

## Institut für Drucktechnologie

# Kalibrierstation für Mikro-Durchflussraten

### Projektbeschreibung

Die Firma RegenHU SA stellt 3D-Druckplattformen für die biomedizinische Forschung her. Für ein qualitativ hochstehendes Druckergebnis ist die genaue Bestimmung der Durchflussmenge von entscheidender Bedeutung. Dadurch, dass auch sehr feine Strukturen gedruckt werden können beträgt die minimale Durchflussmenge bis zu  $0.5 \mu\text{l}/\text{min}$ . Die Messung so kleiner Durchflussmengen ist eine große Herausforderung welche fast nur thermische Sensoren erfüllen können. Allerdings müssen diese Sensoren für jedes Fluid neu kalibriert werden. Aus diesem Grund wurde ein Verfahren entwickelt, mit welchem die Drucksysteme für verschiedene Durchflussmengen kalibriert werden können. Dabei wird die Geschwindigkeit des austretenden Filaments mit Hilfe eines optischen Verfahrens und geeigneten Algorithmen bestimmt.

### Aufbau und Methode

Reference	Distance [mm]
A	20
B	40
C	80

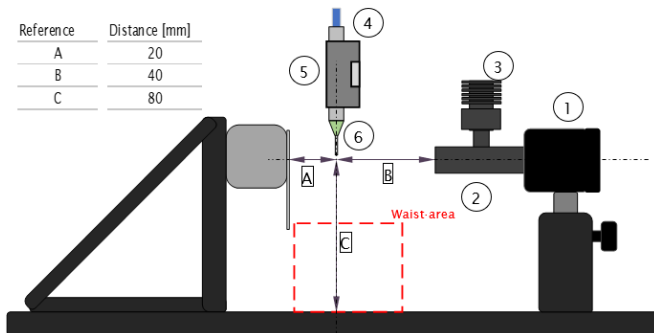


Figure 1: Schematischer Aufbau der Kalibrierstation

Der Aufbau der Kalibrierstation ist auf Figure.1 dargestellt. Der Extruder Ausgang (4) ist mit einem thermischen Sensor (5) kurz vor der Drucknadel (6) bestückt. Mit diesem Sensor wird inline die Durchflussmenge gemessen. Eine Kamera-System (1) mit Objektiv (2) und Beleuchtung (3) zeichnet die Bewegung des Filaments auf. Über die bekannten Dimensionen der Drucknadel kann mit Hilfe der gemessenen Geschwindigkeit der Durchfluss berechnet werden. Durch die Korrelation zwischen dem Messwert von dem thermischen Sensor und dem Messwert von dem optischen Sensor kann der thermische Sensor kalibriert werden. Die Kalibriersequenz beginnt mit der Einstellung einer ersten Flussrate. Anschliessend wird der Extruder gestartet. Der thermische Sensor (rot) und die Kamera (grün) messen gleichzeitig die Durchflussmenge.

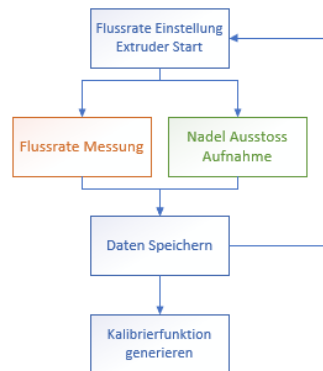


Figure 2: Blockdiagramm der Kalibration Sequenz

Anschliessend wird die eingestellte Flussrate erhöht und der Zyklus wiederholt sich bis alle Set Points abgearbeitet sind. Danach berechnet die Software eine Kalibrierfunktion für den thermischen Sensor. Nach Abschluss der Kalibriersequenz kann ein regulärer Druckvorgang gestartet werden, wobei nun mit hoher Frequenz die Durchflussmenge mit dem thermischen Sensor gemessen werden kann. Das Kamerasystem wird während dem Druckprozess nicht mehr benötigt.

### Resultat

Auf Figure.3 sind beide gemessenen Flussraten übereinander dargestellt wobei der thermische Sensor einheitenlos ist. Für dieses Datenset wurden 10 Geschwindigkeiten zwischen  $1 \mu\text{l}/\text{s}$  bis  $35 \mu\text{l}/\text{s}$  vorgegeben. Dadurch, dass die Sensoren gleichzeitig messen, können beide Signal entlang der gleichen Zeitachse dargestellt werden. Pro Stufe wird, mit Hilfe geeigneter Filter, ein Mittelwert pro Sensor ermittelt, welche dann für die Kalibrierfunktion verwendet wird.

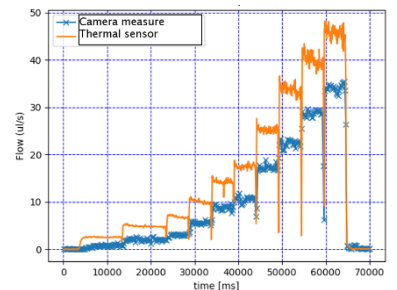


Figure 3: Gemessene Flussraten von der Kamera (Blau) und von dem Thermischen Sensor (Orange).

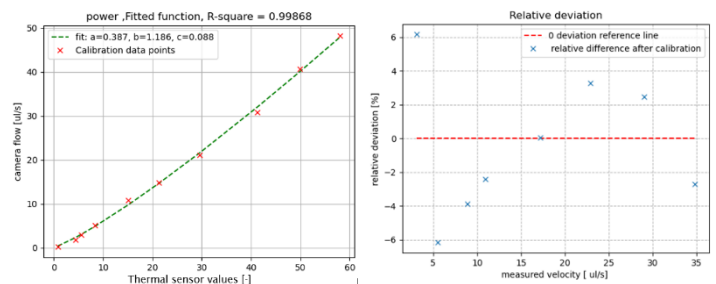


Figure 4: (Links) Durchschnittliche Geschwindigkeiten vom thermischen zum optischen Sensor. Die grüne Linie zeigt die berechnete Fitting-Kurve welche als Kalibrierfunktion eingesetzt werden kann. (Rechts) Prozentual Abweichung der Messungen vom thermischen zum optischen Sensor.

Diese durchschnittlichen Geschwindigkeiten werden gegeneinander auf einem Graphen auf Figure 4 (links) dargestellt. Mit einem Solver wird iterativ eine regressive Fitting Funktion berechnet. Der Validationstest nach der Kalibration (Figure 4, Rechts) zeigt eine Abweichung von maximal 6 % über den Arbeitsbereich von 1 bis 35  $\mu\text{l}/\text{s}$ .



Berner  
Fachhochschule

**Projektpartner**

Regen HU SA, Daniel Garcia, Marc Favrod-Coune

**Projekt Team des IDT**

Person A, Person B

Manuel Aeschbacher, Linard Büchler

**Kontakt**

Karl-Heinz Selbmann

Institutsleiter

+41 34 426 43 29

karl-heinz.selbmann@bfh.ch

Berner Fachhochschule

Technik und Informatik

Institut für Drucktechnologie

Pestalozzistrasse 20

CH-3400 Burgdorf