaltes“ Kaffeemehl gedrückt

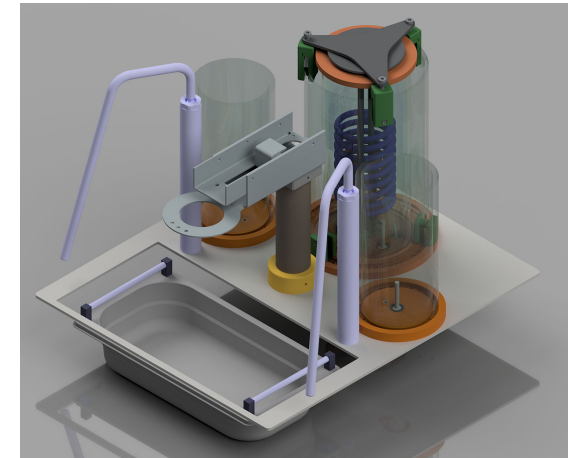
- danach kommt das Heißgetränk mit dem Siebträger in Berührung
- danach muss das Heißgetränk abkühlen um genießbar zu werden
- auch vorgeheizte Tassen sind wahrscheinlich nicht zwingend erforderlich
- medizinisch unbedenklich erst ab < 64 °C (Dr. Steffen Schwarz)

Glasboilermaschine

Warum?

Warum (Borosilikat)Glas?

- weil es eine technische Herausforderung ist
- weil es gut aussieht
- weil sichtbar kochendes Wasser eine eigene Magie innewohnt
- hoher Schmelzpunkt, niedriger Wäremeausdehnungskoeffizient
- sehr gute Hitzebeständigkeit
- Temperaturschocks werden sehr gut verkraftet
- heißer Glasboiler platzt nicht bei Frischwasserbefüllung
- keinerlei Chemikalien, absolut geschmacksneutral
- bestens geeignet für Lebensmittelaufbewahrung
- lediglich 7% der Boileroberfläche ist metallisch



Konstruktionsstand Glasboilermaschine,
Stand Juli 2022, Erik Reitsam

weil wir es können

Entwicklungsprozess

- mechanische Komponenten
- elektromechanische Komponenten
- elektronische Komponenten
- Software

- mechanische Konstruktion
- elektrotechnische Konstruktion
- Programmierung
- Design

- Personalressource - Verknüpfung zum Auftrag der Lehre
 - Studierende FK03 (Maschinenbau, Fahrzeugtechnik, Flugzeugtechnik)
 - Studierende FK04 (Elektrotechnik und Informationstechnik)
 - Studierende im Studiengang MAPR/RSM (Forschungsmaster)
 - Studierende in Masterstudiengängen
 - Studierende in Bachelorstudiengängen
 - Abschlussarbeiten
 - Projektarbeiten

Entwicklungsprozess

- Entwicklungsprozess wird durch die Personalressource beeinflusst
- hohe Fluktuation des Personals
- Semestertaktung
- 2x jährlich Unterbrechung und (neue) Einarbeitungsphase
- Ableitung kleinerer Projektumfänge
 - für Projektgruppen
 - für Abschlussarbeiten
 - für Forschungsmaster (MAPR/RSM)
- Vorausplanung über mehrere Semester erforderlich
- wenig Flexibilität, wenig Änderungsmöglichkeiten für Aufgabeninhalte während eines Semesters
- chronische Defizite (FK03): Elektrotechnik, Messtechnik, Programmierung
 - ➔ schnell mal was messen
 - ➔ MATLAB meets MicroPython
- Programmierung schult strukturiertes Arbeiten!
- Konstanz lediglich durch MAPR-Studierende und Betreuer
- Wenige Personen mit Gesamtüberblick, Projekthistorie, Zusammenhänge, ...

75 Personen mit mehr als insg. 17.000 Stunden, ohne Projekte für TURNUS Espresso

Eine (Signal)Analyse ist zu einem Zeitpunkt nicht möglich.

Manfred Zollner, OTH Regensburg

Für jedes Problem gibt es eine einfache aber völlig falsche Lösung.

Harald Lesch, LMU