

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit ist ein mikrofluidisches Sortiersystem für Lab-on-a-Chip Applikationen entwickelt worden, das neben einem anwenderfreundlichen Aufbau auch ein breites Anwendungsspektrum aufweist. Das piezogestützte System nutzt fluidische Impulse, um gezielt Objekte von 7 - 300 μm Größe aus einem Probenstrom zu sortieren, um diese bei Bedarf einer nachfolgenden Analyse zuzuführen. Des Weiteren können verschiedene Betriebsmodi für die tropfenbasierte Mikrofluidik zur Anwendung kommen. Aufgrund des modularen Aufbaus des Systems können unterschiedliche applikationsspezifische Chips mit geringem Installationsaufwand ausgetauscht und in Betrieb genommen werden.

Die Untersuchung der Bewegungseigenschaften der modularen Aktorik als auch des Strömungsverhaltens der Fluide innerhalb der mikrofluidischen Chips führt zur Ableitung entsprechender Modellgleichungen. Ergänzend ermöglicht der direkte Einblick in die mikrofluidischen Kanäle ein besseres Verständnis des Sortiervorgangs, vor allem hinsichtlich der Wirkung und des Ausbreitungsverhaltens der Strömungsimpulse. Aus der Analyse des Einflusses von Tensidkonzentrationen und von Bypassstrukturen auf den Sortierprozess werden wichtige Erkenntnisse für Anwendungen der tropfenbasierten Mikrofluidik erarbeitet. Durch die Analyse der Stabilität und des Bewegungsverhaltens der prozessierten Tropfen wird ein geeigneter Betriebsbereich des Chips ermittelt, modelliert sowie das Verständnis der Funktionsweise der Kanalstrukturen gesteigert. Die Ergebnisse aus diesen Untersuchungen erweitern den Stand der Technik für mikrofluidische Sortieranwendungen deutlich.

Abstract

In this thesis a microfluidic sorting system for Lab-on-a-Chip applications has been developed, that enables in addition to a user-friendly setup a wide range of applications. The piezo-driven system uses fluidic pulses to specifically sort objects of 7 - 300 μm in size from a sample stream in order to feed them to a subsequent analysis if required. Furthermore different operating modes for droplet based microfluidics are applicable. Due to the modular structure of the system, different application-specific chips can be exchanged and put into operation with low installation effort.

The motion properties of the modular actuators as well as the flow characteristics within the microfluidic chips were investigated and accordingly modeled. In addition, the direct insight into the microfluidic channels enables a better understanding of the sorting process, especially regarding to the impact and to the propagation behavior of the fluid pulses. From the analysis of the influence of surfactant concentrations and bypass structures on the sorting process, important insights for droplet based microfluidic applications were achieved. A suitable operating range of the chip is determined, modeled and the understanding of the principle of function increased by analyzing the stability and the movement of the processed droplets. The results of these examinations substantially extend the state of the art for microfluidic sorting applications.