

# Sticken zur Funktionalisierung von Textilien

Ein Beitrag von Melanie Hoerr, Thomas Gries und Stefan Jockenhövel

Das in der konventionellen Stickerei am meisten verwendete Verfahren ist das Sticken mit Doppelsteppstichen und wird auch als Sticken mit Doppelumlaufgreifer bezeichnet. Dieses Verfahren ist ein 2-Faden-System (vgl. Abbildung 1), welches aus Ober- und Unterfaden besteht. Am Häufigsten wird dieses Stickverfahren zur Stickerei von Logos, Schriftzügen und Verzierungen sowie zur Applikation von Pailletten verwendet. Hierbei können je nach Bedarf unterschiedliche Sticharten ausgeführt werden: Steppstich, Plattstich oder Füllstich.

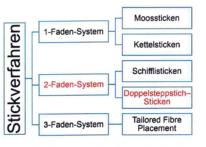


Abbildung 1: Einteilung der Stickverfahren nach Fadensystemen

#### Maschinentechnologie

Die Schlaufenbildung beim sogenannten Doppelsteppstich, der während des Stickens mit Doppelumlaufgreifern gebildet wird, findet in mehreren Schritten statt. Die Nadel führt den Oberfaden und der Greifer in der Fadenkapsel den Unterfaden. Die Nadel durchdringt den Stickgrund, zeit-

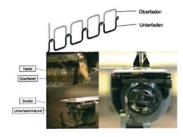


Abbildung 2: Stichbild eines Doppelsteppstiches (oben) und Schlaufenbildung (unten)

gleich dreht sich der Greifer in der Fadenkapsel und nimmt den Faden so mit. Der Greifer wird dabei durch die entstehende Schlaufe des Oberfadens geführt. Die Nadel wird nun zurückgeführt und der Greifer dreht sich weiter bis in die Ausgangsstellung. In Abbildung 2 ist sowohl das Stichbild als auch die Schlaufenbildung dargestellt.

## In der technischen Stickerei...

... kann dieses Stickverfahren für vielseitige funktionelle Anwendungen genutzt werden. Lediglich die Garn- und Fasermaterialien sind gänzlich andere als in der konventionellen Stickerei. Durch die Verwendung von leitfähigen Garnen und Zwirnen können einem Textil zusätzliche Funktionalitäten verliehen werden.

## Materialien

Spricht man in der konventionellen Stickerei von Metallgarnen oder Metallicgar-

nen, so sind dies sogenannte Effektgarne, bei welchen es sich in der Regel um alu-metallisiertes Polyestergarn handelt. Diese Garne verleihen der Stickerei einen optischen Effekt, der metallisch wirkt. Daher werden diese effektvoll glänzenden und metallisierten Garne häufig für modische Textilien verwendet. Diese Garne sind Synthetik-Garne, die eine Metallic-Anmutung haben und nur geringe Anteile Metall erhalten, wodurch sie glänzen und gleichzeitig eine gewisse Stabilität und Spannung aufweisen. Metallanteil in diesen Garnen reicht jedoch nicht aus, um eine elektrische Leitfähigkeit zu erzeugen, wie sie für den Einsatz in der technischen Sti-



Abbildung 3: Silberbeschichtete Polyamid-Garne (links) und Zwirne (rechts) [Bildquelle: STATEX GmbH, Bremen]

ckerei zur Funktionalisierung von Textilien benötigt wird. Hier muss deutlich zwischen Metallgarnen als Effektgarne und metallisierten Garnen/Zwirnen für technische Anwendungen unterschieden werden. Metallisierte Garne sind häufig silberbeschichtete Polyamid-Garne, welche auch als Zwirne erhältlich

#### Autoren

Diplom-Ingenieurin Melanie Hoerr ist Abteilungsleiterin der Forschungsgruppe "Medical Smart Textiles" am Institut für Textiltechnik der RWTH Aachen University.

Univ.-Prof. Prof. h.c. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. Thomas Gries ist Institutsleiter und Lehrstuhlinhaber des Instituts für Textiltechnik der RWTH Aachen University.

Univ.-Prof. Dr. med. Stefan Jockenhövel leitet das Lehr- und Forschungsgebiet "Tissue Engineering & Textile Implants" im Rahmen seiner Brückenprofessur am Institut für Textiltechnik der RWTH Aachen University und am Institut für Angewandte Medizintechnik des Universitätsklinikums Aachen.

In der TVP 2/2015 haben die Autoren bereits die verschiedenen Fadensysteme, die in der technischen Stickerei eingesetzt werden, vorgestellt. In der TVP 3/2015 folgte ein Beitrag über textile Elektroden, die mittels Moos- und Kettelstickerei entstehen.





Abbildung 4: Sechs unterschiedliche silberbeschichtete Polyamid-Garne und -Zwirne der STATEX GmbH (Bremen), gestickt mit einer Geschwindigkeit von 1.000 Stichen/min auf einer ZSK JF 0111-500 der ZSK Stickmaschinen GmbH (Krefeld)

sind, wie in Abbildung 3 dargestellt. Sie lassen sich weitestgehend wie konventionelle Stickgarne verarbeiten, es bedarf lediglich einer Anpassung der Fadenspannung und ein wenig Übung im Umgang mit dieser Art von Garnmaterial.

Abbildung 4 zeigt sechs unterschiedliche silberbeschichtete Polyamid-Garne und -Zwirne, die sich im Titer, ihrer Filamentanzahl, Leitfähigkeit und Verzwirnung unterscheiden. Alle Garne wurden zum Füllen der Flächen mit einer Stickgeschwindigkeit von 1.000 Stichen/min aufgestickt. Dieses Beispiel zeigt, dass die Verarbeitung

dieser Zwirne lediglich etwas Erfahrung benötigt, um diese Garne wie jedes konventionelle Stickgarn auch bei sehr hohen Geschwindigkeiten verwenden zu können.

#### Anwendungsgebiete

Anwendungsbeispiele für die genannten Garne können textile Antennen, textile Heizungen, Kontaktierungen und Kontaktleisten sein. Einige Anwendungsbeispiele werden im Folgenden vorgestellt.

#### **Textile Antennen**

Die Möglichkeit, eine leitfähige Fläche in beliebiger Geometrie auf ein Trägermaterial aufzubringen, ermöglicht die Fertigung von textilen Antennen. Diese Antennen können komplett in die Kleidung integriert werden. Mit Hilfe dieser Antennen kann zum Beispiel ein GPS-Signal zur Ortung von Personen, etwa von Demenzpatienten, empfangen und an eine zentrale Einheit gesendet werden. Somit werden nicht nur die Patienten selber geschützt, sondern auch die Angehörigen stark entlastet. Des Weiteren kön-

nen durch textile Antennen, die in die Kleidung integriert körpereigene Signale, die am Körper gemessen werden - etwa Herzschlag und Temperatur, aber auch Hautleitfähigkeitswerte, als Indikator für Stress dienen -, innerhalb der Kleidung versendet werden. So werden keine Kabelverbindungen zwischen den Sensoren selber mehr benötigt. Diese Signale können dann an eine zentrale Einheit in der Kleidung gesendet und von dort an eine externe Empfangseinheit weitergeleitet werden. Somit ist eine kabellose Übertragung vieler Daten möglich, ohne den Komfort der Kleidung einzubüßen. Eine solche textile Antenne, die eine spezielle wiederkehrende Musterung (metamaterialbasiert) zur Richtung der Strahlung vom Körper weg aufweist, ist in Abbildung 5 dargestellt. Dieses Muster weist bei einer Größe von 171 x 171 mm eine Stichzahl von 43.568 Stichen auf, gestickt mit einer Geschwindigkeit von 1.000 Stichen/min. Es wurden 200 Meter silberbeschichtetes Polyamid-Garn

mit einer Gesamtmasse von 3,3 g purem Silber verwendet.

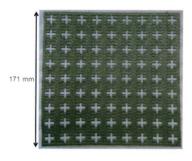


Abbildung 5: Metamaterialbasierte Struktur durch Kreuzmusterung für textile Antenne mit 43.568 Stichen, 200 m Garnlänge (Shieldex® 110f34 dtex2 Ply HC+B der STATEX GmbH, Bremen) mit Gesamtmasse von 3,3 g purem Silber

#### **Textile Heizstrukturen**

Im Falle einer textilen Antenne kommt es darauf an, dass die Flächen eine möglichst hohe Leitfähigkeit aufweisen, damit eine gute Antennenqualität gewährleistet ist. Sind jedoch leitfähige Flächen zum Beispiel für Heizstrukturen erforderlich, so werden Garne oder Zwirne mit einem erhöhten Widerstand und somit einer geringeren Leitfähigkeit benötigt. Diese Angaben lassen sich von den Herstellern solcher



Garne erfragen. Diese bieten auch eine Beratung an, welche ihrer Materialien für die Anwendungen geeignet sind.

#### **Textile Elektroden**

Wie bereits in der TVP 3/2015 vorgestellt, können textile Elektroden zur Messung unterschiedlicher Körperfunktionen eingesetzt werden. Auch mittels des konventionellen Stickwerden leitfähige Strukturen in ein Textil eingebracht. Diese müssen jedoch auch immer an ein elektronisches Bauteil angeschlossen werden. Hierbei bietet die Sticktechnologie mehrere Umsetzungsmöglichkeiten. Je nach Anwendungsfall und Bauteil kann die Kontaktierung zwischen Textil und Elektronik unterschiedlich gestaltet werden.



Abbildung 6: Gestickte Elektrode mit gestickten Leiterbahnen und Kontaktfläche inklusive Druckknopf zur Kontaktierung von Messelektronik (links); Gestickte Elektroden auf stark dehnbarem Untergrund (rechts)

verfahrens können solche Elektroden hergestellt werden. Durch Mehrlagenstickereien und Stickereien auf sehr dehnbarem Stickgrund können auch hier dreidimensionale Strukturen erstellt werden, die jedoch im Vergleich zur Moosstickerei weniger voluminös und weniger reproduzierbar sind. In Abbildung 6 sind gestickte mehrlagige Elektroden (links) gestickter Leiterbahn und Kontaktfläche inklusive Druckknopf und gestickte Elektroden auf einem stark dehnbaren Untergrund zur Erstellung einer voluminösen Oberfläche dargestellt.

# Kontaktierung mittels Leiterbahnen

Bei den sogenannten Smart Textiles und Wearables

Der einfachste Fall ist das reine Verbinden von textilen Sensoren oder Elektroden mit einem Druckknopf. Hierbei wird zwischen Sensor/ Elektrode und Druckknopf eine Leiterbahn aufgestickt, die die beiden Komponenten miteinander verbindet. An der Stelle, wo sich der Druckknopf befinden soll, wird eine kreisförmige, leitfähige Fläche aufgebracht, welche den Abmessungen des Druckknopfes entspricht. Hierauf wird der Druckknopf nach dem Sticken platziert. Die Kontaktierung zu einer Elektronikeinheit kann dann nachfolgend reversibel mittels eines Druckknopfes erfolgen. Dieses Prinzip ist in Abbildung 6 (links) am Beispiel einer textilen Elektrode dargestellt.

### Kontaktieren mittels leitfähiger Ösen an elektrischen Bauteilen

Eine weitere Möglichkeit der Kontaktierung von elektronischen Bauteilen unter Verwendung der Sticktechnologie ist das Fixieren und Kontaktieren mit leitfähigem Fasermaterial mittels leitfähiger Ösen. Hierbei wird ein Bauteil, welches an den Rändern Ösen aufweist, die mit einer leitfähigen Beschichtung versehen sind, manuell auf dem Trägermaterial platziert. Nachfolgend werden mittels eines Springstiches die einzelnen Ösen mit mehreren Stichen kontaktiert und das Bauteil gleichzeitig auf dem Trägermaterial fixiert. Dieses Prinzip ist

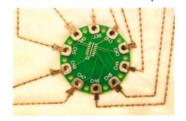


Abbildung 7: Gestickte Kontaktierung und Fixierung einer Leiterplatte durch leitfähige Ösen

in Abbildung 7 anhand der Kontaktierung einer Leiterplatte eines sogenannten PCBs (Printed Circuit Board) dargestellt.

## Kontaktierung durch Platzierung von modifizierten Pailletten

Eine für die Sticktechnologie höchst innovative Möglichkeit zur Kontaktierung von elektronischen Bauteilen ist das Nutzen von modifizierten Pailletten. Die Paillettenstickerei ist ein seit lan-



Abbildung 8: Stickmuster mit integrierten LED-Pailletten [Bildquelle: ZSK Stickmaschinen GmbH, Krefeld]

gem kommerziell genutztes Verfahren. Hierbei werden Pailletten automatisiert auf das Trägermaterial aufgelegt und festgestickt. Durch eine Modifikation von konventionellen Pailletten, etwa durch das Aufbringen von kleinen LEDs auf die Paillette und das zusätzliche Bedrucken mit Leiterbahnen, kann aus einer konventionellen Paillette ein elektronisches Bauteil werden. Diese modifizierte Paillette kann dann wie eine konventionelle Paillette verwendet werden. Die Kontaktierung der Paillette erfolgt über leitfähige Fasermaterialien, welche die Paillette kontaktieren und fixieren. Auch eine Kombination von leitfähigen und nicht leitfähigen Fasermaterialien ist möglich, um die Pailletten optisch zu kaschieren. In Abbildung 8 ist eine Stickerei mit modifizierten Pailletten dargestellt. Hierbei wurden LED-Pailletten in das Stickmuster eingearbeitet, welche dann nach Anschließen einer Energiequelle leuchten. Die Platzierung und Kontaktierung der LED-Pailletten erfolgt komplett automatisiert während des Stickprozesses.



#### Versticken von Drähten

In einigen Anwendungsfällen können leitfähige Fasern nicht verwendet werden oder es ist technologisch sinnvoll, Drahtmaterialien in Form von feinen Litzen zu

fahr eines Drahtbruches steigt. In Abbildung 9 (links) ist eine Platinlitze (50 µm) dargestellt, die als Oberfaden auf ein Trägermaterial aufgestickt wurde. Ein als Unterfaden eingebrachter

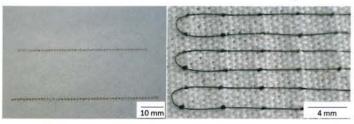


Abbildung 9: Gestickte Platinlitze (50 μm) als Oberfaden (links) und gestickter Nitinoldraht (100 μm) als Unterfaden geführt

verwenden, um eine spezifische Leitfähigkeit oder Steifigkeit zu erhalten. Hierbei kann es sich um Gründe der Leitfähigkeitswerte, Hitzebeständigkeit, Langzeitstabilität oder um Zulassungsregularien insbesondere bei medizinischen Anwendungen handeln. In diesen Fällen kann es notwendig und sinnvoll sein, Drahtlitzen direkt als Ober- oder Unterfaden zu versticken. Dies ist eine sehr anspruchsvolle Art der Stickerei, da mit Abnahme der Drahtfeinheit die Ge-

Nitinoldraht (100 µm) ist in Abbildung 9 (rechts) dargestellt. Beide Methoden zur Verstickung von Drähten und Litzen erfordern kleinere Modifikationen an der Stickmaschine und einige Erfahrung, sind jedoch, wie in Abbildung 9 dargestellt, sowohl als Oberfaden- als auch als Unterfaden geführt möglich. Auch das Sticken mit Draht als Ober- und Unterfaden gleichzeitig ist möglich, wie es in Abbildung 10 am Beispiel eines Nitinoldrahtes (50 μm) dargestellt ist.

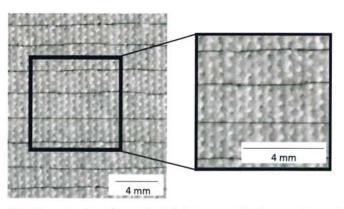


Abbildung 10: Gestickter Nitinoldraht (50 µm) als Ober- und Unterfaden

#### Zusammenfassung

Es kann festgehalten werden, dass die konventionelle Stickerei mit Doppelgreifer (Doppelsteppstichsticken) durch die Anwendung in der technischen Stickerei im Bereich der sogenannten Smart Textiles und Wearables ein hohes Zukunftspotential aufweist. Durch die vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten der flexiblen Sticktechnologie lassen sich durch Verwendung von alternativen Garn-, Faser- sowie Drahtmaterialien gänzlich neue Anwendungen erschließen. In Zukunft werden viele Textilien mit Funktionalisierung versehen werden. Die Sticktechnologie bietet hier aufgrund ihrer hohen Flexibilität und der vielen Technologievarianten einen wichtigen Baustein für deren Umsetzung.

In zwei weiteren Beiträgen in den kommenden Ausgaben der TVP werden die Möglichkeiten der sogenannten Verlege-Stickverfahren (Tailored Fibre/Wire Placement) für die technische Stickerei detaillierter vorgestellt und weitere Anwendungsbeispiele und Prototypen aufgezeigt.

www.ita.rwth-aachen.de