

Preinfusion, was bringt's?

Projektarbeit Mess- und Regelungstechnik rund um die Kaffeemaschine



von
Sebastian Raguseo
Matrikel-Nr. 2600191

und
Markus Pietzonka
Matrikel-Nr. 2606008

Betreuer: Prof. Dr. rer. nat. Ketterl
Fakultät Maschinenbau
HS Regensburg



Inhaltsverzeichnis

1. Aufgabenstellung.....	2
2. Definition Preinfusion	3
3. Messverfahren.....	4
3.1.Trübung des Espresso.....	4
3.2.Geschmack des Espresso.....	4
3.3.Bewertung der Crema.....	4
4. Auswertung mit Messungen.....	5
5. Fazit.....	7
6. Quellen.....	8
7. Anhang: Puckuntersuchung Frau Hiltl.....	9

1. Aufgabenstellung

In diesem Arbeitspaket wird die so genannte Preinfusion näher untersucht. Da sich bereits in diversen Foren um das Thema Kaffee über dieses Verfahren bei der Kaffeeherstellung diskutiert wird, startet das Projekt mit einer Internetrecherche. Dabei wurde die Definition der Preinfusion und die Methoden erarbeitet. Auf Meinungen aus diversen Kaffeeforen wurde dabei besonders wertgelegt, um daraus die Grundlagen unserer Untersuchungen zu gewinnen. Da es Kaffeebohnen gibt, die gut bzw. schlecht für die Preinfusion geeignet sind, soll zudem jeweils eine Sorte für beide Fälle gefunden werden, um diese in die Versuche zu integrieren. Zur Durchführung der Messreihen stand uns eine Carimali Uno Siebträgerkaffeemaschine zur Verfügung.

Um möglichst gute Aussagen treffen zu können, ob die Preinfusion Einfluss auf die Kaffeezubereitung hat, werden Messreihen mit unterschiedlichen Variablen, die am Versuchsgerät verstellbar sind, aufgenommen. Zum einen ermöglicht es die Kaffeemaschine, zunächst den Leitungsdruck und anschließend, zusätzlich per Knopfdruck, den eigentlichen Brühdruck auf den Siebträger zu geben. Zum anderen steht ein angeschlossenes Druckventil zur Verfügung, das ein genaues Einstellen des Wasserleitungsdruckes zulässt. Eine weitere Variable dieser Untersuchung sind die verwendeten Kaffeebohnen. Zudem wird die Preinfusionsdauer variiert.

Bewertet werden die Messungen über die Crema, die Trübung und den Geschmack. Dabei werden die sensorischen Fähigkeiten der Tester zuvor von der Projektgruppe „sensorische Messung“ kalibriert, um eine möglichst objektive Bewertung zu erzielen. Durchgeführt werden die Messungen mit der so genannten „Preinfusion durch Leitungsdruck“. Ausführliche Beschreibungen dazu findet man im folgenden Kapitel „Definitionen“.

Die Trübung wird mit einem Refraktometer bestimmt und die Brühzeit sowie die Preinfusionszeit durch herkömmliche Stoppuhren. Der Leitungsdruck kann am Druckventil abgelesen werden.

Bei diesem Versuch soll untersucht werden, ob die Preinfusion Auswirkungen auf die Kaffeequalität hat und ob diese in Abhängigkeit zu den oben genannten Variablen stehen, wodurch sich folgende Fragestellungen ergeben:

- Was bewirkt eine unterschiedliche Preinfusionszeit?
Bei gleichem Druck und gleichen Kaffeebohnen soll der Einfluss der Preinfusionszeit auf den gekochten Espresso gemessen werden.
- Was bewirkt ein variierender Leitungsdruck?

Bei gleichen Kaffeebohnen und Preinfusionszeit sollen Abhängigkeiten vom Leitungsdruck bestimmt werden.

- Gibt es geeignete und ungeeignete Kaffeebohnen für die Preinfusion? Hier sollen zwei aus Foren gewählte Kaffeesorten, wobei sich die eine gut und die andere schlecht für die Preinfusion eignet, untersucht werden.

Um einigermaßen aussagekräftige Werte zu erhalten und dennoch keine Lebensmittel zu verschwenden, wurden pro angefahrenen Messpunkt 5 Messungen aufgenommen.

Zudem führte Frau Eva Maria Hiltl eine Puckuntersuchung bei Preinfusion durch, die im Anhang dieser Auswertung zu finden ist.

2. Definition Preinfusion

Unter dem Begriff Preinfusion versteht man das Befeuchten des Kaffeemehls vor der eigentlichen Extraktion, in dessen Folge das Kaffeemehl aufquillt. Mit dieser Methode sollen die Aromastoffe des Kaffees besser gelöst werden. Es gibt viele verschiedene Methoden der Preinfusion:

- **Preinfusion durch Düsen:** In den Wasserweg durch die Brühgruppe wird eine Düse von rund 1mm Durchmesser eingebaut, die den Wasserfluss bremst und dadurch den Druckaufbau gegen das Pulver verlangsamt. Je kleiner der Durchmesser, desto länger dauert der Druckaufbau. Diese Eigenschaft weisen fast alle Maschinen mit Rotationspumpe auf, weil diese durch die hohe Fördermenge einen nahezu schlagartigen Druckaufbau haben. Anstelle der Düse lässt sich auch ein stufenlos einstellbares Nadelventil verwenden.
- **Preinfusion durch Leitungsdruck:** Diese Methode lässt sich sehr leicht bei allen Maschinen mit Festwasseranschluss nachbauen, indem man in die Stromversorgung der Pumpe einen zusätzlichen Schalter einbaut. Damit lässt sich die Druckerhöhung unterbinden und es wird mit dem Leitungsdruck gebrüht. Der lässt sich durch einen der Maschine vorgeschalteten Druckventil leicht einstellen. Sobald die Preinfusionszeit zu Ende ist, gibt man die Pumpe frei. Dies geschieht an der Versuchsmaschine per Knopfdruck.
- **Zeitgesteuerte Preinfusion:** Mit dem verstärkten Einsatz von Elektronik in den Espressomaschinen bot sich diese Variante an. Die Bordelektronik schaltet wie bei der manuellen Preinfusion Pumpe und Magnetventil, bei einigen Maschinen auch getrennt. Die Dauer lässt sich theoretisch beliebig programmieren, allerdings stehen bei vielen Modellen nur verschiedene Sekundenzahlen zwischen 1 und 5 zur Auswahl.
- **Die manuelle Preinfusion:** Zu Beginn des Bezugs lässt der Benutzer die Pumpe nur etwa 1-2 Sekunden lang eingeschaltet, lässt das befeuchtete Pulver 5-10 Sekunden lang quellen und startet dann erst wieder die Pumpe für den eigentlichen Brühvorgang.

Pumpe und Magnetventil werden hier aufgrund der technischen Gegebenheiten immer parallel geschaltet.

3. Messverfahren

Bei den Messungen wurden drei Messgrößen beobachtet. Zum einen wurde die Trübheit des Espresso mit einem Refraktometer gemessen. Die daraus ermittelten Werte geben die Lichtdurchlässigkeit von Flüssigkeiten in [Brix%] an. Ein weiterer wichtiger Faktor dieses Versuchs war der Geschmack, dabei sind zahlreiche Tipps der Projektgruppe „Sensorische Prüfungen“ in die Messreihen miteingeflossen.

3.1 Trübung

Die Funktionsweise eines Refraktometers kann wie folgt beschrieben werden:

Die Lichtgeschwindigkeit c hat im Vakuum den Wert 300.000 km pro Sekunde. Verändert sich nun allerdings die Dichte des Mediums, durch welche sich das Licht bewegt, so wird die Geschwindigkeit gesenkt. Bei Glas z.B. um ein Drittel auf etwa 200.000 km pro Sekunde. Die Beziehung zwischen der Lichtgeschwindigkeit im Vakuum und in einem Medium wird als Brechungsindex beschrieben. Da Luft fast identisch zum Vakuum ist, ist hier nur eine kleine Abweichung vorhanden und somit der Brechungsindex (immer >1) nahe 1. Trifft Licht auf eine Grenzschicht von Medien mit verschiedenen Brechungsindizes wird der Lichtstrahl abgelenkt. Wird der einfallende Winkel nun flacher so erhält man irgendwann das Phänomen der Totalreflexion. Diese Totalreflexion verwendet das Refraktometer zur Bestimmung der Lichtdurchlässigkeit. Bei der Messung entsteht eine auf der Skala des Instruments ablesbare Grenzschicht aus hell- und dunkelblau. Wo diese Grenzschicht die Skalenachse schneidet kann der vorhandene Wert in [Brix %] gemessen werden.

3.2 Geschmack

Der Geschmack wurde mit einer Überschneidung von sauer und bitter bewertet. Dabei reicht die Skala für Säure von 0 (=nicht sauer) bis 10 (=extrem sauer) und für Bitterkeit identisch von 0 (=nicht bitter) bis 10 (=extrem bitter).

3.3 Crema

Bei der Bewertung der Crema wurde von eins bis drei benotet. Falls kaum Crema auf dem Espresso vorhanden war, wurde mit einer „1“ benotet. Die „2“ steht für „wenig Crema vorhanden/ Crema nicht stabil“. Die Bestnote „3“ bedeutet somit „viel Crema vorhanden / stabile Crema“. Die Menge der Crema wurde dabei optisch ermittelt. Die Stabilität der Crema wurde durch das Schließen der Crema nach Einwurf einer bestimmten Menge Zucker bewertet.

4. Auswertung mit Messungen

Bei der ersten Messung wurde bei konstantem Leitungsdruck von zwei Bar und einer Kaffeemenge von 19 g, wobei ein Mahlgrad von 7,5 vorgegeben wurde, die Preinfusion mit verschiedenen Preinfusionszeiten durchgeführt. Es wurden jeweils fünf Messungen pro Messzeit aufgenommen.

Variieren der Preinfusionszeit: Leitungsdruck 2bar; Kaffeemenge 19g; Mahlgrad 7,5

Messung	Preinfusionszeit								
	5s			8s			10s		
	Crema	Trübung	Geschmack	Crema	Trübung	Geschmack	Crema	Trübung	Geschmack
1	3	17	S2 - B6	3	10	S4 - B5	3	10	S2 - B6
2	3	19	S5 - B5	3	8	S3 - B5	2	11	S3 - B4
3	2	17	S7 - B8	3	10	S3 - B4	2	14	S3 - B6
4	2	16	S2 - B7	3	12	S4 - B5	2	10	S2 - B4
5	1	20	S7 - B3	3	8	S3 - B4	3	13	S3 - B5
Mittelwert	2,2	17,8		3	9,6		2,4	11,6	
Standardab.	0,84	1,64		0	1,67		0,55	1,82	

Tabelle 4.1: Messreihe 1 zur Untersuchung der Preinfusion. Variation der Preinfusionszeit

Aus Tabelle 3.1 lassen sich die aufgenommenen Werte entnehmen. Zu erkennen ist, dass die Preinfusionszeit von acht Sekunden die besten Ergebnisse bezüglich Crema und Geschmack liefert. Lässt sich bei den Preinfusionszeiten von acht und zehn Sekunden eine ähnliche Trübung (Mittelwert: 8s: 9,6 Brix% 10s: 11,6 Brix%) des Espresso entnehmen, weist der Wert für fünf Sekunden eine deutlich höhere Trübung (Mittelwert: 17,8 Brix%) auf. Geschmacklich konnte man den Espresso bei einer Preinfusionszeit von fünf Sekunden weniger konstant beschreiben, da die Werte von Sauer und Bitter stark schwankten. Im Vergleich dazu schmeckte der Espresso bei zehn Sekunden leicht säuerlich und spürbar bitter. Der konstanteste und beste Geschmack wurde bei acht Sekunden Preinfusionszeit ermittelt. Dabei wurde ein guter Kompromiss aus Säure und Bitterkeit festgestellt.

In der darauffolgenden zweiten Messung wurde bei konstantem Mahlgrad von 7,5, Kaffeemenge von 19 g und einer Preinfusionszeit von acht Sekunden (ermittelt aus der ersten Messung) der Leitungsdruck an der Stellschraube verstellt. Wiederum wurden fünf Messungen pro Messzeit aufgenommen.

Variieren des Leitungsdrucks: Kaffeemenge 19g; Mahlgrad 7,5; Preinfusionszeit 8s

Messung	1bar			2bar			1,5 bar		
	Crema	Trübung	Geschmack	Crema	Trübung	Geschmack	Crema	Trübung	Geschmack
1	2	8	S7 - B5	3	10	S4 - B5	3	6	S1 - B8
2	2	9	S2 - B3	3	8	S3 - B5	2	6	S2 - B4
3	3	7	S3 - B5	3	10	S3 - B4	3	6	S0 - B3
4	3	8	S2 - B2	3	12	S4 - B5	3	5	S0 - B5
5	2	9	S1 - B2	3	8	S3 - B4	3	7,5	S0 - B3
Mittelwert	2,4	8,2		3	9,6		2,8	6,1	
Standardab.	0,55	0,84		0,00	1,67		0,45	0,89	

Tabelle 4.2: Messreihe 2 zur Untersuchung der Preinfusion. Variation des Leitungsdrucks

Bei der Messung wurde der Leitungsdruck zwischen ein, zwei, und 1,5 Bar variiert. Zuerst wurde ein maximaler Leitungsdruck von drei Bar verwendet, jedoch lief bereits vor Ende der Preinfusionszeit Kaffee in die Tasse. Bei der ersten Messung mit einem Bar Leitungsdruck war bis auf den ersten Espresso der Geschmack annähernd konstant. Der Kaffee schmeckte überwiegend leicht sauer sowie bitter. Bei 1,5 bar war der Geschmack kaum sauer aber spürbar bitter. Die besten Ergebnisse wurden mit zwei Bar Leitungsdruck festgestellt. Auch die Crema war bei diesem Druck sehr gut. Nach diesen zwei Messungen lässt sich bereits vorhersagen, dass die Preinfusionszeit und der Leitungsdruck bei dieser Kaffeesorte (chicco di caffè - Espresso Classico) im Zusammenspiel mit der Siebträgermaschine Carimali Uno in der Nähe von acht Sekunden und zwei Bar Leitungsdruck seine Idealwerte findet.

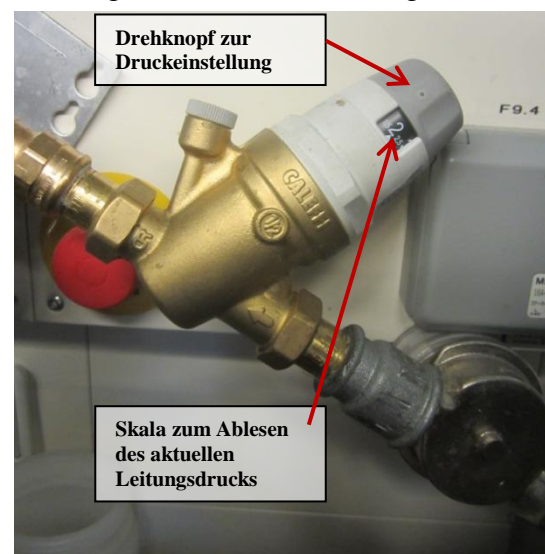


Abbildung 1: Ventil zur Einstellung des Leitungsdrucks

Zur Anwendung des dritten Testverfahrens, nämlich die Untersuchung, ob es geeignete oder nicht geeignete Kaffeesorten für die oben erhaltenen Preinfusionseinstellungen gibt, ist es leider nicht mehr gekommen, da wir für diese Untersuchung gerne Herrn Rehorik dabei gehabt hätten. Dieser zeigte großes Interesse, allerdings ließ sich gegen Ende des Semesters kein Termin mehr finden.

5. Fazit:

Aus den Messungen konnte keine Notwendigkeit für die Anwendung der Preinfusion erkannt werden. Vielmehr ist das Kochen eines Espresso sehr variabel, da man die Möglichkeit hat an vielen „Drehschrauben“ den Charakter des Kaffees zu verändern. Somit erhält man in diesem Versuch als beste Einstellung (PI-Zeit = 8s; Leitungsdruck = 2bar) einen für unseren Geschmack gleichen Espresso, als bei dem Prozess ohne Preinfusionszeit und einer etwas größere Menge an Kaffeepulver.

Trotzdem möchten wir keine negative Beurteilung dieser Methode abgeben, da bei qualitativ höheren Kaffeesorten für geübte Gaumen mit Sicherheit ein Unterschied feststellbar sein kann.

Aufgrund der Unvollständigkeit des Versuches möchten wir als Ausblick gerne einer neuen Gruppe der nächsten Semester empfehlen, sich mit Herrn Rehorik und Herrn Prof. Dr. Ketterl zusammenschließen, um mit den erhaltenen Einstellungen unterschiedliche Kaffeesorten der Preinfusion auszusetzen. Die erhaltenen Ergebnisse könnten dann in einer neuen Auswertung zusammengefasst werden, oder, der Vollständigkeit halber, an diese Ausarbeitung angefügt werden. Falls dieser Versuch nochmal zustande kommt, würde es uns freuen, wenn die Testpersonen uns eine kurze Email schreiben könnten, damit wir eventuell den Versuchen bewohnen können.

6. Quellen:

- 1) http://www.testroe.de/html_deu/refrakt.htm#Anchor-TESTR-47698
- 2) <http://www.kruess.com/labor/produkte/refraktometer/manuelle-handrefraktometer/>
- 3) <http://de.wikipedia.org/wiki/Refraktometer>
- 4) http://de.wikipedia.org/wiki/Grad_Brix
- 5) <http://www.kaffee-netz.de/grunds-tzliches/11876-preinfusion-verschiedene-methoden.html>
- 6) <http://www.kaffeenudel.de/Esspressomaschinentchnik: :195.html>
- 7) <http://www.baristaexchange.com/forum/topics/is-preinfusion-really>

8. Anhang

Frau Hiltl hat bei Ihrer Messung aufgenommen, wie sich die Kaffeepartikel nach dem Brühvorgang mit Preinfusion im Trägersieb verteilen. Dabei hat Sie die Verteilung und Dichte über die Körnchengröße aufgetragen.

Folgendes Messprotokoll ist dabei entstanden:

- 1T1: 20 g / guter Durchlauf „bissl viel aber ned tragisch“
- 1T2: 20 g / - ``-
- 2T1: 20 g / 5 s Preinfusion / 1,5 bar
- 2T2: 20 g / 5 s Preinfusion / 1,5 bar / „optisch schöner Durchlauf, insgesamt bissl weniger Wasser
- 3T1: 20 g / 10 s PJ / 1,5 bar / „tropft schon vor eigentlichem Durchlauf, gesamt Durchlaufmenge ähnlich gut wie bei 5 s PJ
- 4T1: 20 g / 5 s PJ / 3 bar / Durchlaufmenge mehr

Die dazugehörigen Diagramme finden Sie auf den nächsten Seiten. Für weiterführende Fragen wenden Sie sich an Frau Hiltl.