

Quelle: TVP - Fachzeitschrift für Textilveredelung und Promotion / Ausgabe 03/2015, Seite 68 - 72

Textile Elektroden durch Moos- und Kettelstickerei

Ein Beitrag von **Melanie Hoerr, Thomas Gries und Stefan Jockenhövel**

Das Moos- und Kettelstickverfahren zählt unter den Stickverfahren als 1-Faden-System. In Abbildung 1 ist die Einordnung der Moos- und Kettelstickerei in einer Übersicht der Stickverfahren dargestellt. Beide Verfahren bieten in Kombination ein hohes Potenzial zur Umsetzung von textilen Elektroden, die zur Körperfunktionsüberwachung oder Elektrophotherapie eingesetzt werden können. Mit dem Moosverfahren werden voluminöse Oberflächen mit einem leitfähigen, silberbeschichteten Garn hergestellt, die mittels des Kettenstiches je nach Anwendung konturiert werden.

Maschinentechnologie

In Abbildung 2 ist eine Einkopfstickmaschine mit



Abbildung 2: Einkopfstickmaschine (JCK) mit Moos- und Ketteleinheit [Bildquelle: ZSK Stickmaschinen GmbH, Krefeld]

Moos- und Ketteleinheit dargestellt. Der Garnständer nimmt je Stickkopf bis zu sechs Garnkonen auf. Durch das Farbwechselsystem kann eine Kombination unterschiedlicher leitfähiger und nicht leitfähiger Garne in einem Muster realisiert werden. Zur Erhöhung der Produktivität können Mehrkopfstickmaschinen in Kombination mit weiteren Stick-

köpfen eingesetzt werden. In Abbildung 3 ist eine Mehrkopfstickmaschine mit sechs Köpfen für die Moos- und Kettelstickerei der ZSK Stickmaschinen GmbH (Krefeld) dargestellt.

Moosstich

Bei der Moosstickerei wird der Stickgrund mit einer Hakennadel durchdrungen und das von unten zugeführte Fadenmaterial schlaufenförmig durch den Stickgrund an die Oberseite befördert (vgl. Abbildung 4). Hierdurch entstehen bei der Flächenfüllung bei geeigneter Anordnung der Stiche voluminöse Flächen, die durch Parametervariationen (Schlaufen-, Zwischenpositions-, Stoffdrückerhöhe) in ihren Ausführungen an

die Anforderungen angepasst werden können. Zur Erzeugung eines Moosstiches weist der Haken der Nadel entgegen der Stickrichtung und somit in Richtung der Naht. Die Entstehung des Moosstiches kann in zwei Phasen unterteilt werden: In der 1. Phase (vgl. Abbildung 4 links) verläuft der Faden hinter der Nadel, die sich dabei abwärts bewegt, während sich der Fadenleger dreht. In der 2. Phase (vgl. Abbildung 4 rechts) liegt der Faden, nach einer Umdrehung des Fadenlegers im Haken, während sich die Nadel aufwärts bewegt und den Faden durch den Stickgrund zieht. Dies führt zu einer Schlaufenbildung. Das Abstreifen des Fadens, der den Nadelrücken

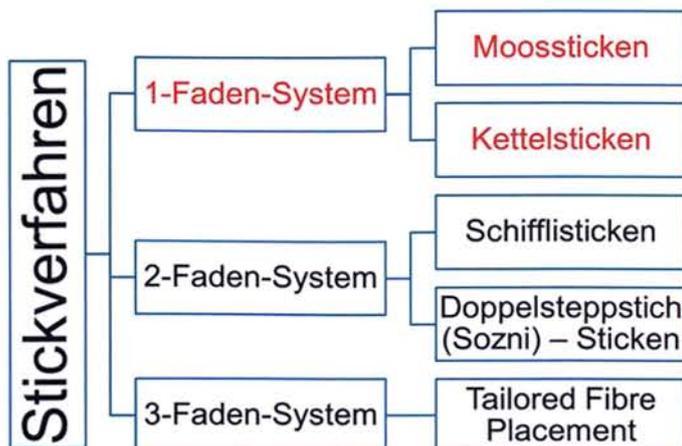


Abbildung 1: Einteilung der Stickverfahren nach Fadensystemen

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 Universitätsklinikum Aachen.

In der TVP 2/2015 haben die Autoren bereits die verschiedenen Fadensysteme, die in der technischen Stickerei eingesetzt werden, vorgestellt.

Quelle: TVP - Fachzeitschrift für Textilveredelung und Promotion / Ausgabe 03/2015, Seite 68 - 72



Abbildung 3: Mehrkopfstickmaschine mit sechs Köpfen für die Moos- und Kettelstickerei [Bildquelle: ZSK Stickmaschinen GmbH, Krefeld]

umschlingt, erfolgt unterhalb des Stickgrundes. Um in die Ausgangslage zurückzukehren, dreht sich der Fadenleger wieder zurück.

Kettenstich

Der Kettenstich, auch Ketteln oder Kettelstickerei genannt, kann zum Erzeugen von Linien beziehungsweise

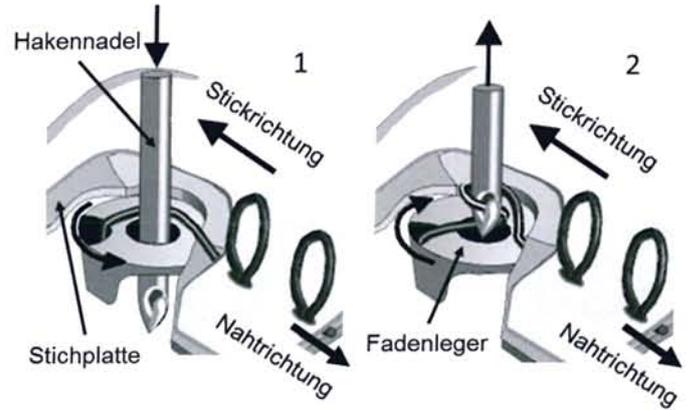


Abbildung 4: Prinzipdarstellung der Schlaufenbildung beim Moosstich (links: Phase 1; rechts: Phase 2) [Bildquelle: ZSK Stickmaschinen GmbH, Krefeld]

von Konturen oder zum Ausfüllen von Flächen benutzt werden. Ein maßgeblicher Unterschied zur Moosstickerei ist die Position der Nadel

während des Stickvorganges. Beim Kettenstich weist der Haken der Nadel in Stickrichtung und somit von der Naht weg. Auch die Bildung des

Quelle: TVP - Fachzeitschrift für Textilveredelung und Promotion / Ausgabe 03/2015, Seite 68 - 72

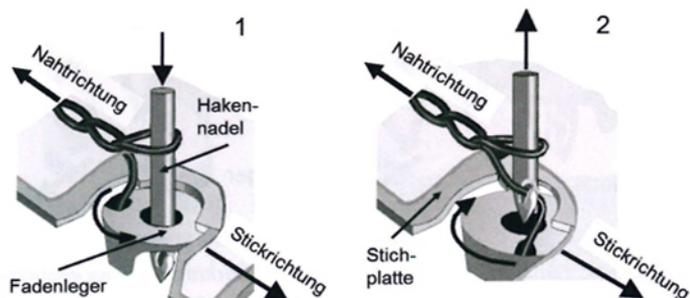


Abbildung 5: Prinzipdarstellung der Schlaufenbildung beim Kettenstich (links: Phase 1; rechts: Phase 2)
[Bildquelle: ZSK Stickmaschinen GmbH, Krefeld]

Kettenstiches kann in zwei Phasen unterteilt werden: In Phase 1 umschlingt die Fadenschleife des vorherigen Stiches die Nadel oberhalb der Stichplatte, während die Nadel sich abwärts bewegt und der Fadenleger sich entgegen des Uhrzeigersinns dreht. In Phase 2 liegt der Faden, nach Umdrehung des Fadenlegers, im Haken. Während sich die Nadel aufwärts bewegt, wird der Faden durch die um den Nadelchaft liegende Schlaufe gezogen. Die Schlaufe wird dabei durch den Stoffdrücker fixiert. Um in die Ausgangsposition zurückzukehren, dreht sich der Fadenleger zurück.

Anwendungsgebiet: Moosgestickte Elektroden

Die „Smart Textiles“ beschäftigen sich mit der Integration von Zusatzfunktionen in Textilien. Diese Zusatzfunktionen können sowohl Aktoren als auch Sensoren sein. Insbesondere in der Überwachung und Unterstützung von Körperfunktionen

sowie der Regeneration sind die Möglichkeiten von Smart Textiles weitreichend. Durch die Integration von textilen Elektroden in die Kleidung können Biosignale wie Elektrokardiografie (EKG), Elektroenzephalografie (EEG) und Elektromyografie (EMG), erfasst werden. Ein weiteres vielversprechendes Anwendungsgebiet ist die Elektrostimulation von Muskeln zur Effizienzerhöhung (EMS) während des Fitnessstrainings oder die Nervenstimulation zur Schmerztherapie (TENS).

Elektroden, die mittels Moosstickerei hergestellt werden, zeigen durch die fertigungsspezifische Oberflächenstruktur ein hohes Potential zur Herstellung eines gleichmäßigen Hautkontaktes. Durch das Aufbringen von elektrisch leitfähigen Garnmaterialien können textile Elektroden gestaltet werden. Hierbei bietet die Moosstickerei durch individuell gestaltete, voluminöse Oberflächenstrukturen einen erheblichen Vorteil zu anderen Textilproduktionsver-

fahren. Aufgrund der großen Geometrie- und Designfreiheit der Moosstickerei kann zum Beispiel eine an den Muskel angepasste Geometrie der Elektroden erstellt und somit eine gezielte Muskelstimulation umgesetzt werden. Trotz der Silberbeschichtung des leitfähigen Garnes bieten moosgestickte Strukturen eine angenehm weiche Oberflächenhaptik. Weiterhin ist durch die spezifische Struktur der moosgestickten Elektrode ein guter Kontakt zwischen Haut und Elektrode gewährleistet. Die Waschbarkeit von moosgestickten Elektroden ist gegenüber anderen textilen Elektroden deutlich verbessert. Aufgrund der Struktur der Moosstickerei wird die leitfähige Silberschicht auf dem Garn vor den mechanischen Beanspruchungen während des Waschvorganges geschützt. Bisher sind über 50 Waschzyklen an moosgestickten Elektroden durchgeführt worden, ohne eine signifi-

kante Verringerung der Leitfähigkeit zu beobachten. Die Elektrodenoberfläche wurde mit zunehmender Anzahl an Waschvorgängen weicher und somit die Haptik noch angenehmer. In Abbildung 6 ist die Seitenansicht auf eine moosgestickte Elektrode dargestellt. Daran wird die voluminöse Oberfläche deutlich erkennbar.

Anwendungsgebiet: Elektrostimulation

Zwei weit verbreitete Elektrostimulationen, bei denen textile Elektroden eingesetzt werden, sind die Elektromyostimulation (EMS) und die transkutane elektrische Nervenstimulation (TENS). Bei der EMS werden kleine Stromreize direkt in den Muskel eingeleitet, wodurch die Muskelzelle direkt angeregt wird. Die TENS-Therapie ist eine elektromedizinische Reizstromtherapie, die ihre Anwendung in der Schmerztherapie findet. Beide Arten der Elektrosti-



Abbildung 6: Moosgestickte Elektrode aus silberbeschichtetem Polyamidgarn SHIELDEX 110/34 dtex 2 ply HC der STATEX GmbH, Bremen

Quelle: TVP - Fachzeitschrift für Textilveredelung und Promotion / Ausgabe 03/2015, Seite 68 - 72



Abbildung 7: Elektrostimulationsrückenbandage mit moosgestickten Elektroden zur TENS-Therapie bei Rückenschmerzen

mulation profitieren von der voluminösen und weichen Oberflächenstruktur von moosgestickten Elektroden. In Abbildung 7 ist eine Elektrostimulationsbandage mit moosgestickten Elektroden dargestellt, die zur TENS-Therapie eingesetzt werden kann.

Anwendungsgebiet: Elektrokardiografie (EKG)

Die Elektrokardiografie, kurz EKG, gehört zu den wichtigsten Untersuchungsmethoden in der inneren Medizin. Sie stellt die elektrischen Vorgänge im Herzmuskel grafisch dar und ermöglicht dem Arzt vielfältige Rückschlüsse auf die Herzfunktion. Auch für diese Anwendung sind textile Elektroden von großer Bedeutung, da diese in ein Shirt integriert werden können und somit ein 24-Stunden-EKG ermöglichen, ohne dass Klebeelektroden, die zu Hautreizungen führen können, angewendet werden müssen. Eine wichti-

ge Voraussetzung für den Einsatz von textilen Elektroden ist die Sicherstellung eines guten Hautkontaktes. Insbesondere auf trockener Haut weisen textile Trockenelektroden einen hohen Übergangswiderstand zwischen Haut und Elektrode auf und somit einen schlechten Hautkontakt, da das Koppelmedium, welches als elektrischer Leiter eingesetzt wird, nicht vorhanden ist. Werden solche Elektroden im Fitnessbereich genutzt, wo meist nur der Herzschlag oder Puls aus den Signalen abgeleitet wird, ist eine Befeuchtung der Elektroden durch den menschlichen Schweiß gegeben, welcher dann als Koppelmedium dient. Doch insbesondere im Bereich der Medical Smart Textiles, wo EKG-Shirts mit textilen Elektroden als Langzeit-EKG bei chronisch Kranken oder Risikopatienten eingesetzt werden, ist keinerlei Koppelmedium vorhanden. Durch das Moosstickverfahren kann hier eine Lösung direkt wäh-

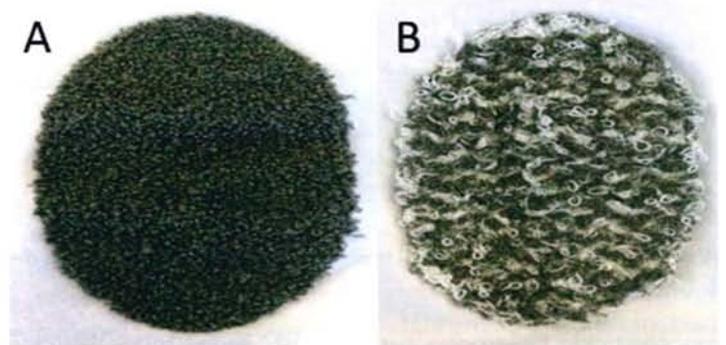


Abbildung 8: Moosgestickte Elektroden zur Herzfrequenzmessung ohne (A) und mit (B) Feuchtmanagement

rend des Fertigungsprozesses, eingebracht werden. Hierzu wird eine Kombination aus hydrophilen und leitfähigen Fasern zur Herstellung der Moosstickerei verwendet. So wird das Feuchtmanagement der Elektrode verbessert, da durch die hydrophile Faser Feuchtigkeit aus der Luft oder von der Oberfläche der Haut aufgenommen werden kann. Diese Feuchtigkeit

wird in der Elektrode gespeichert und der Übergangswiderstand zwischen Haut und Elektrode verringert. Bei der Moosstickerei können unterschiedliche Fasern unabhängig voneinander senkrecht zum Stickgrund aufgebracht werden. Hierdurch kann auch eine partielle Applikation von hydrophilen Fasern für die Elektrode umgesetzt werden. In Abbildung 8 sind

Quelle: TVP - Fachzeitschrift für Textilveredelung und Promotion / Ausgabe 03/2015, Seite 68 - 72

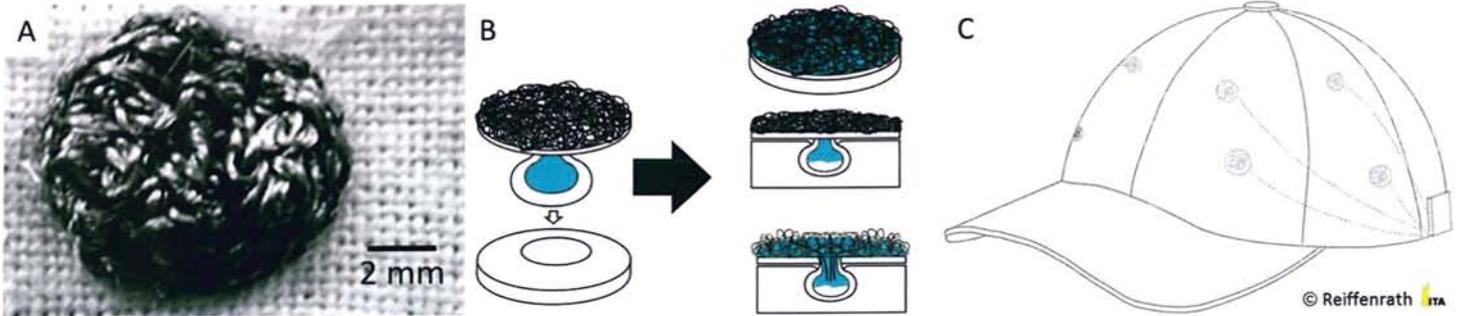


Abbildung 9: Moosgestickte Elektrode zur EEG-Messung (A), Prinzip des Kontaktmitteldepots (B), Design einer EEG-Baseballkappe (C)

moosgestickte Elektroden zur EKG-Messung ohne (A) und mit (B) hydrophilen Fasern dargestellt.

Anwendungsgebiet:

Elektroenzephalografie (EEG)

Elektroenzephalografie (EEG) ist eine Methode der medizinischen Diagnostik und der neurologischen Forschung zur Messung der summierten elektrischen Aktivität des Gehirns durch Aufzeichnung der Spannungsschwankungen an der Kopfoberfläche. Es werden hierbei die Gehirnströme gemessen, wodurch zum Beispiel epileptische Anfälle detektiert werden können. Moosgestickte Elektroden bieten in diesem Anwendungsszenario ein großes Potenzial. In Abbildung 9

A ist eine moosgestickte Elektrode zur EEG-Messung abgebildet. Durch ihre Schlaufenstruktur an der Oberfläche können sie entlang der Haarstruktur vorbeigleiten und bieten somit einen Kontakt zwischen Kopfhaut und Elektrode (vgl. Abbildung 10 A). Zur Verstärkung dieses Effektes kann an der Rückseite der Elektrode ein Kontaktmitteldepot in Form eines Druckknopfes angebracht werden (vgl. Abbildung 9 B). Über dieses Depot wird die Elektrode mit geringfügigen Mengen an Kontaktmittel gespeist, die den Übergangswiderstand zwischen Kopfhaut und Elektroden weiter herabsetzen. Zusätzlich können hydrophile Fasern eingesetzt werden, um

die Elektrodenoberfläche mit dem Kontaktmittel zu versorgen, da diese wie eine Art Docht wirken (vgl. Abbildung 9 B und Abbildung 10 B). Diese Elektroden können dann zum Beispiel auf eine Baseballkappe aufgebracht werden, wie in Abbildung 9 C dargestellt, und während eines epileptischen Anfalls einen Notruf absetzen.

Zusammenfassung

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Moosstickerei insbesondere zur Herstellung von textilen Elektroden ein großes Potential aufweist. Die neuen Anwendungsgebiete im Bereich der Smart Textiles und Medical Smart Textiles können der – mittlerweile fast vom Markt verdrängten

– Moosstickerei einen neuen Aufschwung bescheren. Insbesondere die deutliche Verbesserung der Waschbarkeit von moosgestickten Elektroden im Vergleich zu textilen Elektroden, die mit anderen Textiltechnologien hergestellt wurden, zeigt das hohe Potenzial dieser Technologie für den gesamten Wearable Bereich, unabhängig, ob die moosgestickten Elektroden im Fitness- oder im medizinischen Bereich Anwendung finden.

Folgende Beiträge in den kommenden Ausgaben werden die Möglichkeiten weiterer Stickverfahren für die technische Stickerei detaillierter vorstellen und neue Anwendungsbeispiele und Prototypen aufzeigen.

www.ita.rwth-aachen.de

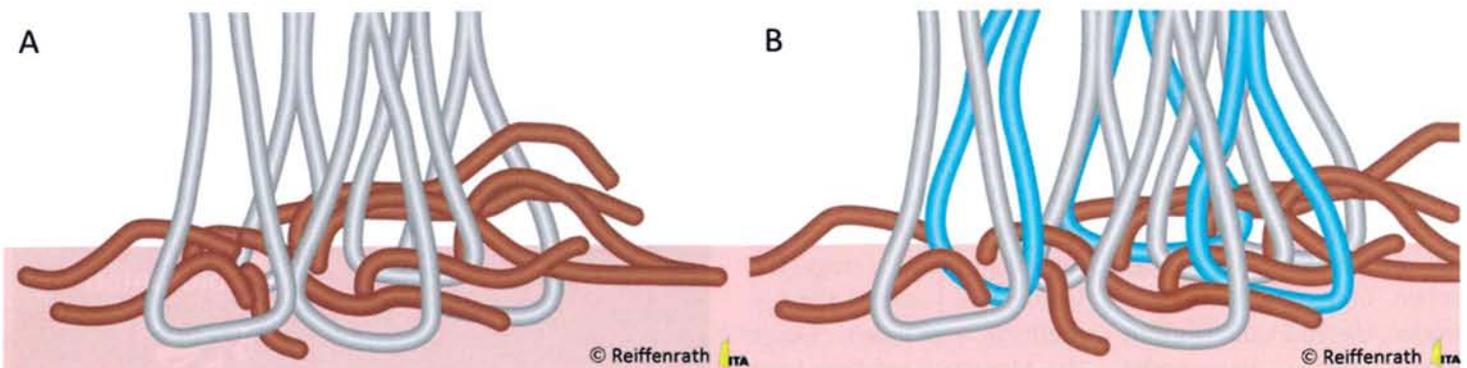


Abbildung 10: Prinzipdarstellung Haare und Elektrodenschlaufen ohne (A) und mit (B) hydrophilen Fasern