

Entwicklung eines lowcost-basierten integralen Fadenzugkraftsensors für die Einstellung und Überwachung der Oberfadenbelastung an Stickmaschinen

ProlInno Kooperationsprojekt im Rahmen des Programms zur „Förderung der Erhöhung der Innovationskompetenz mittelständischer Unternehmen“ (PROINNO II)

Förderkennzeichen: KF 69111 WM7 und KF 0602501 WM7

Autoren:

Dipl.-Ing. H.-H. Böttcher
Dr.-Ing. Q. Chen
Dipl.-Ing. O. Rieder
Prof. Dr.-Ing. H. Planck, ITV Denkkendorf
Dipl.-Ing (BA) J. Besemer
T. Krämer, stickmaschine.de BK Elektronik GmbH

Erschienen:

07.12.2009

Zusammenfassung

Stickten ist ein textiler Verarbeitungsprozess, mit dem Textilien unter ästhetischen oder modischen Bedürfnissen charakterlich herausgestellt und aufgewertet werden. Die deutschen Stickmaschinenhersteller, ausgezeichnet durch modernste Technologie und hervorragende Qualität, unterliegen aufgrund der hohen inländischen Herstellkosten auf dem Weltmarkt einem besonderen Preisdruck.

/2

**Institut für Textil- und Verfahrenstechnik der
Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung**

Textile Forschung vom Rohstoff bis zum Produkt

Geschäftsfelder: Faser- und Garntechnologien, Flächen- und Strukturtechnologien, Funktionalisierung, Innovative und intelligente Produkte, Moderner Fabrikbetrieb, Prüflaboratorien

**Institutsleitung:
Prof. Dr.-Ing. Heinrich Planck**

**Bibliothek
Dipl.-Biol. Susanne Konle
Dipl.-Ing. Kathrin Thumm**

Körschtalstraße 26
D-73770 Denkkendorf

Telefon: +49 (0) 7 11 / 93 40 – 2 94
Fax : +49 (0) 7 11 / 93 40 – 2 97

bibliothek@itv-denkkendorf.de
www.itv-denkkendorf.de

/2

Probleme gibt es in den Stickereien vor allem mit ungleichmäßigen Fadenzugkräften und Fadenzugkraftveränderungen während des Stickprozesses. Die standardmäßige Stickmaschineneinstellung zu Beginn einer Stickpartie erfolgt dadurch, dass die Fadenzugkräfte durch den Sticker entweder nach Fingerspitzengefühl oder durch Fadenzugkraft-Handmessgeräte manuell durch Justieren der mechanischen Fadenbremsen eingestellt werden.

Das Ziel der Forschungsarbeit bestand darin, durch Grundlagenuntersuchungen und messtechnische Analysen an der Stickmaschine die Basis für einen einfach aufgebauten, kostengünstigen integralen Sensor für die Erfassung der Fadenzugkräfte aller Stickoberfäden zu schaffen. Der Fadenzugkraftsensor soll konstruktiv so aufgebaut sein, dass alle Stickfäden (bis zu 12) parallel über den Sensor geführt und dadurch ihre Fadenzugkraft erfasst wird.

Der Piezosensor zur Erfassung der Fadenzugkräfte an Stickmaschinen besteht im konstruktiven Aufbau aus aneinandergereihten Piezokristallen und einem mechanischen Grundkörper. Die Piezokristalle werden so auf den mechanischen Grundkörper platziert, dass zur Messung der Fadenzugkräfte eine ausreichende Empfindlichkeit entsteht. Die Fadenzugkraft wird über mechanische Umlenkelemente, die auf den Piezokristallen gelagert sind, übertragen. Durch die Druckbelastungen auf die Piezokristalle werden elektrische Ladungen erzeugt, die verstärkt und ausgewertet werden.

Durch die Weiterentwicklung des Ladungsverstärkers zu einer intelligenten Microcontroller gesteuerten Signalauswertung mit variabler Verstärkung, einstellbaren Zeitfenstern und aktiver Selektion des Eingangssignals wurden die Voraussetzungen geschaffen, um das vom Sensor generierte „Roh-Signal“ optimal aufzubereiten und auszuwerten. Gleichzeitig wurde durch die Normierung des Ausgangssignals, über die variable Verstärkung, die Möglichkeit geschaffen, den Sensor in Verbindung mit der Sensorelektronik, als unabhängige Einheit, maschinenübergreifend einzusetzen.

/3

**Institut für Textil- und Verfahrenstechnik der
Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung**

Textile Forschung vom Rohstoff bis zum Produkt

Geschäftsfelder: Faser- und Garntechnologien, Flächen- und Strukturtechnologien, Funktionalisierung, Innovative und intelligente Produkte, Moderner Fabrikbetrieb, Prüflaboratorien

**Institutsleitung:
Prof. Dr.-Ing. Heinrich Planck**

**Bibliothek
Dipl.-Biol. Susanne Konle
Dipl.-Ing. Kathrin Thumm**

Körschtalstraße 26
D-73770 Denkendorf

Telefon: +49 (0) 7 11 / 93 40 - 2 94
Fax : +49 (0) 7 11 / 93 40 - 2 97

bibliothek@itv-denkendorf.de
www.itv-denkendorf.de

/3

Der wesentliche Vorteil der Sensorlösung mit den Piezokristallen ist, dass das Sensorsignal wesentlich sensitiver ist als mit der Sensorlösung auf Basis Folie mit Piezotinte und deshalb wesentlich detaillierter analysiert werden kann. Dies bedeutet im Einzelnen, dass der Vorgang, wenn der Oberfaden um den Greifer gezogen wird und die Verschlingung mit dem Unterfaden bildet, detektiert werden kann. Weiterhin kann analysiert werden, wenn der Oberfaden nach der Umschlingung ordnungsgemäß zurückgezogen wird und der Stich korrekt im Stickgut zum Liegen kommt. Ferner kann die Oberfadenbelastung beim Durchstechen der Nadel durch das Stickgut sehr gut erfasst und differenziert werden.

Die Entwicklung eines Lowcost-Stickmaschinen-Fadenzugkraftsensors auf Basis von Piezokristallen hat zu einem Sensor geführt, der sowohl die dynamischen Fadenzugkraftsignale zuverlässig erfasst als auch den Belastungen durch den industriellen Dauereinsatz standhält. Hier wurden 10 Mill. Stiche an einer Stickstelle erfolgreich geprüft.

Der für die Auswertung der Fadenzugkraftsignale benötigte Ladungsverstärker wandelt die vom Sensor abgegebene Ladung in ein proportionales Spannungssignal um. Vor einer Messung werden die Bereichskondensatoren über einen Relaiskontakt entladen. Der nachfolgende Verstärker bringt den Ladungsverstärker auf den gewünschten Messbereich. Dies geschieht mit einem Potentiometer, einem DAC (Digital-to-Analog-Converter) oder mit einem sensorspezifischen Festwiderstand. Dem Verstärker ist ein Tiefpassfilter, standardmäßig mit einer Grenzfrequenz von 10 kHz nachgeschaltet. Eine Nullpunktkorrektur-Schaltung sorgt dafür, dass der Nullpunktfehler während der Reset-Phase vernachlässigbar klein bleibt.

Aufgrund von Fertigungstoleranzen der Sensoren und bei der Beklebung mit den Fadenführern, gibt es Abweichungen der einzelnen Sensorsignale bei gleicher Fadenspannung. In einem Abgleichprozess bei Inbetriebnahme der Sensorplatine werden die Abweichungen ermittelt und im Microcontroller hinterlegt, der dann über die Verstärkung die Sensorsignale normiert. Jede Sensorplatine erhält somit ihre individuell angepasste Steuerplatine. Dadurch ist auch im Servicefall gewährleistet, z.B. bei Austausch der Sensoreinheit, dass das Messsystem unverändert funktioniert und an allen Maschinen reproduzierbare Signale liefert. Gleichwohl ist es möglich, falls doch ein Alterungsprozess auftreten sollte, die Sensorik nachzuzustieren.

/4

**Institut für Textil- und Verfahrenstechnik der
Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung**

Textile Forschung vom Rohstoff bis zum Produkt

Geschäftsfelder: Faser- und Garntechnologien, Flächen- und Strukturtechnologien, Funktionalisierung, Innovative und intelligente Produkte, Moderner Fabrikbetrieb, Prüflaboratorien

**Institutsleitung:
Prof. Dr.-Ing. Heinrich Planck**

**Bibliothek
Dipl.-Biol. Susanne Konle
Dipl.-Ing. Kathrin Thumm**

Körschtalstraße 26
D-73770 Denkendorf

Telefon: +49 (0) 7 11 / 93 40 - 2 94
Fax : +49 (0) 7 11 / 93 40 - 2 97

bibliothek@itv-denkendorf.de
www.itv-denkendorf.de

/4

Durch die Weiterentwicklung des „Ladungsverstärkers“ zu einer intelligenten Microcontroller gesteuerten Signalauswertung mit variabler Verstärkung, einstellbaren Zeitfenstern und aktiver Selektion des Eingangssignals wurden die Voraussetzungen geschaffen, um das vom Sensor generierte „Roh-Signal“ optimal aufzubereiten und auszuwerten. Gleichzeitig wurde durch die Normierung des Ausgangssignals über die variable Verstärkung die Möglichkeit geschaffen, den Sensor in Verbindung mit der Sensorelektronik als unabhängige Einheit maschinenübergreifend einzusetzen. Der größte Vorteil der jetzigen Lösung ist, dass man das Sensorsignal viel genauer analysieren kann.

Messungen haben ergeben, dass mit Hilfe der Software im Microcontroller Rückschlüsse auf die Fadenzugkraft des Stickfadens während der Stichbildung gezogen werden können und somit auf dem Monitor des Steuerrechners dem Sticker wichtige Informationen angezeigt werden. Der Sticker erhält Angaben zur Fadenzugkraft, ist sie zu hoch oder zu niedrig, weiterhin Angaben über Prozessereignisse wie zum Beispiel Schlaufenbildung oder fehlender Unterfaden beim Ansticken.



Entwickelter Fadenzugkraftsensor-Prototyp

/5

**Institut für Textil- und Verfahrenstechnik der
Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung**

Textile Forschung vom Rohstoff bis zum Produkt

Geschäftsfelder: Faser- und Garntechnologien, Flächen- und Strukturtechnologien, Funktionalisierung, Innovative und intelligente Produkte, Moderner Fabrikbetrieb, Prüflaboratorien

**Institutsleitung:
Prof. Dr.-Ing. Heinrich Planck**

**Bibliothek
Dipl.-Biol. Susanne Konle
Dipl.-Ing. Kathrin Thumm**

Körschtalstraße 26
D-73770 Denkendorf

Telefon: +49 (0) 7 11 / 93 40 - 2 94
Fax : +49 (0) 7 11 / 93 40 - 2 97

bibliothek@itv-denkendorf.de
www.itv-denkendorf.de

/5

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Oswald Rieder (oswald.rieder@itv-denkendorf.de)

**Institut für Textil- und Verfahrenstechnik der
Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung**

Textile Forschung vom Rohstoff bis zum Produkt

Geschäftsfelder: Faser- und Garntechnologien, Flächen-
und Strukturtechnologien, Funktionalisierung, Innovative und
intelligente Produkte, Moderner Fabrikbetrieb, Prüflaboratorien

**Institutsleitung:
Prof. Dr.-Ing. Heinrich Planck**

**Bibliothek
Dipl.-Biol. Susanne Konle
Dipl.-Ing. Kathrin Thumm**

Körschtalstraße 26
D-73770 Denkendorf

Telefon: +49 (0) 7 11 / 93 40 – 2 94
Fax : +49 (0) 7 11 / 93 40 – 2 97

bibliothek@itv-denkendorf.de
www.itv-denkendorf.de