

LEITFRAGEN SPRUNGINNOVATIONEN

1. Bitte beschreiben Sie den Kerngedanken Ihres Projekts. (max. 800 Zeichen)

Reduzierung des Energiebedarfs einer Siebträger-Espressomaschine auf das physikalisch Erforderliche. Dies bei schnellstmöglicher Aufheizzeit, die lediglich marginal von der theoretisch möglichen Zeit abweicht.

Reduzierung der Wärmeverluste, so dass nach dem Aufheizen der Maschine in einen Stand-By-Modus zurück gefallen wird. Jedes erforderliche Nachheizen für den konkreten Kaffeebezug reduziert sich hierdurch auf wenige Sekunden. Daraus ergibt sich eine konsequente Einhaltung der Verordnung Nr. 801/2013 der EU Kommission.

Keine Auswirkung der Reduzierung des Energiebedarfs auf das Geschmackserlebnis Kaffee. Eher gegenteilig durch konsequente Digitalisierung wird neben der Vereinfachung in der Maschinenbedienung der jeweils optimale Kaffeebezug hergestellt.

2. Was ist das Ziel Ihres Projekts? Welches Problem soll gelöst werden? (max. 1500 Zeichen)

Stand der Technik ist, dass übliche Siebträger-Espressomaschinen die Verordnung Nr. 801/2013 der EU Kommission nicht einhalten (können). Die in dieser Verordnung vorgeschriebenen Zeiten bis zu einer Stand-By-Schaltung reichen nicht aus um den aktuellen technischen Standard entsprechenden Maschinen auf das erforderliche Temperaturniveau aufzuheizen. Maschinen diesen Typs benötigen Aufheizzeiten zwischen 15 und 60 Minuten, daher bleiben diese dauerhaft eingeschaltet, um bei Bedarf sofort einen Kaffee herstellen zu können. Selbst nach 30 minütiger Abkühlung wird wieder ein 10 bis 20 minütige Aufheizphase benötigt.

Sind solche Maschinen einmal aufgeheizt geben diese kontinuierlich zwischen 160 und 260 Watt Wärmeleistung aufgrund fehlender entsprechender Eigenschaften an die Umgebung ab. Bei einer Betriebszeit von ca. 12 Stunden ergibt sich ein unnötiger Energieverbrauch von 1920 bis 3100 Watt-Stunden täglich bzw. bezogen auf eine Nutzungsdauer von 300 Tagen im Jahr zwischen 570 (Stromkosten 182 €, 228 kg CO₂) und 930 (Strompreis 300 €, 372 kg CO₂) Kilowatt-Stunden. (Die Grundlage dieser Berechnung ist eine Maschine mit 1,8 Liter Wasserboiler und übliche freistehende sogenannte E61-Brühgruppe).

Das Projekt löst diese Problematik dahingehend, dass die Aufheizzeit der Siebträger-Espressomaschine mit 1,8 Liter Boiler auf 6 Minuten verkürzt, die in die Umwelt abgegebene Wärmeleistung der Brühgruppe vollkommen und die restliche Wärmeabgabe um mindestens 75 % reduziert wird.

3. Wer genau profitiert von Ihrem Projekt und wer sind potentielle Kunden? (max. 800 Zeichen)

Der potentielle Kunde ist die zunehmende Anzahl an Personen und Haushalte welche vorzugsweise italienische Kaffeegetränke wie Espresso und Cappuccino auch zu Hause genießen wollen. Dies ist ein stark wachsendes Marktsegment. Innerhalb der 166 Liter Kaffee pro Kopfverbrauch in Deutschland allerdings eine Umverteilung.

Das Projekt ist auch dazu geeignet es auf sogenannte Gastromaschinen zu adaptieren. Durch die längere tägliche Betriebsdauer, mehr Nutzungstage im Jahr, höheren Leistungswerte und Oberflächengrößen sind die Ersparniswerte dann erheblich größer.

Es profitiert der Nutzer in Form von geringeren Energiekosten. Insgesamt ist es ein Beitrag zum Umweltschutz. Bei ansprechendem Marktanteil ist eine ansprechend große CO₂-Einsparung möglich.

4. Wie würde eine Welt aussehen, in der Ihre Innovation erfolgreich umgesetzt wurde? Inwiefern verändert sich z.B. unser Leben oder das bestehende Marktgefüge? (max. 1500 Zeichen)

Wenn die Innovation sich durchsetzt, wird diese sich auch zum Verbau im niedrigpreisigen Segment für Siebträger-Espressomaschinen wirtschaftlich rechnen. Was wiederum zu einer weiteren Verbreitung dieser Innovation führen wird.

Die Wettbewerber im Markt werden einer Veränderung des bestehenden Marktgefüges entgegenwirken. Andererseits werden die aktuellen Wettbewerber einer Anpassung an neue energiesparendere Konzepte durchführen müssen. Denn die Diskussionen und Proteste für mehr Umweltschutz und mehr Engagement in Bezug auf Energieersparnis kann sich kein Marktteilnehmer entziehen. Insbesondere dann nicht, wenn durch diese Innovation eine Lösung im Markt platziert ist. Insbesondere auch dann nicht, wenn die Einhaltung der Verordnung Nr. 801/2013 der EU Kommission, aufgrund vorhandener technischer Lösungen im Markt, verstärkt eingefordert wird.

Insgesamt betrachtet wird, wenn sich diese Innovation durchsetzt, der CO₂-Footprint bei Siebträger-Espressomaschinen um deutlich über 75% verbessert werden.

5. Was ist neu an Ihrem Ansatz? Wie sieht die genaue Umsetzung aus und warum glauben Sie, dass Ihr Ansatz erfolgreich sein wird? (max. 1500 Zeichen)

Diese Siebträger-Espressomaschine besteht aus einem beheizten Boiler für den Dampf zur Herstellung von Milchschaum. Darin integriert ist ein Wärmetauscher für das Kaffeebezugswasser. Der Boiler wird vollumfänglich und maximal mit Isolationsmaterial ummantelt, alternativ wird ein Boiler aus Doppelverglasung verwendet.

Für die Verkürzung der Aufheizzeit wird während der Aufheizphase bis ca. 100 °C Wassertemperatur die Dampfleitung geöffnet.

Es wird eine ungeheizte Brühgruppe verwendet und alle Wasserleitungen werden als Kunststoffrohre ausgeführt, so dass lediglich geringste Wärmeverluste entstehen.

Die Temperatur des Kaffeewassers wird über einen Mischer regelungstechnisch hergestellt. In Verbindung mit den thermischen Eigenschaften der Maschine lassen sich hierdurch von einem Kaffeebezug zum anderen die Bezugstemperatur und der Bezugstemperaturverlauf verändern. Die optimale Kaffeebezugswassertemperatur variiert von Kaffeesorte zu Kaffeesorte. Sie ist aber auch abhängig vom individuellen Geschmack des Kaffeetrinkers. Die integrierte Systemelektronik sorgt zudem dafür, dass ein gleichmäßiger Kaffeewasserdurchfluss und damit eine gleichmäßige Extraktion des Kaffees erfolgt. Dies gleicht Abweichungen im Kaffeemahlgrad und im Tamperdruck aus.

Die Merkmale, Energieeinsparung, kurze Aufheizzeit und die Optimierung des Kaffeegeschmacks an die persönlichen Belange des Nutzers sind die Merkmale, die die Innovation zum Erfolg führen werden.

6. Wie wird das, was Sie erreichen wollen, bisher gemacht? Worin sehen Sie die Grenzen / Schwachstellen der derzeitigen Praxis? (max. 1500 Zeichen)

Sogenannte Zweikreis-Siebträger-Espressomaschinen sind ähnlich aufgebaut wie die dargestellte Innovation. Isolierungen sind vorhanden jedoch fehlt die effiziente Isolierung des Boilers zur Reduzierung der Wärmeverluste.

Die Rohrleitungen sind als Kupferleitung ohne Isolierung ausgeführt und die Brühgruppe aus Messing mit 1 bis 3 % Bleianteil. Die Brühgruppe muss dann zwangsweise beheizt werden, da sonst eine deutliche Reduktion der Kaffeebezugswassertemperatur erfolgt.

Durch mehr Heizleistung bzw. kleinere Boiler wird versucht die Aufheizzeit zu verkürzen. Dies gelingt aufgrund der aufzuheizenden Brühgruppe allerdings nur marginal. Maschinen mit der Regelungsgröße Boilerdruck benötigen zudem ein manuelles Öffnen des Dampfahns um die entstehende thermische Schichtung im Boiler aufzubrechen. Dies verlängert zusätzlich die o.g. Aufheizzeiten.

Eine Veränderung der Kaffeebezugswassertemperatur von Kaffeebezug zu Kaffeebezug ist bisher nicht möglich bzw. erfordert längere Wartezeiten für Abkühlen bzw. weiteres Aufheizen der Maschinenbaugruppen.

Maßnahmen zur Optimierung und Individualisierung des Kaffeegeschmacks werden eher über eine Druckregelung als eine Durchflussregelung realisiert. Inwieweit in dem geschlossenen System mit variablen Strömungswiderständen allerdings eine funktionierende Druckregelung des Kaffeebezugswasser möglich ist, ist fraglich.

7. Wer arbeitet an einem gleichen oder an ähnlichen Vorhaben wie Sie? (max. 1500 Zeichen)

Alle Anbieter von Siebträger-Espressomaschinen befinden sich in der Entwicklung von Maßnahmen zur Optimierung und Individualisierung des Kaffeegeschmacks, oder haben diese bereits in den Markt eingeführt.

Die Fa. Xenia entwickelt mit dem Projekt „Maschine 303“ (<https://xenia.coffee/maschine-303>) an einem Projekt zur Reduzierung des Energiebedarfs. Boiler und Brühgruppe sollen über ein „Aerogel“ isoliert werden. Die Brühgruppe soll über zwei Heizpatronen beheizt werden.

Über weitere Entwicklungen zur Steigerung der Energieeffizienz sowie Glas als Boilermaterial ist aktuell nichts bekannt.

8. Wie ist der aktuelle Stand des Vorhabens? Was sind Ihre nächsten Schritte in der Entwicklung? (max. 1500 Zeichen)

Das Projekt wird über die Lehrinhalte „Projektarbeit“ und „Abschlussarbeit“ der Fakultät 03 der Hochschule München vorangetrieben. Bislang wurden durch 86 Studierende insgesamt 18.535 Arbeitsstunden in das Projekt investiert.

Die erforderliche einheitliche zentrale Steuerungseinheit sowie der Brühgruppe ist in ausreichender Anzahl für Prototypen, Softwareentwicklung und Testeinrichtungen vorhanden. Aktuell bestehen Lieferschwierigkeiten bei Leistungsschaltern.

Für die Softwareentwicklung wurde ein Entwicklungsprozess definiert und die Basisfunktionalität der zentralen Steuereinheit kann softwareseitig angesprochen werden.

Eine erste Variante des Glasboilers wurde 2020 in der Funktionalität getestet. Die Erprobung einer zweiten Variante mit optimiertem Wärmetauscher und verbesserter Isolierung am Boilerdeckel wird für das Q1/2022 angestrebt.

Der Komplettaufbau einer Siebträger-Espressomaschine mit 3,6 Liter Boiler befindet sich in der finalen Realisierung. Ein erster Kaffeebezug hieraus wird für 12/2021 - 01/2022 angestrebt.

Für Q1/2022 ist der Aufbau einer Maschine mit 1,8 Liter Boiler angestrebt, der als Demonstrator für die Fa. TURNUS Espresso GmbH dienen wird.

Nach Fertigstellung der Prototypen mit 1,8 Liter und 3,6 Liter Boiler werden Demonstratoren für das Bedienungskonzept sowie die, für die Funktionalität erforderlichen, Regelkreise programmiert werden. Zur Verkürzung des Entwicklungsprozesses erfolgt dies in einem Hardware-In-the-Loop Verfahren.

9. Was spricht gegen Ihr Vorhaben? Welche technologischen, wirtschaftlichen oder gesellschaftlichen Herausforderungen sehen Sie? (max. 1500 Zeichen)

Als gesellschaftliche Herausforderung wird die Akzeptanz von Kunststoffen in der Siebträger-Espressomaschine angesehen. Allgemein befindet sich das Energieeffizienzproblem von Siebträger-Espressomaschinen nicht im Bewusstsein der Gesellschaft. Die Größe des Problems und die damit verbundenen Einsparpotenziale werden nicht wahrgenommen. Daher wird über alternative Werkstoffe nicht nachgedacht. Kunststoffe (= Plastik) verfügen über kein positives Materialimage.

Ein weiteres Problem stellt die Akzeptanz der überwiegend neuen, ungewohnten Technik gegenüber dem bisherigen Standards dar. Inwieweit wird es möglich sein, die Innovation als positive Veränderung darstellen zu können.

Technologisch bilden die verknüpften Regelkreise von Pumpenleistungssteuerung mit der Stellgröße Wassermenge bzw. stat. Systemdruck in Verbindung mit der Regelung der Kaffeebezugswassertemperatur, welche über ein Mischventil gleichzeitig eine Störgröße darstellt die aktuell erkannte größte Herausforderung dar. Beide Regelkreise sind alleinstehend technischer Standard verknüpft jedoch technisch unüblich.

Eine weitere Herausforderung wird die Entwicklung der serientauglichen Elektronik sein. Dies kann nicht über Personalaquise innerhalb der eigenen Fakultät, in Form von Projekt- oder Abschlussarbeit abgedeckt werden.

10. Gibt es bereits einen Machbarkeitsnachweis (bspw. Testergebnisse und Demonstratoren) hinsichtlich der Funktionsweise oder Realisierbarkeit Ihres Projekts? Wenn ja, fügen Sie bitte die entsprechende Dokumentation dem Anhang bei. (max. 1500 Zeichen)

Für die technische Machbarkeit des Glasboilers wurde ein Versuchsaufbau realisiert. Eines der Ergebnisse aus diesem Versuchsaufbau ist unter <https://www.youtube.com/watch?v=P9u3NpBIATE> zu sehen.

Dokumente: [Datei:20200520 Borosilikatboiler Versuchsaufbau.pdf](#)

11. Wie viel wird Ihr Vorhaben voraussichtlich kosten? (max. 800 Zeichen)

Für die Personalkosten werden zwei Szenarien in Betracht gezogen.

1.) In Form studentischer Hilfskräfte, Projektarbeiten und Abschlussarbeiten

- Elektronikentwicklung ca. € 40.000
- Softwareentwicklung ca. € 40.000
- Prototypenbau ca. € 20.000
- mechanische Entwicklungsleistungen € 20.000

2.) In Form wissenschaftlicher Mitarbeiter

- Elektronik- und Softwareentwicklung ca. € 200.000
- Entwicklung Mechanik ca. € 200.000

Bis zur Serienreife wird der Bau von insgesamt 9 Prototypen bzw. Serienvorläufern angestrebt. In dieser Phase der Entwicklung werden einmalige Werkzeugkosten anfallen. Die Kosten dazu betragen ca. € 35.000

Nicht enthalten ist eine Kostenschätzung für die Industrialisierung.

12. Wie viel Zeit wird Ihr Vorhaben in Anspruch nehmen und welche Meilensteine sollen wann erreicht werden? (max. 1500 Zeichen)

Aktuelle Projektplanung:

Entscheidung Pumpentechnologie	12/2021
Erster Kaffeebezug 3,6 Liter Labormaschine	01/2022
1,8 Liter Kaffeemaschine Betriebsbereitschaft	Q1/2022
Glasboiler Betriebsbereitschaft	Q1/2022
Entwicklung Regelungstechnik	SoSe 2022
Entwicklung Bedienkonzept	SoSe 2022
Re-Design 3,6 Liter Labormaschine	SoSe 2022
Konstruktion Glasboilermaschine	SoSe 2022
Designabschluss (Gehäuse, sichtbare Komponenten) Universität für angewandte Kunst Wien	SoSe 2022
Start Konkretisierung Lieferanten, Komponentenfertigung	08/2022
Serienentwicklung Systemsteuerung	WiSe 2022/23
Seriennahmer Prototyp 3,6 Liter Labormaschine	WiSe 2022/23
Seriennahmer Prototyp 1,8 Liter Kaffeemaschine	WiSe 2022/23
Prototyp Glasboilermaschine (Erweiterung Glasboiler auf Maschine)	WiSe 2022/23
Start Industrialisierung	SoSe 2023

13. Wie kann SPRIND Ihr Projekt, auch jenseits einer finanziellen Unterstützung, hilfreich unterstützen? (max. 800 Zeichen)

14. Woran kann man im Verlauf Ihrer Arbeit bzw. nach Realisierung Ihres Projekts den Erfolg messen? (max. 800 Zeichen)

Der Erfolg des Projekts ist Genießbar und reduziert spürbar die Energiekosten des jeweiligen Nutzers.

Ist das Projekt erfolgreich, wird mit der einzelne Nutzer eine Einsparung bei den Energiekosten von mindestens € 180 feststellen können. Gleichzeitig vereinfacht sich für den Nutzer die Herstellung von italienischen Kaffeegetränken.

Letztlich ist der Erfolg des Projekts an den Verkaufszahlen des Industriepartners messbar.

15. Wo sehen Sie die besonderen Stärken bei sich und Ihrem Team? Gibt es noch Bereiche in denen Sie bzw. Ihr Team weitere Unterstützung benötigen? (max. 1500 Zeichen)

Die Stärken des Teams bzw. der Entwicklungsweise liegt in der Nutzung studentischer Ressourcen der Fakultät 03 (Maschinenbau, Fahrzeugtechnik, Flugzeugtechnik) der Hochschule München. Allerdings liegt darin auch eine der Schwächen. Es besteht eine hohe Fluktuation in der Personalressource, die dadurch aufgefangen wird, dass die Projektleitung intensiv in fachliche Details des Projekts eingebunden ist. Ein zusätzlicher Projektsachbearbeiter, welcher in ähnlicher fachlicher Tiefe und Kompetenz das Projekt begleiten könnte würde diese Situation erheblich verbessern.

Eine weitere Stärke ist, dass für die Entwicklung auf einen Hardware-in-the-Loop-Prozess gesetzt wird. Dies vereinfacht den Entwicklungsprozess insbesondere im Bereich der Abstimmung der Regelkreise.

Unterstützung ist im Bereich Elektrotechnik und bei der Softwareentwicklung erforderlich. Ressorübergreifende Kooperationen, sind in der Umsetzung immer recht schwierig und funktionieren nur dann, wenn der Suchende die beim Gesuchten entstehenden Kosten durch vorhandene Budgetmittel übernehmen kann.

16. Aus reinem Interesse (nicht relevant für die Bewertung Ihres Projektes): Wie sind Sie auf uns aufmerksam geworden?

Durch einen Beitrag in der Nachrichtensendung tagesthemen.

DATENSCHUTZERKLÄRUNG:

Ich/wir, , erkläre/n mich/uns mit der Verarbeitung meiner/unserer Daten entsprechend der Datenschutzerklärung der SprinD GmbH mit Datum vom 10.06.2020 einverstanden.

Berechnung Energieverbrauch üblicher Siebträger-Espressomaschinen

Für das theoretische Aufheizen wird die erforderliche Energie in Joule bzw. Ws benötigt.

$$Q = C \cdot m \cdot \Delta\vartheta$$

mit

$$C = 4190 \frac{Ws}{kg \cdot K}$$

$$m = 1,4 \text{ kg (Wasserfüllung des 1,8 Liter Boilers)}$$

$$\Delta\vartheta = 400 \text{ K} - 290 \text{ K} = 110 \text{ K (ca. } 128^\circ\text{C für den erforderlichen Boilerdruck von 1300mbar)}$$

ergibt sich $Q = 645.260 \text{ Ws} = 0,179 \text{ kWh}$ für einmaliges vollständiges Aufheizen der Maschine. Bei einem Heizelement mit 1,8 kW Leistung ist das Wasser theoretisch nach $t_{Aufh} = 358,5 \text{ s}$, also rund 6 Minuten aufgeheizt.

Der „Wärmeverlust“ erfolgt über die nicht isolierten Oberflächen der aufgeheizten Maschinenteile. Dies sind der Boiler selbst und die frei stehende Brühgruppe.

Wärmeübergang Boiler zu Luft. Bei einer Boileroberfläche des 1,8 Liter Boilers von 92.300 mm^2 und einem Wärmeübergangskoeffizienten $\alpha = 20 \frac{W}{m^2 \cdot K}$ ergibt $\dot{Q} = 203 \text{ W}$ und bei einer Nutzung von 12 Stunden je Tag bei 300 Tagen im Jahr $Q_{Jahr} \approx 730 \text{ kWh}$

Für die offene Brühgruppe (E61) ergibt sich bei einer Oberfläche von ca. 27.000 mm^2 und den gleichen Annahmen zu Übergangskoeffizienten $\dot{Q} = 60 \text{ W}$ und $Q_{Jahr} \approx 216 \text{ kWh}$

Berechnet über

$$Q = \alpha \cdot A \cdot (\vartheta_{Boiler} - \vartheta_{Umgebung})$$