

Projektarbeit „Kaffeemaschine“ SS2011

Thema:

Temperatur- und Druckmessungen an einer
Bialetti Kaffeemaschine

1. Ziel des Versuchs

Bei diesem Versuch sollen die Wassertemperatur und der Druck im Wasserbehälter bei der Zubereitung in Abhängigkeit von

- Mahlgrad
- Kaffeemenge
- Tamperdruck

untersucht werden.

2. Kurzergebnis

Variation Kaffeemenge:

Mit weniger Kaffeemenge wird:

- der maximal erreichte Druck des Brühvorgangs kleiner
- die Brühzeit kürzer

Variation Mahlgrad:

Mit gröberem Mahlgrad wird:

- der maximal erreichte Druck des Brühvorgangs kleiner
- die Brühzeit kürzer

Variation Tamperdruck:

Die Messergebnisse haben gezeigt, dass die Zubereitung unabhängig vom Tamperdruck ist.

Die maximal erreichte Temperatur bei allen Brühvorgängen liegt bei ca. 120°C. Der Anstieg des Drucks und somit der Start des Brühvorgangs geschieht ab einer Wassertemperatur von 100°C.

3. Versuchsaufbau

Für den Versuch werden folgende Komponenten benötigt:

- Drucksensor
- Temperatursensor (Ni-Cr-Ni)
- „Bialetti“ -Kaffeemaschine
- Messverstärker
- Netzgerät (12V)
- Heizplatte (T= konst= 200°C)
- Waage
- Tamper mit festgelegten Gewichten
- PC mit LabView zur Aufzeichnung der Messungen
- „FAEMA“ –Mühle

Für die Sensoren wurden in den Wasserbehälter Bohrungen gesetzt und mit Kupferringe abgedichtet.



Abbildung 1: Wasserbehälter der Bialetti mit eingebauten Druck- und Temperatursensor

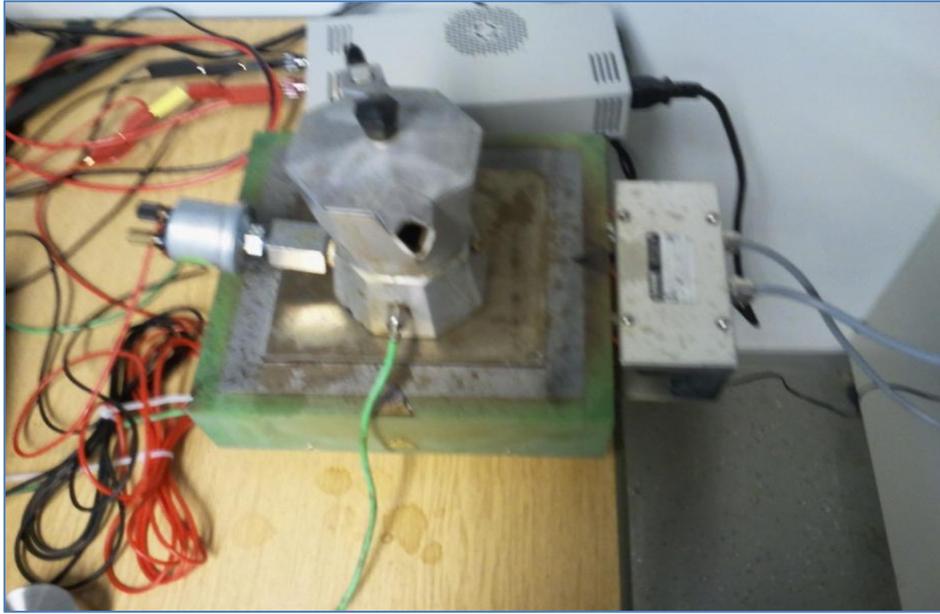


Abbildung 2: Bialetti mit angeschlossenen Sensoren auf vorgeheizter Heizplatte mit 200°C



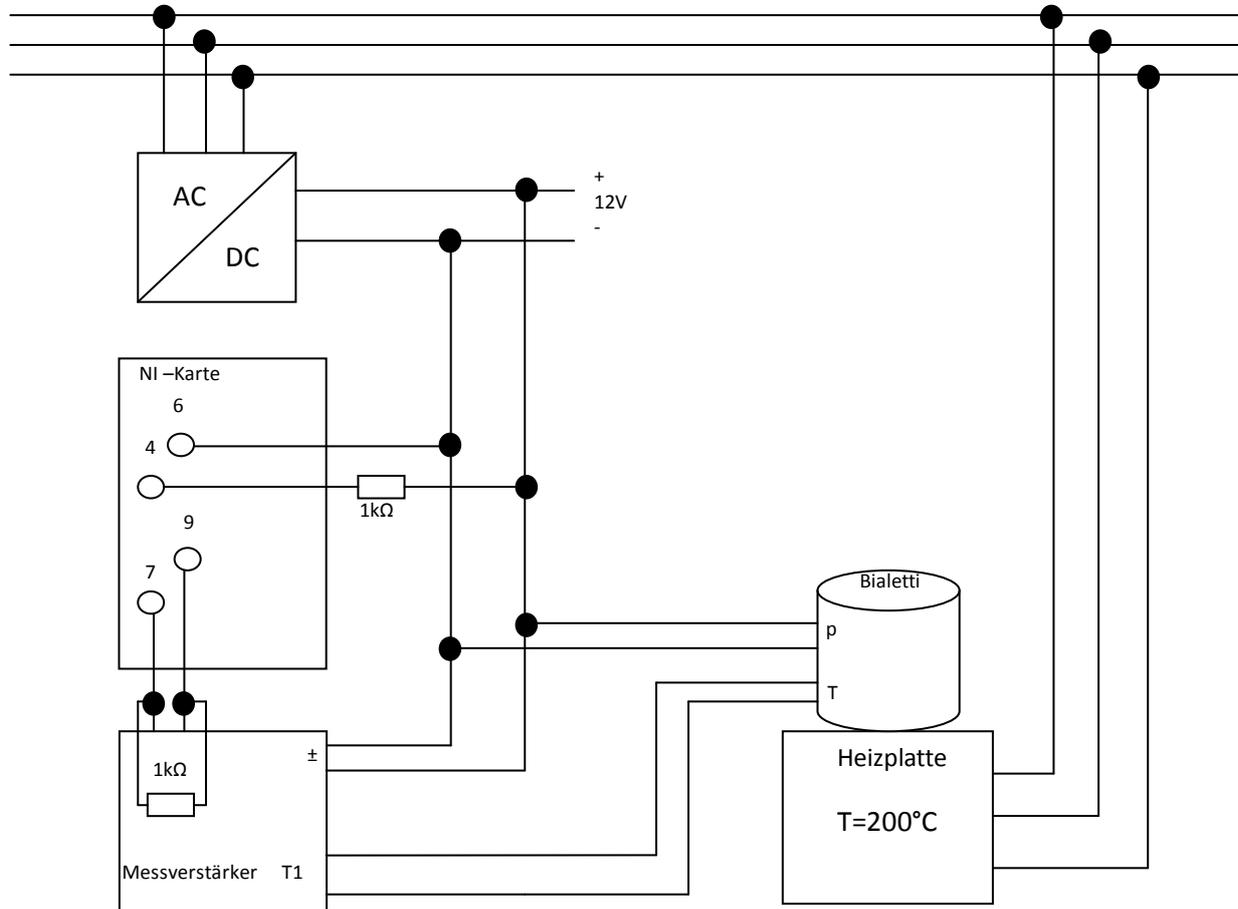
Abbildung 3: National Instruments Karte mit angeschlossenen Sensoren



Abbildung 4: Messverstärker für den Ni-Cr-Ni -Temperatursensor



Abbildung 5: Netzgerät mit 12V DC Ausgangsspannung

Elektrisches Schaltbild des Versuchs:

Wegen den großen Schwankungen bei der Temperaturmessung wurde ein $1\text{k}\Omega$ -Widerstand parallel geschaltet. Ein Großteil der Schwankungen wurde dadurch herausgefiltert. Um den Trend der Temperatur- und Druckverläufe besser erkennen zu können, wurde eine Trendlinie mit gleitendem Durchschnitt über 100 bzw. 10 Werte eingefügt.

Konstante Parameter beim Versuch:

- Wassertemperatur vor der Zubereitung 22°C
- Temperatur der Heizplatte 200°C
- Wassermenge 160ml
- Kaffeesorte (chicco di caffè, „Bio-Espresso 3“)
- Ungefiltertes Leitungswasser

Variable Parameter beim Versuch:

- Mahlgrad
- Tamperdruck
- Kaffeemenge

Verwendete Messmatrix:

Messung Nr.	Kaffeemenge [g]	Mahlgrad [FAEMA -Stufe]	Tamperdruck [kg]	Temperatur Heizplatte [°C]	Wassertemperatur beim Start [°C]	Wassermenge [ml]
1	16	5	ungetampert	200	22	160
2	14	5	ungetampert	200	22	160
3	12	5	ungetampert	200	22	160
4	16	7	ungetampert	200	22	160
5	14	7	ungetampert	200	22	160
6	12	7	ungetampert	200	22	160
7	16	3	ungetampert	200	22	160
8	14	3	ungetampert	200	22	160
9	12	3	ungetampert	200	22	160
10	16	5	10,0	200	22	160
11	14	5	10,0	200	22	160
12	12	5	10,0	200	22	160
13	16	7	10,0	200	22	160
14	14	7	10,0	200	22	160
15	12	7	10,0	200	22	160
16	16	3	10,0	200	22	160
17	14	3	10,0	200	22	160
18	12	3	10,0	200	22	160
19	16	5	19,4	200	22	160
20	14	5	19,4	200	22	160
21	12	5	19,4	200	22	160
22	16	7	19,4	200	22	160
23	14	7	19,4	200	22	160
24	12	7	19,4	200	22	160
25	16	3	19,4	200	22	160
26	14	3	19,4	200	22	160
27	12	3	19,4	200	22	160

4. Durchführung

Der Wasserbehälter der Bialetti wird mit 160ml Wasser gefüllt. Das Sieb wird mit der entsprechenden Kaffeemenge gefüllt und ggf. getampert. Das Oberteil der Bialetti wird aufgeschraubt und danach auf die Heizplatte gestellt. Zeitgleich wird die Messung im Messprogramm LabView gestartet. Nachdem der Brühvorgang vollendet ist, wird die Messung gestoppt und die Daten mit Hilfe einer Excel-Tabelle ausgewertet. Dort werden die Daten dann auch grafisch dargestellt. Zudem wird der Refraktometerwert bestimmt. Um für die nächste Messung die gleichen Voraussetzungen zu haben, werden die Einzelteile der Bialetti mit Wasser auf Raumtemperatur abgekühlt.

5. Einzelheiten zum Ergebnis

Die Temperaturkennlinien aller Messungen weisen einen identischen Verlauf auf. Das ist darauf zurückzuführen, da die Heizplatte konstant auf 200°C vorgeheizt ist, die zu erwärmende Wassermenge immer 160ml beträgt und das Wasser vor der Zubereitung immer 22°C warm ist. Außerdem wird die Bialetti nach jeder Messung mit Wasser auf Raumtemperatur herunter gekühlt.

Wie in den nachfolgenden Diagrammen zu erkennen ist, ist der Druck bei der Zubereitung anfangs bei ca. 1 bar (Umgebungsdruck). Bei Erreichen der Wassertemperatur von 100°C (Entstehung von Wasserdampf) steigt der Druck stetig an und der Brühvorgang beginnt. Bis zum Ende des Brühvorgangs hat er sein Maximum erreicht.

Variation Kaffeemenge:

Da nun das Wasser weniger Kaffeepulver durchlaufen muss, erfährt es einen geringeren Widerstand und die Brühzeit verkürzt sich. Durch den geringeren Widerstand wird der maximal erreichte Druck ebenfalls kleiner.

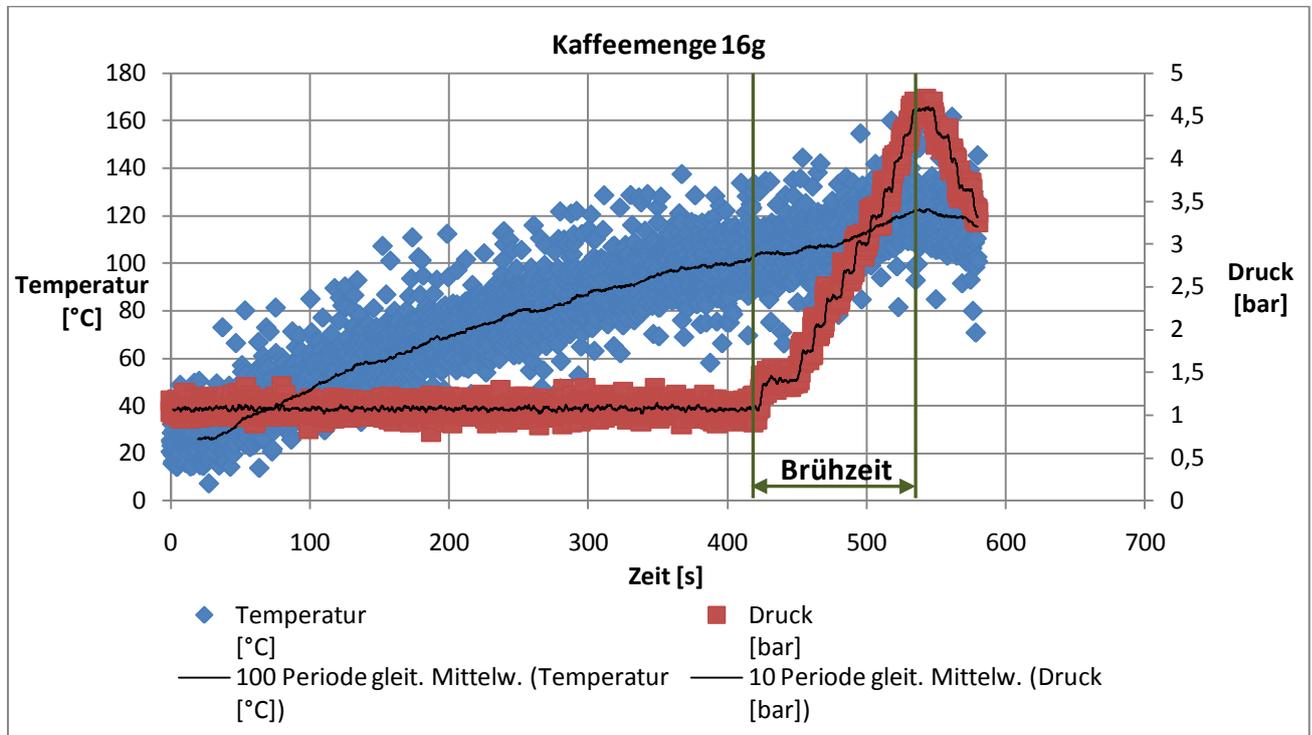


Abbildung 6: Messung Nr. 1: Temperatur- und Druckverlauf einer Bialetti mit 16g Kaffeemenge (Brühzeit: 110s, max. Brühdruck: 4,6bar)

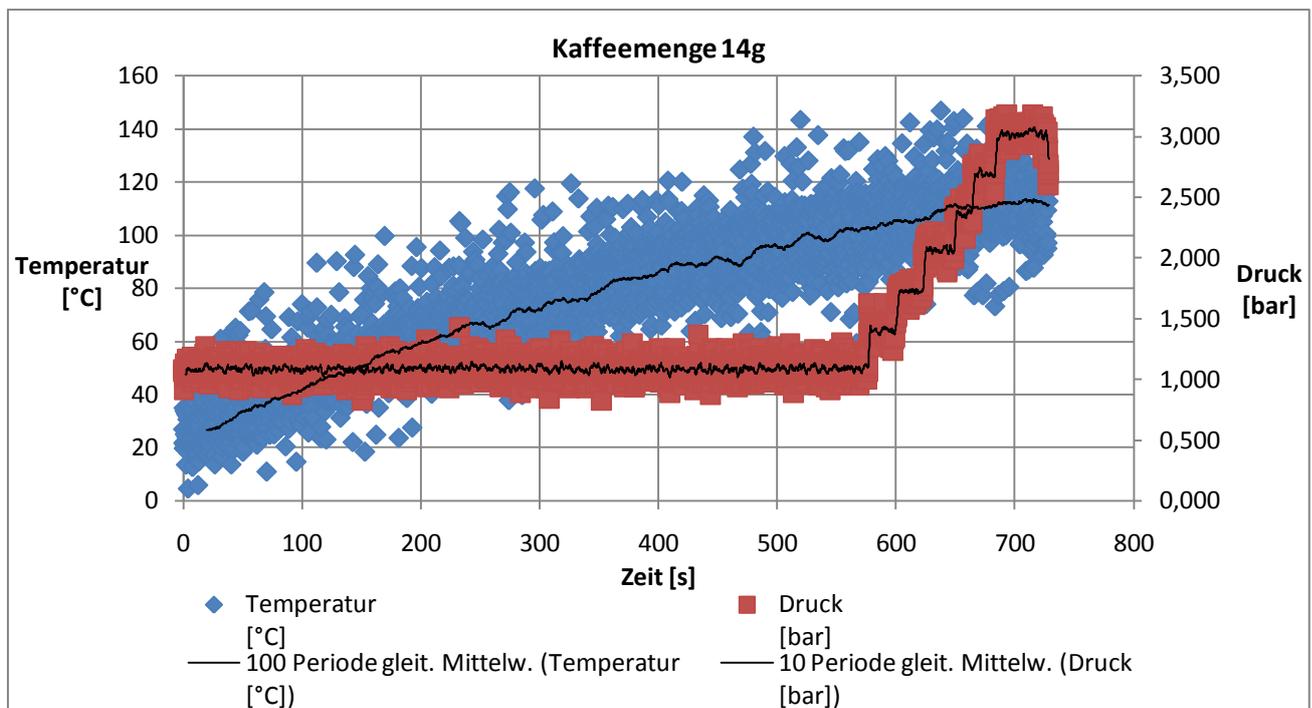


Abbildung 7: Messung Nr. 2: Temperatur- und Druckverlauf einer Bialetti mit 14g Kaffeemenge (Brühzeit: 100s, max. Brühdruck: 3bar)

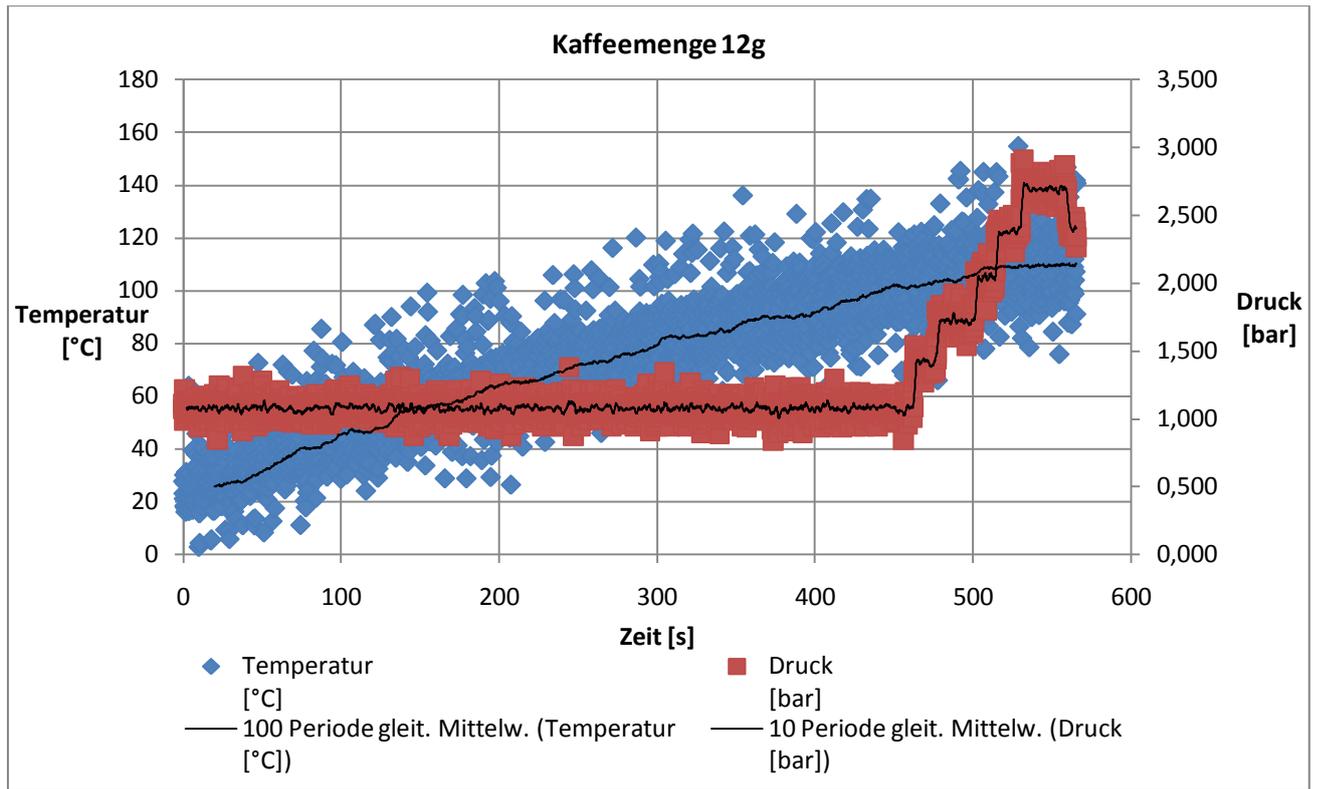


Abbildung 8: Messung Nr. 3: Temperatur- und Druckverlauf einer Bialetti mit 12g Kaffeemenge (Brühzeit: 70s, max. Brühdruck: 2,5bar)

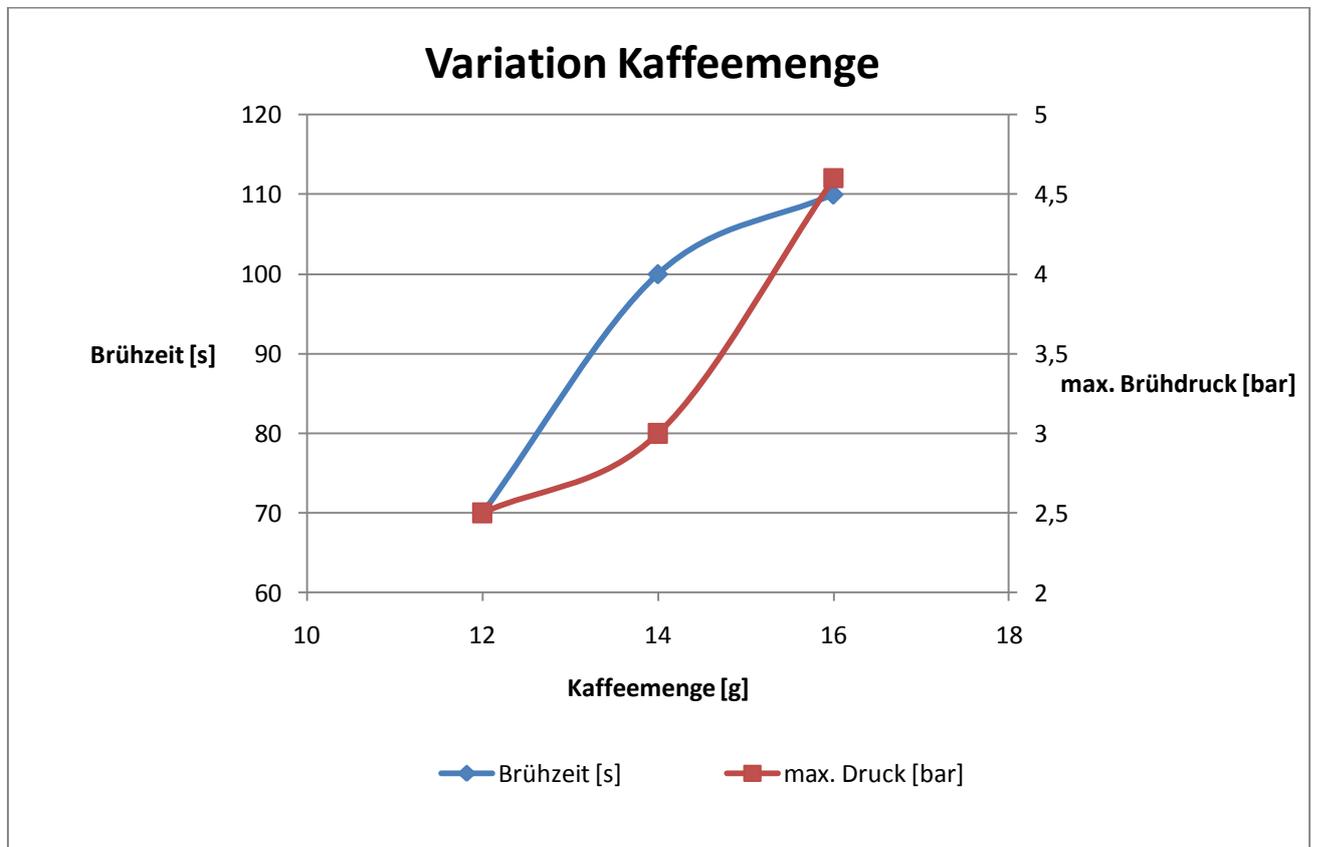


Abbildung 9: Brühzeit und max. Brühdruck in Abhängigkeit von der Kaffeemenge

Variation Mahlgrad:

Bei einem größeren Mahlgrad entstehen größere Zwischenräume im Kaffeepulver. Das Wasser erfährt deshalb weniger Widerstand und kann es schneller durchlaufen. Dadurch ist auch der maximal erreichte Druck beim Brühvorgang kleiner.

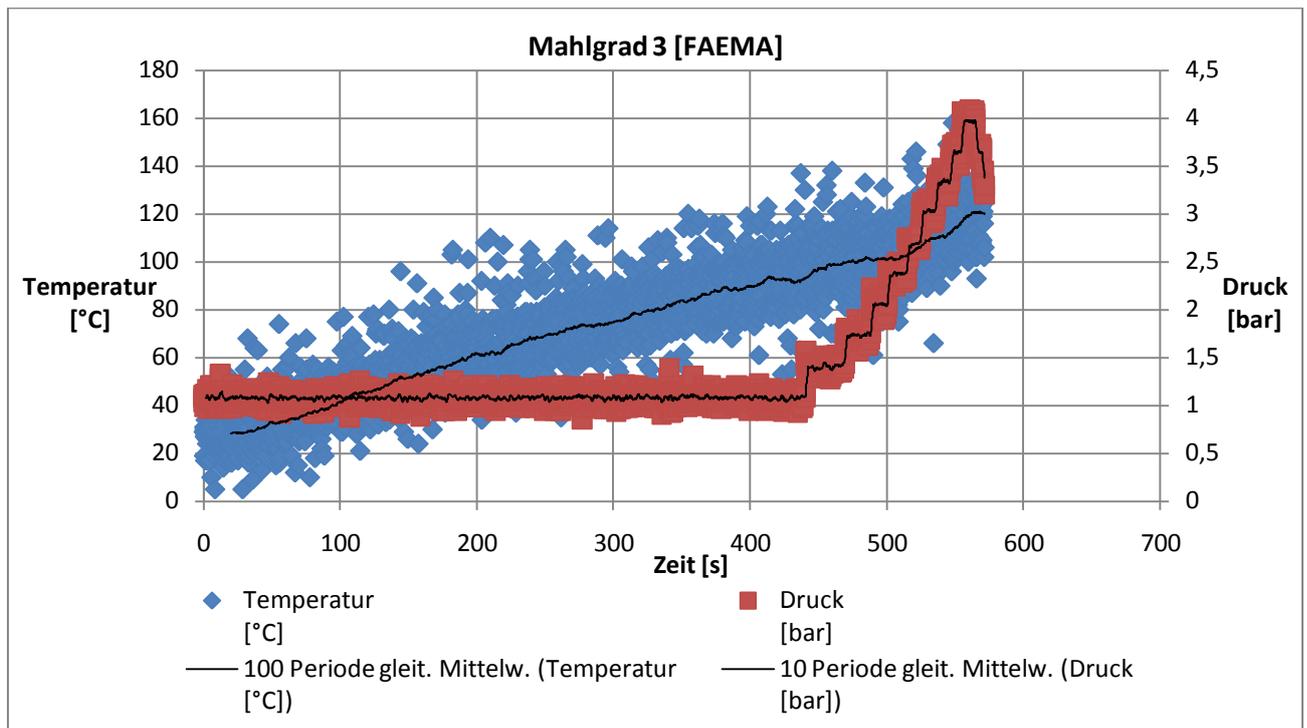


Abbildung 10: Messung Nr. 18: Temperatur- und Druckverlauf einer Bialetti mit einem Mahlgrad von 3 bei einer FAEMA Mühle (Brühzeit: 120s, max. Brühdruck: 4bar)

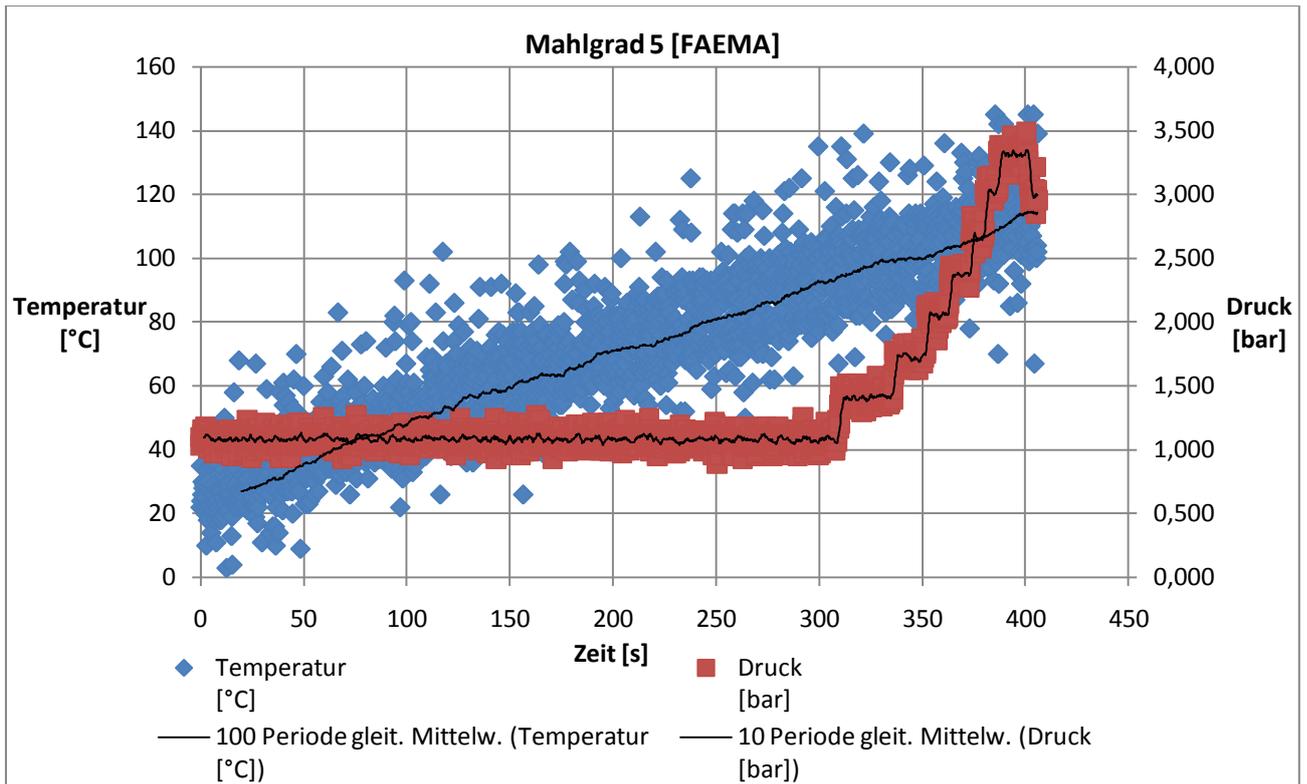


Abbildung 11: Messung Nr. 12: Temperatur- und Druckverlauf einer Bialetti mit einem Mahlgrad von 5 bei einer FAEMA Mühle (Brühzeit: 80s, max. Brühdruck: 3,4bar)

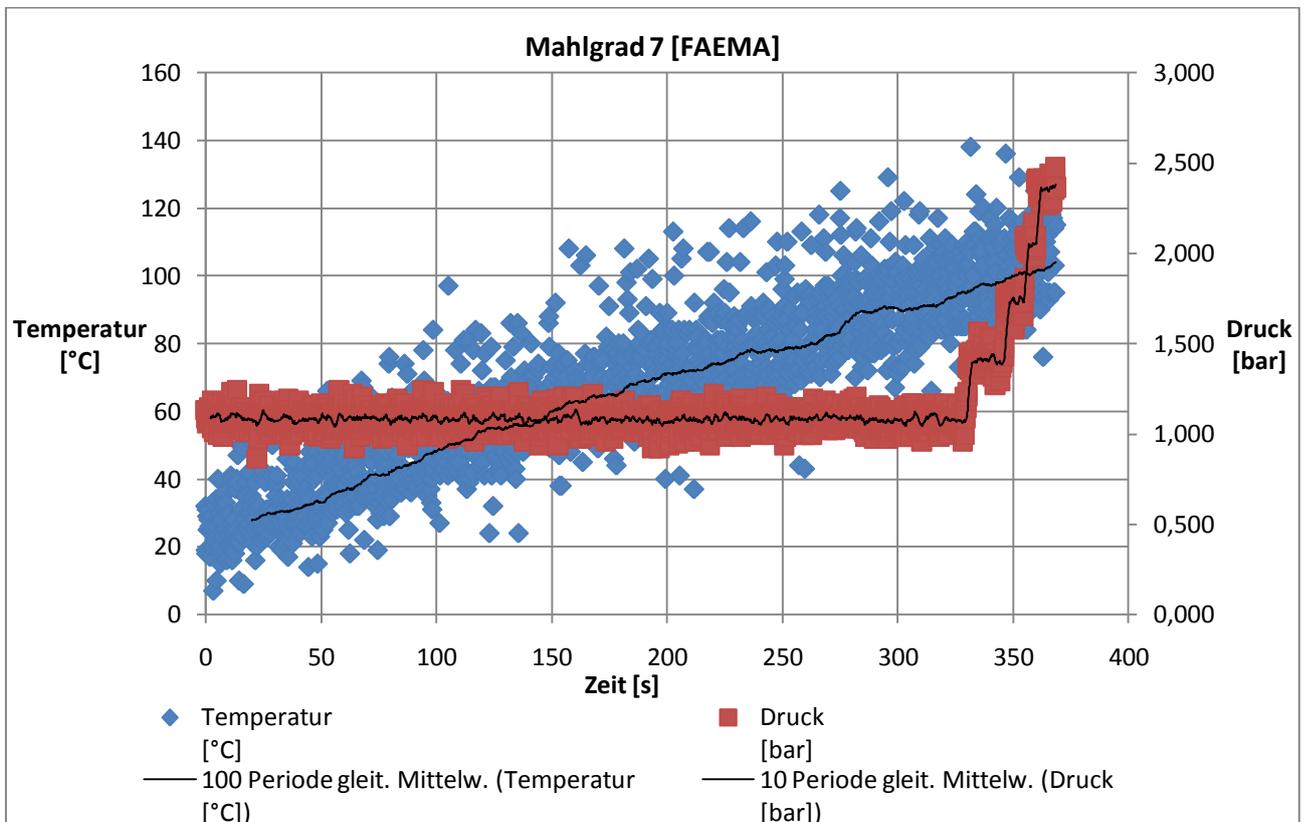


Abbildung 12: Messung Nr. 15: Temperatur- und Druckverlauf einer Bialetti mit einem Mahlgrad von 7 bei einer FAEMA Mühle (Brühzeit: 60s, max. Brühdruck: 2,4bar)

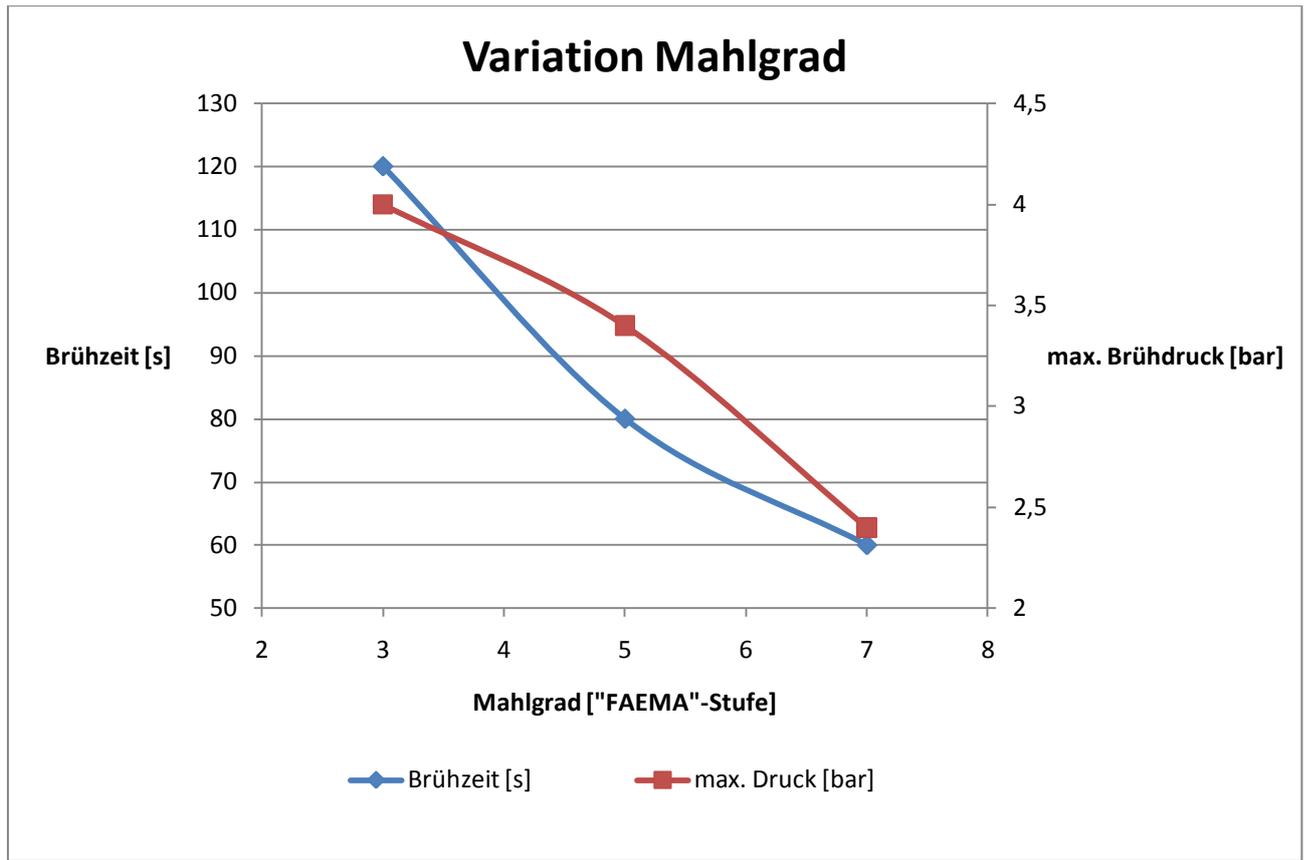


Abbildung 13: Brühzeit und max. Brühdruck in Abhängigkeit vom Mahlgrad

Variation Tamperdruck:

Bei den durchgeführten Messungen konnte kein Zusammenhang zwischen Brühzeit und maximal erreichtem Druck gefunden werden. Dies liegt daran, da das Wasser von unten das Kaffeepulver aufquillt und gleichmäßig an den Boden des Oberteils der Bialetti drückt. Dadurch wird der vorher durchgeführte Tampervorgang zu Nichte gemacht.



Abbildung 14: Aufgequollener Puk nach dem Brühvorgang