

Hochschule
München
University of
Applied Sciences

Fakultät für Maschinenbau, Fahrzeugtechnik,
Flugzeugtechnik
Labor für Schwingungstechnik und
Maschinendynamik

Technische Beeinflussbarkeit der Geschmacksache Kaffee

Status Entwicklung Espressomaschine

15.09.2020 Dipl.-Ing. Armin Rohnen LbA



Technische Beeinflussbarkeit der Geschmacksache Kaffee

Status Entwicklung Espressomaschine

Inhalt

- Zielsetzung der Erfindung
- Funktionsmerkmale
- Kalte Brühgruppe mit kaltem Siebträger
- Mischsystem
- Entschichtung
- Borosilikatglasboiler
- Abgeleitete Espressomaschinen
- Aktueller Stand der Entwicklungsarbeiten

Technische Beeinflussbarkeit der Geschmacksache Kaffee

Status Entwicklung Espressomaschine

- Zielsetzung der Erfindung

Technische Beeinflussbarkeit der Geschmacksache Kaffee

Zielsetzung der Erfindung

Projektarbeit im Wintersemester 2016/17 zum Kaffeeröster der Kaffeewerkstatt München
Idee einer labortechnischen Espressomaschine, um damit die technische Beeinflussbarkeit der Geschmacksache Kaffee zu erforschen.

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

Technische Beeinflussbarkeit der Geschmacksache Kaffee

Zielsetzung der Erfindung (Historie)

- 2018 genauere Beschreibung der labortechnischen Espressomaschine
- 2019 Erfindungsmeldung mit Feststellung der Patentfähigkeit
 - kalte Brühgruppe
 - kalter Siebträger
 - Wassermischsystem
 - Borosilikatglasboiler
- Rückgabe der Erfindungsmeldung der Hochschule München an die Erfinder Rohnen und Weidler und die Entscheidung zu keiner Patentanmeldung, stattdessen Offenlegung der Erfindung
- 2020 zur Beschleunigung des Aufheizverhaltens wird die Entschichtung eingeführt
- Siebträger und Brühgruppe werden für den 3D-Druck ausgelegt
- Aufgrund bevorstehenden Branchenwechsels beendet Erich Weidler die Zusammenarbeit und verzichtet auf Ansprüche aus der Erfindungsmeldung

Technische Beeinflussbarkeit der Geschmacksache Kaffee

Aktueller Stand der Entwicklungsarbeiten

Alle Varianten werden konsequent digital betrieben.
Dies ist ein Industrie 4.0 Projekt.

- Vier unterschiedliche Maschinenvarianten davon eine mit Glasboiler
- Einheitliche Systemelektronik, je Brühgruppe eine Elektronikeinheit. (Fertigstellung bis Nov-2020)
- Aufbau eines funktionsfähigen Prototypen mit Fertigstellung spätestens Sommersemester 2021
- Regelkreise für Füllstände, Boilerdruck, Wasserförderung, Wassertemperatur und Preinfusion
- Funktionsabläufe für Preinfusion, Reinigung, Entkalkung
- Datenmanagement für Fehlerspeicher, Profilverwaltung und Kalibrierdaten

Technische Beeinflussbarkeit der Geschmacksache Kaffee

Status Entwicklung Espressomaschine

- Funktionsmerkmale

Technische Beeinflussbarkeit der Geschmacksache Kaffee

Funktionsmerkmale

- Abgeleitet aus der Flowrate-Vorgabe bzw. den Angaben von Kaffeebezugsgewicht und Kaffeebezugszeit
Regelung der Flowrate durch einen Regelkreis für die Pumpensteuerung

▶ Flowrate - Regler

- Abgeleitet aus dem Umstand unterschiedlicher Kaffeebezugstemperaturen und der Anforderung, dies von einem Bezug zum anderen ändern zu können, Aufbau als Zweikreis-Siebträger-Espressomaschine, Regelung der Wassermischtemperatur und Verwendung von Materialien, welche dem Wasser wenig Energie entziehen

- ▶ Misch-Regler
- ▶ kalte Brühgruppe
- ▶ kalter Siebträger
- ▶ PTFE-Verrohrung

Technische Beeinflussbarkeit der Geschmacksache Kaffee

Funktionsmerkmale

- Abgeleitet aus den aktuellen Erkenntnissen zur Geschmacksbildung der Preinfusion, der Vorbenetzung des Kaffeemehls bevor der eigentliche Kaffeebezug beginnt. Dabei ist die Anforderung zur Abbildung im Markt befindlicher Maschinen zu berücksichtigen.
Entwicklung einer Regelungstechnik zur Abbildung vorhandener Preinfusions-Strategien. Entwicklung einer eigenen Preinfusions-Strategie
 - ▶ Stufenweise Sättigung (Dalla Corte)
 - ▶ Stufenweiser Druckaufbau
 - ▶ ...

Technische Beeinflussbarkeit der Geschmacksache Kaffee

Funktionsmerkmale

- Abgeleitet aus dem Ziel des schnellen Aufheizverhaltens
Das Wasser im Boiler erfährt während der Aufheizphase eine ausgeprägte thermische Schichtung, welche bei bisherigen Lösungen die Aufheizphase erheblich verlängert
 - ▶ Entschichtung während der Aufheizphase
- Abgeleitet aus dem Ziel der hohen Energieeffizienz
 - ▶ Wirksame allseitige Isolierung des Boilers
 - ▶ Doppelwandiger Borosilikatglasboiler
- Die Energieeffizienz hat zur Folge, dass für die sonst übliche Tassenwärmung auf der Espressomaschine keine Abwärme zur Verfügung steht
 - ▶ Tassenwärmung über Dampfablass

Technische Beeinflussbarkeit der Geschmacksache Kaffee

Status Entwicklung Espressomaschine

- Kalte Brühgruppe mit kaltem Siebträger

Technische Beeinflussbarkeit der Geschmacksache Kaffee

Kalte Brühgruppe mit kaltem Siebträger

Da die derzeitige Bauweise von Brühgruppen aus Messing der Forderung der Bezugstemperaturänderung von Kaffeebezug zu Kaffeebezug sowie der kurzen Aufheizzeit entgegensteht, dürfen die Brühgruppe und der Siebträger dem Kaffeewasser keine Wärme entziehen bzw. umgekehrt keine zusätzliche Wärme an das Wasser abgeben.

Brühgruppe und Siebträger zumindest mit Einsätzen aus PEEK, PVDF oder PA12 versehen. Besser die ganze Brühgruppe und den gesamten Siebträger daraus herstellen.

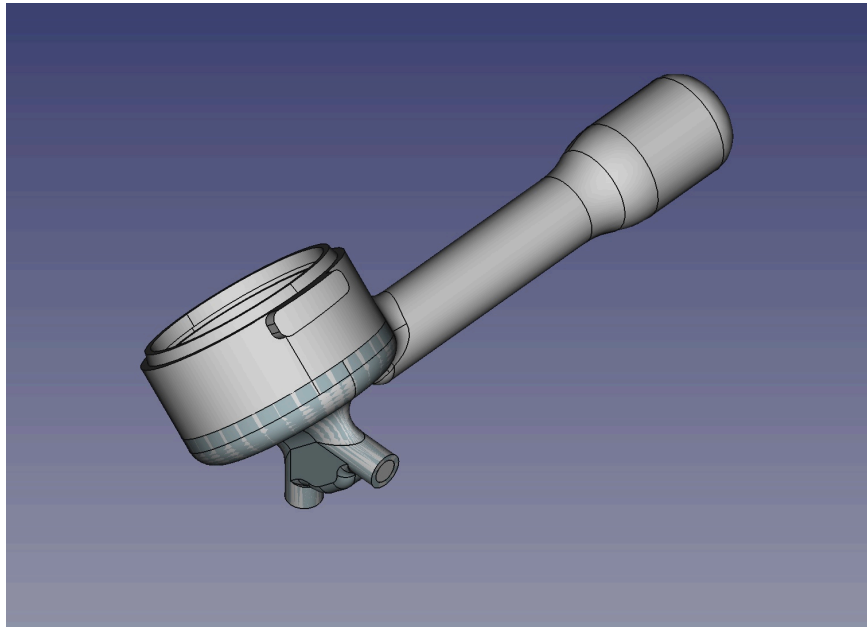
- Der Lösungsansatz Brühgruppe und Siebträger im 3D-Druck herzustellen ist derzeit in der Erprobung

- PEEK: Polyetherketon, Lebensmittelzertifiziert, hohe thermische Beständigkeit, 3D-Druck geeignet
- PVDF: Polyvinylfluorid, Lebensmittelzertifiziert, hohe thermische Beständigkeit, CNC-Bearbeitung erforderlich
- PA12: Polyamid 12 (Nylon), Lebensmittelzertifiziert, thermisch beständig bis ca. 100 °C, 3D-Druck geeignet

Technische Beeinflussbarkeit der Geschmacksache Kaffee

Kalte Brühgruppe mit kaltem Siebträger

- Kalter Siebträger
3D-Druck als SLS oder HP Fusion Jet Bauteil

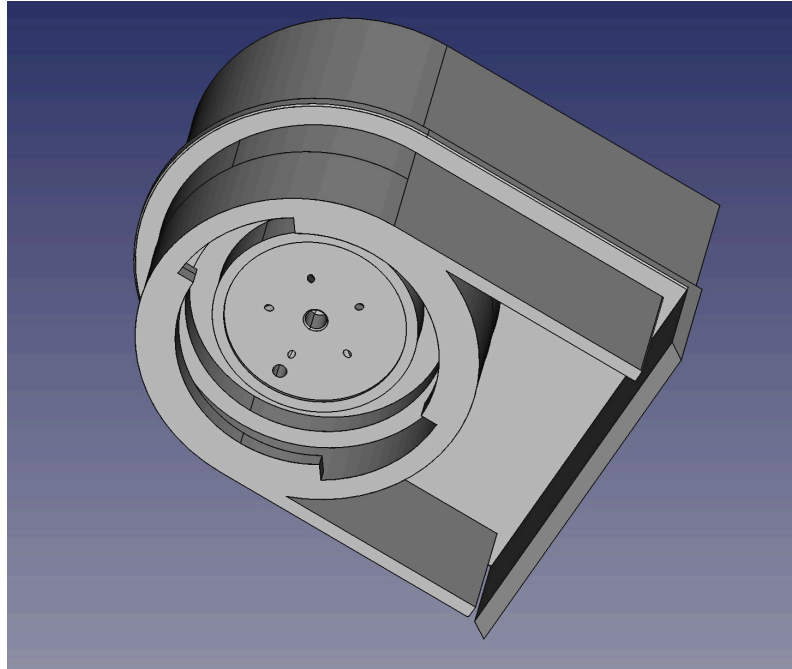


- SLS: Selektives-Laser-Sintern

Technische Beeinflussbarkeit der Geschmacksache Kaffee

Kalte Brühgruppe mit kaltem Siebträger

- Kalte Brühgruppe
3D-Druck als SLS oder HP Fusion Jet Bauteil



Technische Beeinflussbarkeit der Geschmacksache Kaffee

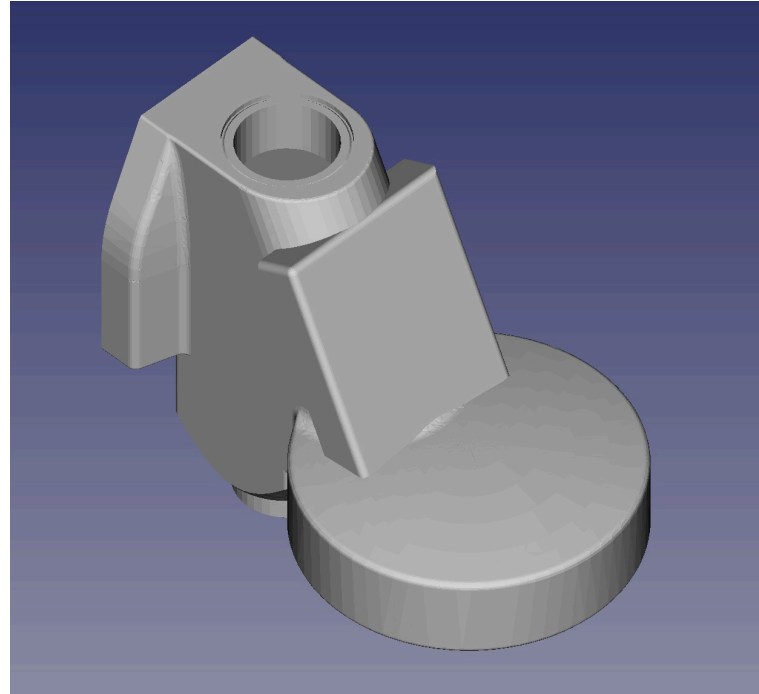
Kalte Brühgruppe mit kaltem Siebträger

- Kalte Brühgruppe - E61 Style
3D-Druck als SLS oder HP Fusion Jet Bauteil

Zwei Varianten:

- 1.) Bedienung über Touch-Display
- 2.) Bedienung über E61-Hebel

In der Ausführung in E61-Style
ohne Preinfusionskammer.
Die Preinfusion wird durch die
Regelungen erheblich variabler realisiert
als bei E61-Brühgruppen möglich.



Technische Beeinflussbarkeit der Geschmacksache Kaffee

Status Entwicklung Espressomaschine

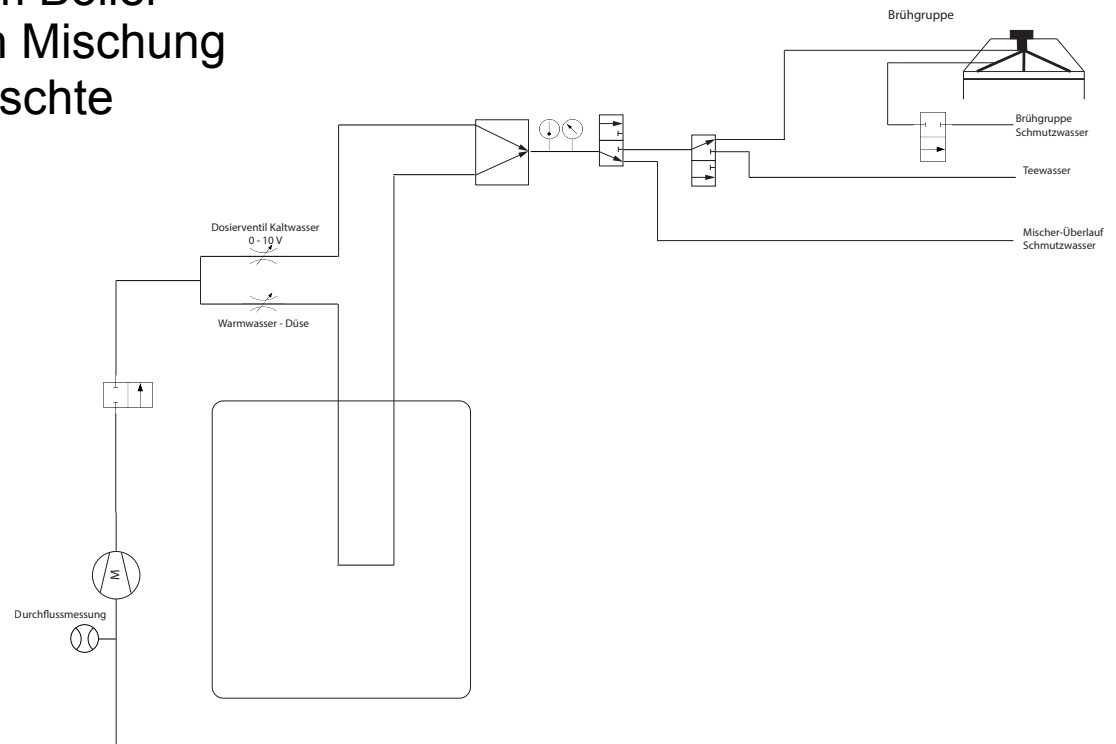
- Mischsystem

Technische Beeinflussbarkeit der Geschmacksache Kaffee

Mischsystem

Über einen Wärmetauscher im Boiler wird Wasser erhitzt und durch Mischung mit Kaltwasser auf die gewünschte Bezugstemperatur gebracht.

Während der Einschwingzeit des Regelsystems erfolgt Ablass des Wassers in das Schmutzwasser



Nebeneffekt:
Teewasser in Wunschtemperatur

Technische Beeinflussbarkeit der Geschmacksache Kaffee

Status Entwicklung Espressomaschine

- Entschichtung

Technische Beeinflussbarkeit der Geschmacksache Kaffee Entschichtung

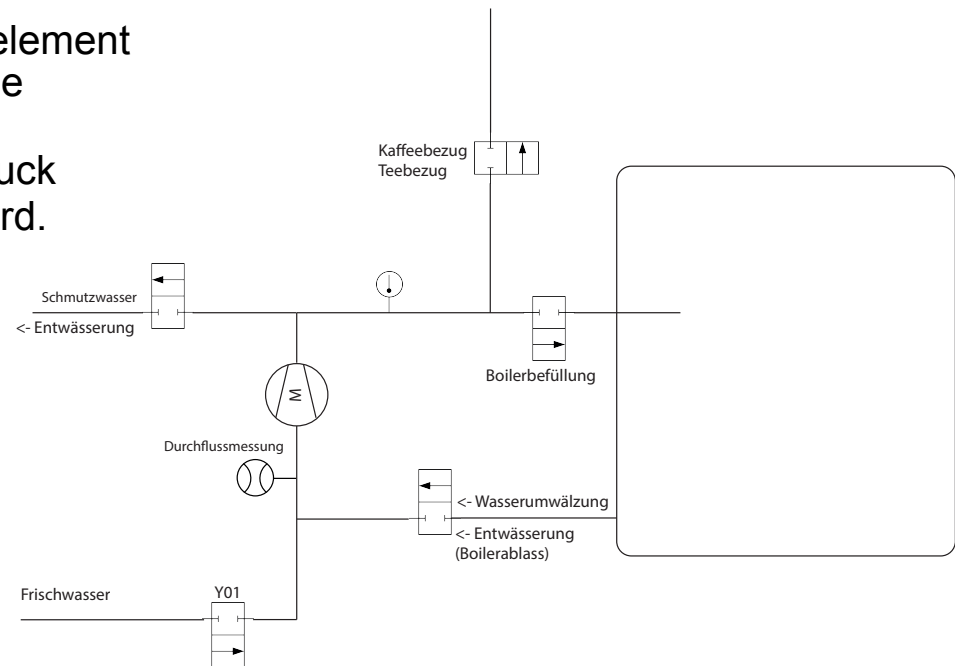
Zweikreissysteme neigen dazu, zwei Aufheizphasen zu benötigen.

Dies liegt an der Grenzschicht zwischen Heizelement und Wasser. Während der ersten Aufheizphase bilden sich dort mikroskopisch kleine Dampfblasen. Diese führen zu einem Boilerdruck der nicht durch den Dampfdruck hergestellt wird. Die nötige Wassertemperatur dazu ist noch nicht erreicht.

Wird der Druck abgelassen, sprudelt das Wasser auf und es kommt zu einer Durchmischung. Danach steht der Boilerdruck im Zusammenhang mit der Wassertemperatur.

Heißes Wasser sammelt sich im Boiler oben, während unten kaltes Wasser liegen bleibt.

Durch Umpumpen soll die thermische Schichtung aufgehoben werden. Eine zweite denkbare Maßnahme wäre, dass die Tassenwärmung so lange geöffnet bleibt bis erstmalig 100 °C erreicht sind. (Da ist noch kein wesentlicher Dampfdruck vorhanden)



Technische Beeinflussbarkeit der Geschmacksache Kaffee

Status Entwicklung Espressomaschine

- Borosilikatglasboiler

Technische Beeinflussbarkeit der Geschmacksache Kaffee

Borosilikatglasboiler

Warum Borosilikatglas?

Weil es eine technische Herausforderung ist, weil es gut aussieht und weil sichtbar kochendem Wasser ganz offensichtlich eine gewisse Magie innewohnt.

Borosilikatglas ist sehr gut hitzebeständig

Hoher Schmelzpunkt und niedriger Wäremeausdehnungskoeffizient führen zu einer sehr guten Hitzebeständigkeit. Auch Temperaturschocks werden sehr gut verkraftet, so dass ein heißer Glasboiler bei der Frischwasserbefüllung nicht platzen wird.

Borosilikatglas ist absolut geschmacksneutral

Es enthält keinerlei Chemikalien und ist absolut geschmacksneutral. Daher eignet es sich bestens für die Aufbewahrung von Lebensmitteln. Lediglich an 7% der Oberfläche unseres Boilers kommt das Wasser mit Metallen in Berührung.

Doppelwandiges Borosilikatglas ist ein guter Isolator

Eine gute Isolation des Boilers führt zu geringem Leistungsbedarf der espressomaschine. Für zwei Tassen Espresso wird nicht einmal die Energie von 1 cm³ Benzin benötigt. Gut 35 cm³ Benzin würden jedoch dazu benötigt werden, um die espressomaschine eine Stunde lang auf Betriebstemperatur zu halten. Dieser Energiebedarf wird um 75% durch die doppelwandige Ausführung des Borosilikatglaszylinders reduziert.



Technische Beeinflussbarkeit der Geschmacksache Kaffee

Status Entwicklung Espressomaschine

- Abgeleitete Espressomaschinen

Technische Beeinflussbarkeit der Geschmacksache Kaffee

Abgeleitete Espressomaschinen

Labor

3,6 l Edelstahlboiler, ca. 1900 W Heizleistung, Zweikreissystem mit Mischer und kalter Brühgruppe, Festwasser- und Abwasseranschluss, individuelle Kalibrierung der Sensoren

- andere im Markt befindliche Siebträger-Espressomaschinen abbilden
- Zielkunde Kaffeeröster
Geschmacksunterschiede unterschiedlicher Espressomaschinen darstellen.
Optimale Anpassung der Maschinenparameter, um aus der Kaffeeröstung das maximale Geschmackserlebnis heraus zu holen.
- Zielanwendung im eigenen Labor
Entwicklung der erforderlichen Regelkreise
- Produktionskosten mit einer Brühgruppe ca. € 3.500 zzgl. MwSt. (aktueller Stand: € 2.350)
- Aufwertende Maßnahmen erforderlich wegen Differenzierung zur Variante „Home“

Technische Beeinflussbarkeit der Geschmacksache Kaffee

Abgeleitete Espressomaschinen

Home

1,8 l Edelstahlboiler, ca. 1900 W Heizleistung, Zweikreissystem mit Mischer und kalter Brühgruppe, Wassertank und Abtropfschale, Festwasser- sowie Abwasseranschluss als Option

- Basierend auf der Laborvariante und versehen mit der Parametrierbarkeit aller relevanten Parameter für die Geschmacksbeeinflussung. Abspeichermöglichkeit einer endlichen Anzahl von „Profilen“, ohne Funktionstasten, sehr kurze Aufheizzeit (ca. 4 Minuten), keine individuelle Kalibrierung der Sensorik, Individualisierung und Erweiterung durch Optionen und Dienstleistungen möglich.
- Zielkunde Privathaushalt
Optimale Anpassung der Maschinenparameter, um aus der Kaffeeröstung das maximale Geschmackserlebnis heraus zu holen.
- Dienstleistungsmöglichkeit Kaffeeröster
Download (oder anderweitige Übermittlung) des optimalen Profils für die jeweilige Kaffeeröstung
- Einhaltung der Verordnung (EU) Nr. 801/2013, wonach Haushaltsgeräte nach 15 Minuten Betriebsdauer (in Ausnahmefällen nach 30 Minuten) in einen „Standby-Modus“ umschalten müssen.
- Produktionskosten ca. € 3.000 zzgl. MwSt. (aktueller Stand: € 2.350)
- Kostenreduktionsmaßnahmen erforderlich wegen der Differenzierung zur Variante „Labor“

Technische Beeinflussbarkeit der Geschmacksache Kaffee

Abgeleitete Espressomaschinen

Bar

7,2 l Edelstahlboiler, ca. 3800 W Heizleistung, zwei Zweikreissysteme mit Mischer und kalter Brühgruppe, Festwasser - und Abwasseranschluss

- Basierend auf der Laborvariante und versehen mit der Parametrierbarkeit aller relevanten Parameter für die Geschmacksbeeinflussung. Abspeichermöglichkeit einer endlichen Anzahl von „Profilen“.
Individualisierung und Erweiterung durch Optionen und Dienstleistungen.
- Zielkunde Bar bzw. ambitionierter Barista
Optimale Anpassung der Maschinenparameter, um aus der Kaffeeröstung das maximale Geschmackserlebnis heraus zu holen.
- Dienstleistungsmöglichkeit Kaffeeröster
Download (oder anderweitige Übermittlung) des optimalen Profils für die jeweilige Kaffeeröstung
- Produktionskosten mit zwei Brühgruppen ca. € 6.000 zzgl. MwSt. (aktueller Stand: € 4.000)

Technische Beeinflussbarkeit der Geschmacksache Kaffee

Abgeleitete Espressomaschinen

Style

2 l doppelwandiger Borosilikatglasboiler, ca. 950 W Heizleistung, Zweikreissystem mit Mischer und kalter Brühgruppe, Basisversion mit Festwasser- und Abwasseranschluss, Wassertank und Abtropfschale gegen Aufpreis

- Basierend auf der Laborvariante und versehen mit der Parametrierbarkeit aller relevanten Parameter für die Geschmacksbeeinflussung. Abspeichermöglichkeit einer endlichen Anzahl von „Profilen“, Bedienung per Touch-Display. Skalierbar auf beliebige Anzahl von Brühgruppen. Individualisierung und Erweiterung durch Optionen und Dienstleistungen
- Zielkunde stilbewusste Privatanwender, Bar/Café mit Designanspruch
Optimale Anpassung der Maschinenparameter um aus der Kaffeeröstung das maximale Geschmackserlebnis heraus zu holen.
- Dienstleistungsmöglichkeit Kaffeeröster
Download (oder anderweitige Übermittlung) des optimalen Profils für die jeweilige Kaffeeröstung
- Produktionskosten ca. € 5.500 zzgl. MwSt. (aktueller Stand: € 3.400)

Technische Beeinflussbarkeit der Geschmacksache Kaffee

Status Entwicklung Espressomaschine

- Aktueller Stand der Entwicklungsarbeiten

Technische Beeinflussbarkeit der Geschmacksache Kaffee

Aktueller Stand der Entwicklungsarbeiten

Alle Varianten werden konsequent digital betrieben.
Dies ist ein Industrie 4.0 Projekt.

- Vier unterschiedliche Maschinenvarianten davon eine mit Glasboiler
- Einheitliche Systemelektronik, je Brühgruppe eine Elektronikeinheit. (Fertigstellung bis Nov-2020)
- Aufbau eines funktionsfähigen Prototypen mit Fertigstellung spätestens Sommersemester 2021
- Regelkreise für Füllstände, Boilerdruck, Wasserförderung, Wassertemperatur und Preinfusion
- Funktionsabläufe für Preinfusion, Reinigung, Entkalkung
- Datenmanagement für Fehlerspeicher, Profilverwaltung und Kalibrierdaten

Technische Beeinflussbarkeit der Geschmacksache Kaffee

Aktueller Stand der Entwicklungsarbeiten - Systemelektronik

Es befindet sich eine modulare Systemelektronik für die Umsetzung und Aufbereitung der Signale in Entwicklung. Fertigstellungstermin ist November 2020.

- Die Bedienung der Maschinen erfolgt pseudomanuell über Hebel z.B. der E61-Style-Brühgruppe oder offensichtlich digital per Tasten und/oder grafische PC-Bedienoberfläche.
- Zur Steuerung werden Raspberry Pi oder Microcontroller der dsPIC33-Serie verwendet.
- Bis zu 10 Magnetventile werden über langlebige Halbleiterrelais digital geschaltet.
- An bis zu fünf Messstellen werden Temperaturen erfasst.
- Es wird der Boilerdruck und der Brühgruppendruck ermittelt.
- Es wird die Durchflussrate ermittelt und über zwei Kurzschlussdetektoren Füllstände ermittelt.
- Die Rotationspumpe wird mit einem drehzahlgesteuerten Gleichstrommotor betrieben.
- Die Heizelemente sind leistungsgeregelt.
- Die Bezugswassertemperatur wird über einen elektronischen Mischer geregelt.
- Zum Schutz vor Verkalkung wird ein Leitwertsensor verwendet.

Technische Beeinflussbarkeit der Geschmacksache Kaffee

Aktueller Stand der Entwicklungsarbeiten - Regelkreise

Die Realisierung der einzelnen Funktionen der Siebträger-Espressomaschinen erfolgt über Regelkreise. Die Sollwerte der jeweiligen Regelkreise sind so definiert, dass diese neben dem Einzahlenwert auch einen Werteverlauf über die Zeit annehmen können.

- Regelkreis Boilerdruck - PD-Regler
Während der Aufheizphase erfolgt zusätzlich eine Entschichtung durch Umpumpen des Boilerwassers. Der Boilerdruck wird anhand des Heizelements hergestellt. Stellgröße ist die Heizleistung, Sollwert ist der Boilerdruck.
- Regelkreis Füllstand - 2-Punkt-Regler
Anhand eines Kurzschlussdetektors wird der Füllstand detektiert und bei Bedarf auf Sollfüllstand gebracht. Stellgrößen sind die Pumpendrehzahl und Magnetventilstellungen, Sollwert ist der Kurzschluss, welcher bei einem definiertem Wasserstand im Boiler erkannt wird.
- Regelkreis Wasserförderung - PID-Regler
Wasserförderungen werden entweder mit fester, meist 100%, Drehzahlvorgabe oder auf eine definierte Flowrate geregelt. Stellgröße ist die Pumpendrehzahl, Sollwert ist die Durchflussrate.
- Regelkreis Bezugswassertemperatur - PID-Regler
Die Bezugswassertemperatur wird anhand der Mischung aus Kalt- und Heißwasser hergestellt. Stellgröße ist die Steuerspannung des Mischventils, Sollgröße ist die Wassertemperatur.
- Regelkreis Preinfusion - PID-Regler plus Prozessablauf
Dieser Regelkreis und die Prozessabläufe sind derzeit undefiniert.

Technische Beeinflussbarkeit der Geschmacksache Kaffee

Aktueller Stand der Entwicklungsarbeiten - Regelkreise

Neben den Regelkreisen verfügt das Maschinenkonzept über einige Sonderfunktionen.

- Halbautomatische Rückspülreinigung
Für die Rückspülreinigung/Spülung gibt es eine Schalterstellung bzw. ein Bedienfeld. Die Rückspülreinigung wird durch Druckaufbau ohne Flowrate erkannt. Es erfolgt ein Reinigungsablauf, da angenommen wird, dass sich ein mit Reinigungsmittel gefülltes Blindsieb im Siebträger befindet.
- Halbautomatische Entkalkung bzw. Glasboilerreinigung
Im Wartungsmenü befindet sich eine Funktion zur Maschinenentkalkung. Die Maschinenentkalkung ist ein mehrstufiger Prozess mit mehreren Spülungen und Füllungen sowie gezielten Überfüllungen.
- Optionale Profilverwaltung
Optional können Maschinenprofile (Bezugstemperatur, Preinfusion, Flowrate) abgespeichert und verwaltet werden um diese als Systemeinstellung in einem Automatik-Modus verwenden zu können.
- Systemlogging und Fehlerspeicher
Es wird ein Systemlogging durchgeführt. Bekannte Fehlfunktionen, welche durch die Sensoren erkannt werden können, werden im Display angezeigt und abgespeichert.

Technische Beeinflussbarkeit der Geschmacksache Kaffee

Aktueller Stand der Entwicklungsarbeiten - Softwareentwicklung

Beginn voraussichtlich Nov/Dez-2020

Die Softwareentwicklung startet, sobald die Systemelektronik zur Verfügung steht.

Die Entwicklung erfolgt in Python auf Raspberry Pi. Erst nach vollständiger Implementierung der Software und ausgiebigen Testläufen erfolgt eine Umsetzung in Microcontroller C für dsPIC33.

Stufenweise Softwareentwicklung

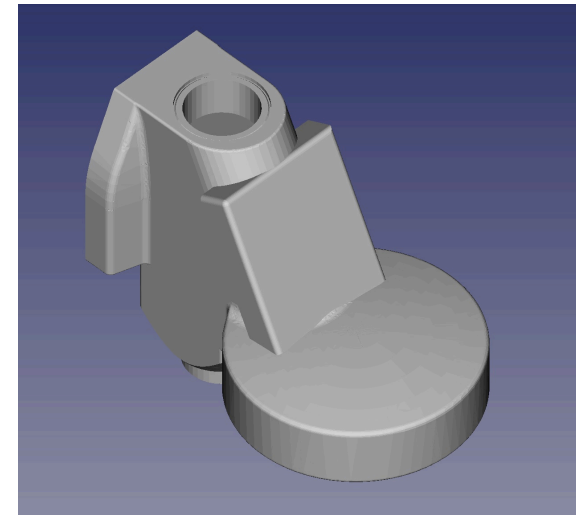
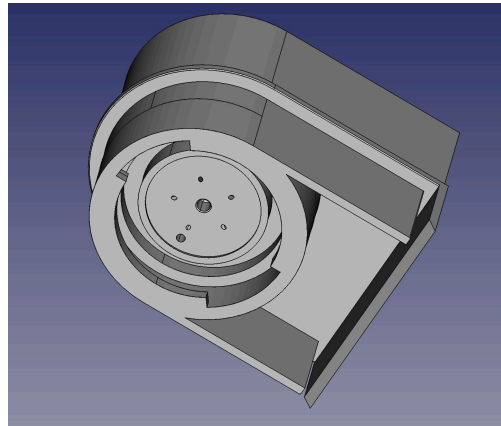
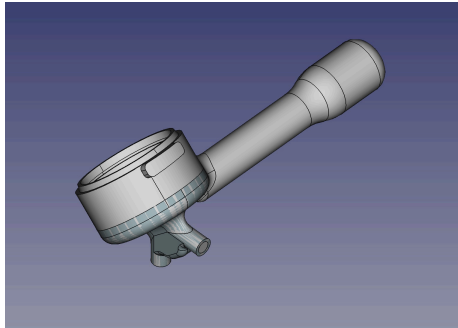
- Grafische Bedienungs Oberfläche in MATLAB®
- Messdatenerfassung und Signalanalyse
- Magnetventilansteuerung
- Pumpenansteuerung und Volumenstromregelung
- Boilerdruckregelung mit Entschichtung
- Übernahme der Mischerregelung aus Abschlussarbeit Felix Müller
- Kaffeebezug und Teewasserbezug
- erster Preinfusionsregler (eigenes Preinfusionskonzept)
- Displayausgabe
- Tasten-Bedienung
- E61-Hebelbedienung
- weitere Preinfusionsregler (Abbildung vorhandener Preinfusionskonzepte)
- Profilverwaltung

Technische Beeinflussbarkeit der Geschmacksache Kaffee

Aktueller Stand der Entwicklungsarbeiten - Kalte Brühgruppe mit kaltem Siebträger

Finale Konstruktion für das Fertigungsverfahren 3D-Druck für den kalten Siebträger und drei Varianten der kalten Brühgruppe.

Vorgesehener Start im Oktober 2020.



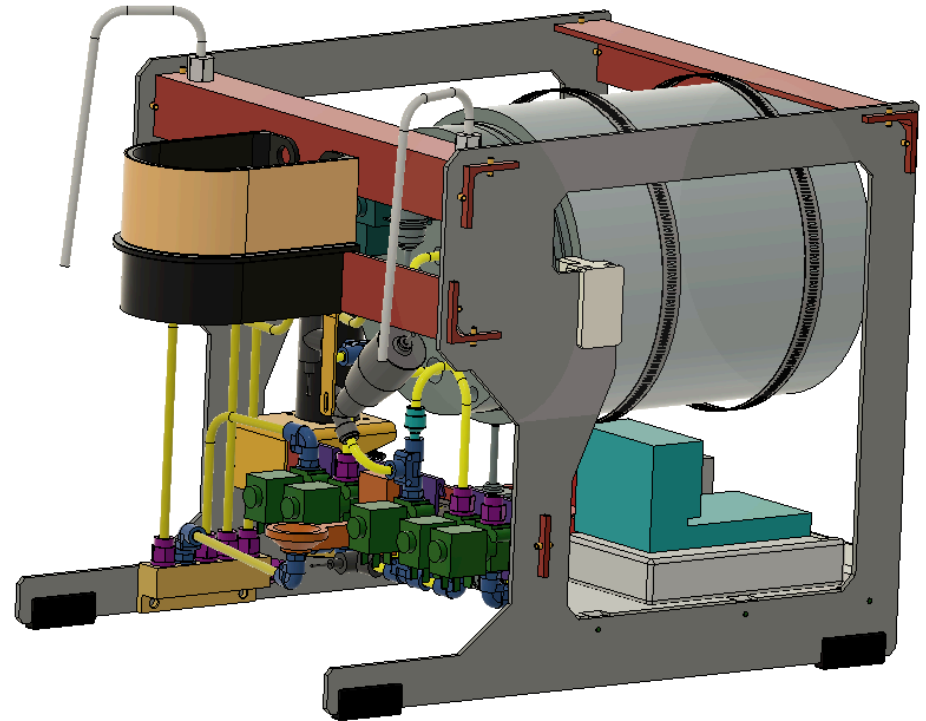
Technische Beeinflussbarkeit der Geschmacksache Kaffee

Aktueller Stand der Entwicklungsarbeiten - Labor

Die Konstruktion des Grundrahmens ist abgeschlossen.

Die nächsten Schritte

- erste Inbetriebnahme, dabei Festlegung der Positionen der Elektronikkomponenten
 - Fertigungsmittelkonstruktion
 - Konstruktion Abtropfwanne
 - Konstruktion Tassenwärmer
 - Gehäusedesign
-
- Starttermin September 2020



Technische Beeinflussbarkeit der Geschmacksache Kaffee

Aktueller Stand der Entwicklungsarbeiten - Style

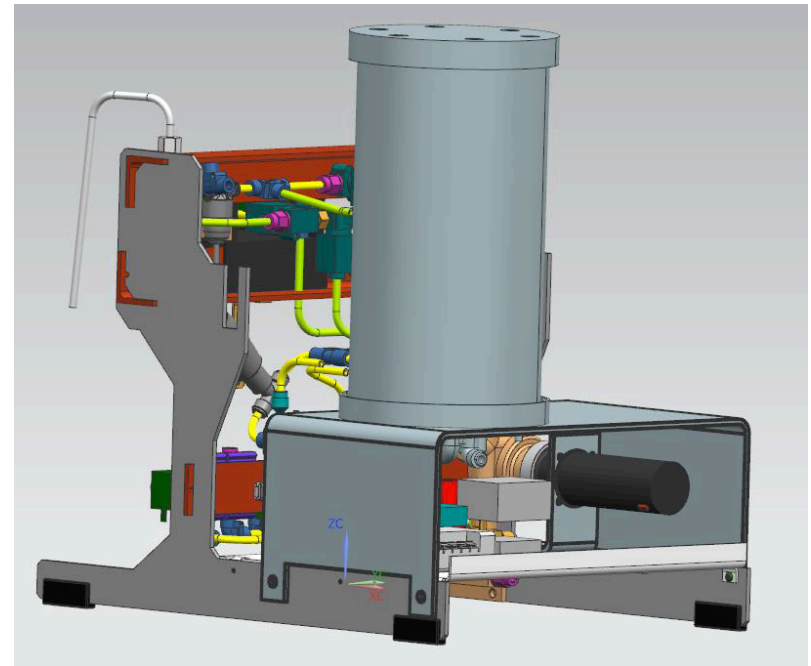
Die Konstruktion des Grundrahmens unter Verwendung möglichst vieler Gleichteile zur Variante Labor ist abgeschlossen.

Mehrgruppige Systeme werden durch Multiplikation der Grundvariante dargestellt.

Die Realisierung einer Mehrgruppen-Elektronik ist derzeit offen.

Die nächsten Schritte

- Konstruktion einer „Under-Table“ Variante (Start Oktober 2020)
 - erste Inbetriebnahme, dabei Festlegung der Positionen der Elektronikkomponenten
 - Fertigungsmittelkonstruktion
 - Gehäusedesign
 - Konstruktion der Wassertank-Option
-
- Start: frühestens März 2021



Technische Beeinflussbarkeit der Geschmacksache Kaffee

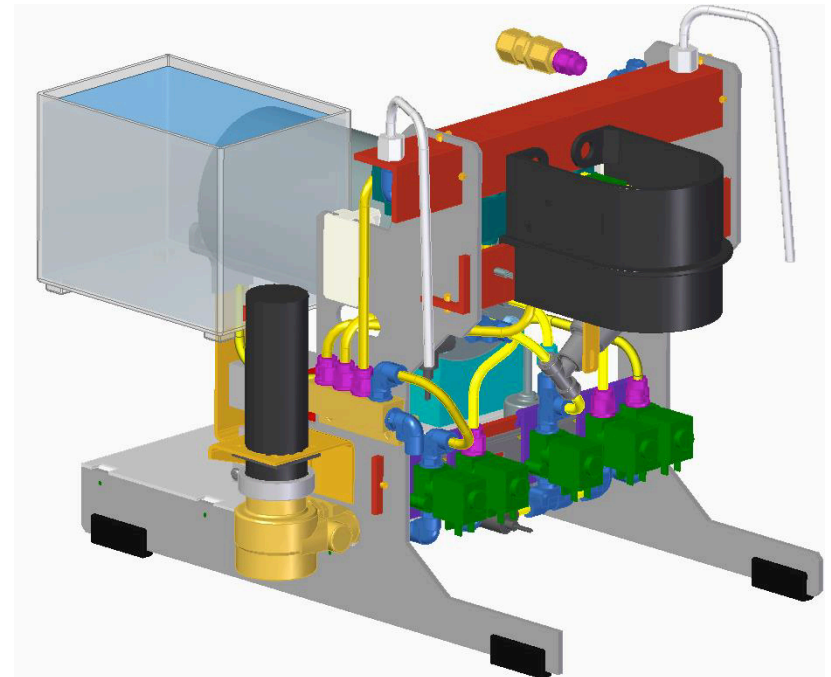
Aktueller Stand der Entwicklungsarbeiten - Home

Die Konstruktion des Grundrahmens ist abgeschlossen und nahezu identisch zur Variante Labor.

Die nächsten Schritte

- Inbetriebnahme mit den Erkenntnissen aus der Inbetriebnahme der Variante Labor
- Fertigungsmittelkonstruktion
- Konstruktion Wassertank
- Gehäusedesign

- Start: frühestens März 2021



Technische Beeinflussbarkeit der Geschmacksache Kaffee

Aktueller Stand der Entwicklungsarbeiten - Bar

Die Grundkonstruktion des 7,2 l Boilers ist abgeschlossen.

Nächste Schritte:

- Finale Konstruktion des 7,2 l Boilers
- Auf Basis der Variante Labor eine Grundrahmenkonstruktion unter dem Gesichtspunkt möglichst viele Gleichteile zu verwenden
- Entwicklung einer Mehrgruppen-Elektronik
- Konstruktion Abtropfwanne
- Anpassung Tassenwärmer
- Gehäusedesign