

Simulation eines neuartigen Druckkopfes für leitfähige Medien eröffnet neue Anwendungen

Neue Anforderungen, neue Lösungsansätze

Elektrische Schaltungen, funktionelle Schichten oder gar dreidimensionale Objekte: Derartige Produkte werden heutzutage immer öfters gedruckt. Dabei sind der Fantasie häufig nur durch den Druckkopf Grenzen gesetzt, denn an diesen werden beim sogenannten «Functional Printing» komplett neue Anforderungen gestellt.

MICHA GÜDEL, WISS. ASS. AM IDT/KARL-HEINZ SELBMANN, INSTITUTSLEITER IDT AN DER BFH, BERN

Ausgangsstoffe für eine Vielzahl von funktionellen Strukturen und Objekten sind elektrisch leitfähige Medien. Diese stellen an einen Druckkopf hohe Anforderungen, vor allem in Sachen elektrische Isolation und Abschirmung. Weitere kritische Punkte können die Temperaturfestigkeit oder die Möglichkeit zum Betrieb mit Tinten mit Feststoffanteil sein. Konventionelle piezo-basierte Druckköpfe stossen da rasch an ihre Grenzen. Deshalb wird am Institut für Drucktechnologie ein Druckkopf speziell für elektrisch leitfähige Medien entwickelt.

Dieser alternative Ansatz basiert auf dem Lorentzkraft-Prinzip. Dieses altbekannte Prinzip bildet die physikalische Grundlage eines jeden Elektromotors oder Generators und soll nun auch zum Drucken eingesetzt werden. Dazu wird ein elektrischer Strom durch das zu verdrückende Medium geleitet. Durch Wechselwirkungen mit einem senkrecht zur Stromrichtung angeordneten Magnetfeld entsteht die sogenannte Lorentzkraft. Diese bewirkt in unserem Druckkopf, dass die Tinte ausgestossen wird.

Ziele der Untersuchungen. Das Ziel der hier vorgestellten Untersuchungen bestand einerseits im Nachweis der Machbarkeit eines solchen Druckkopfes und andererseits im Untersuchen der physikalischen Zusammenhänge mittels Simulationen und Vergleichsrechnungen. Als erster Schritt wurde dazu ein Funktionsmuster konstruiert, mit welchem

später Tests und Messungen durchgeführt wurden. Mithilfe der Simulationssoftware «COMSOL Multiphysics» wurden Simulationsmodelle aufgebaut, welche die Effekte aus der Magnetik, Elektronik und Fluidik abbilden. Parallel dazu wurden Vergleichsrechnungen zur Verifikation durchgeführt.

Vision oder Illusion? Das entwickelte Funktionsmuster ist in *Abbildung 1* dargestellt. Es besteht aus zwei Elektroden, welche mithilfe des Kunststoffgehäuses den Düsenkanal formen. Das benötigte Magnetfeld wird mittels Permanentmagneten erzeugt und über ein Joch zum Düsenkanal geleitet. Als Testmedium fiel die Wahl auf kostengünstige Phosphorsäure (50-prozentig). Diese besitzt eine gute elektrische Leitfähigkeit.

Mit diesem Aufbau war es möglich, einzelne Tropfen zu dosieren. Der Nachweis der Funktionsfähigkeit konnte somit erbracht werden, ein Druckkopf nach dem Lorentzkraft-Prinzip ist nicht illusorisch. Durch Messungen am Funktionsmuster konnten zusätzlich die Grössen magnetische Flussdichte, elektrischer Strom, Druck und Volumenstrom bestimmt werden. Während eines Dosierpulses mit einer elektrischen Spannung von 35 Volt und einer Dauer von fünf Millisekunden lag der maximal erzeugte Druck an der Düse bei 0,14 bar. Die dosierten Tropfen wiesen ein mittleres Volumen von 0,63 Mikroliter auf. Die Abmessungen des Düsenkanals betragen dabei 0,6 x 0,6 x 10 Millimeter. Bei den Messungen wurden an den Elektroden und im Medium elektrochemische Prozesse wie Polarisation und Gasbildung durch Elektrolyse

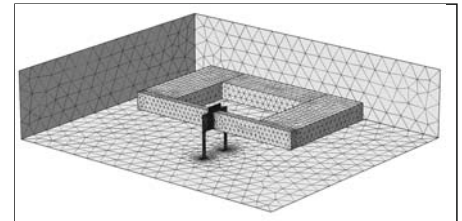


Abb. 2: Aufgebrochene Ansicht des vernetzten Simulationsmodells.

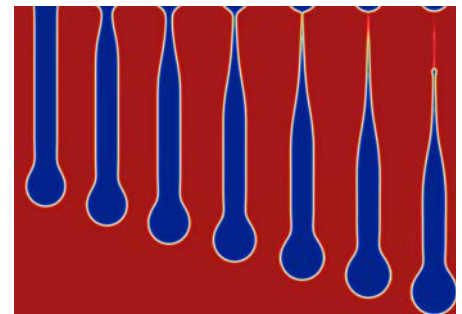


Abb. 3: Simulation der Tropfenablösung.

beobachtet, die das Verhalten des Druckkopfes merklich beeinflussen.

Verständnis und Weiterentwicklung dank Simulation.

Mithilfe von Simulationen wurden die physikalischen Zusammenhänge im Funktionsmuster simuliert und untersucht. Dabei wurde ein Modell des Funktionsmusters am Computer erstellt und den einzelnen Komponenten davon verschiedene physikalische Eigenschaften zugewiesen. Um auch die gegenseitigen Beeinflussungen der Elektronik, Magnetik und Fluidik untereinander einbeziehen zu können, wurde das Modell als gekoppeltes Simulationsmodell aufgebaut. Die elektrochemischen Prozesse wurden dabei aber nicht berücksichtigt. Simuliert wurden die beim Funktionsmuster gemessenen Grössen und zusätzlich der Vorgang, bei dem ein Tropfen von der Düse ablöst. Die Ergebnisse stimmten gut mit den Messungen und den Vergleichsrechnungen überein. Mithilfe dieser Simulationsmodelle kann das Funktionsmuster nun optimiert werden. Künftige Einsatzgebiete sind vielfältig. Aufgrund der grossen möglichen Temperaturfestigkeit wäre gar das Drucken geschmolzener Metalle denkbar. (mf)



Micha Güdel, BSc BFH in Maschinentchnik und Wissenschaftlicher Assistent am IDT.

(Foto: Hans-Rudolf Burkhard)

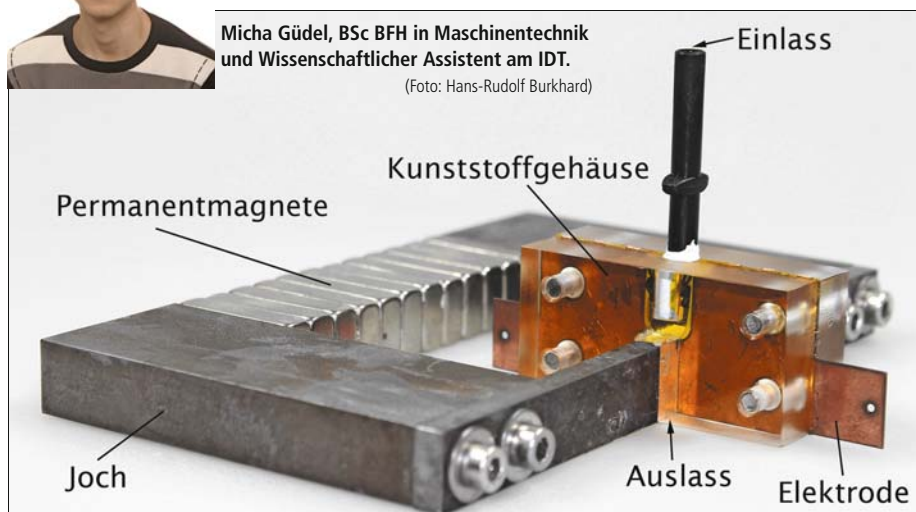


Abb. 1: Funktionsmuster des Druckkopfes.

(Bilder: Micha Güdel)