

**Projekttitle:** Entwicklung reibungsreduzierter, verschleißarmer Schlossteile für Strickmaschinen

**Partner:** SAM Coating GmbH, Eggolsheim-Neuses

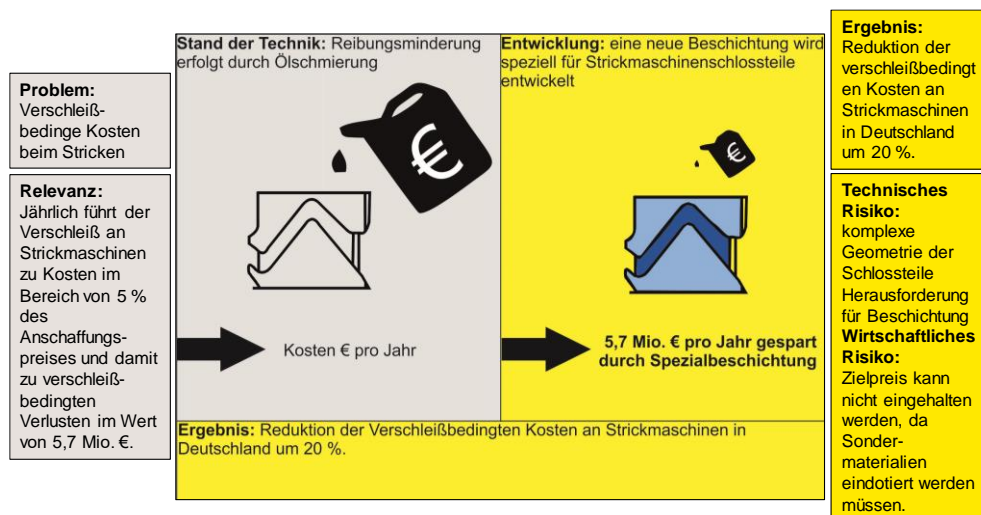
**Laufzeit:** 10/2017 – 9/2019

**Förderträger:** ZIM

**Univ.-Prof.**  
**Prof. h.c. (Moscow State Univ.)**  
**Dr.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing.**  
**Thomas Gries**  
 Institutsleiter

**Lukas Lechthaler**  
 Wissenschaftliche Mitarbeiter

## Zentrales Bild des ZIM Projektes SAMStrick



Mein Zeichen: LL  
 10.09.2018

## Problemstellung

Stricken ist ein hochproduktives Verfahren zur Herstellung elastischer Textilien. Die hohe Dynamik der Strickmaschinen führt zu einem hohen Verschleiß der reibungsbelasteten Strickmaschinenelemente. Jährlich führt der Verschleiß an Strickmaschinen zu Kosten im Bereich von 5 % des Anschaffungspreises der Strickmaschinen. Diese Kosten entstehen durch ersetzbare Verschleißteile wie Schlossteile, Nadeln und Stege. In Deutschland verzeichnen Strickereien jedes Jahr verschleißbedingten Verlust im Wert von rund 5,7 Mio. €. Um den Verschleiß und dessen Folgekosten gering zu halten, werden Strickmaschinen aktuell mit Öl geschmiert und die Produktionsgeschwindigkeit limitiert. Die Schmierung der Strickmaschinen ist insbesondere für medizinische Textilien problematisch. Die Verwendung von Schmierölen erfordert einen Waschvorgang der Gestricke. Medizinische Gestricke aus empfindlichen Garnen sind für die Wäscherei oft jedoch nicht geeignet.

## Ziel und Ansatz

Daher ist es das Ziel dieses Projektes eine neuartige, innovative Kombinationsbeschichtung, die Verschleißschutz und Reibungsreduktion gleichzeitig

gewährleisten kann. Über diese Schicht soll erreicht werden, dass in Strickmaschinen zukünftig weitestgehend auf Schmieröle verzichtet werden kann und der Verschleiß von Elementen, wie dem Schlossteil, minimiert wird (Abbildung 1).

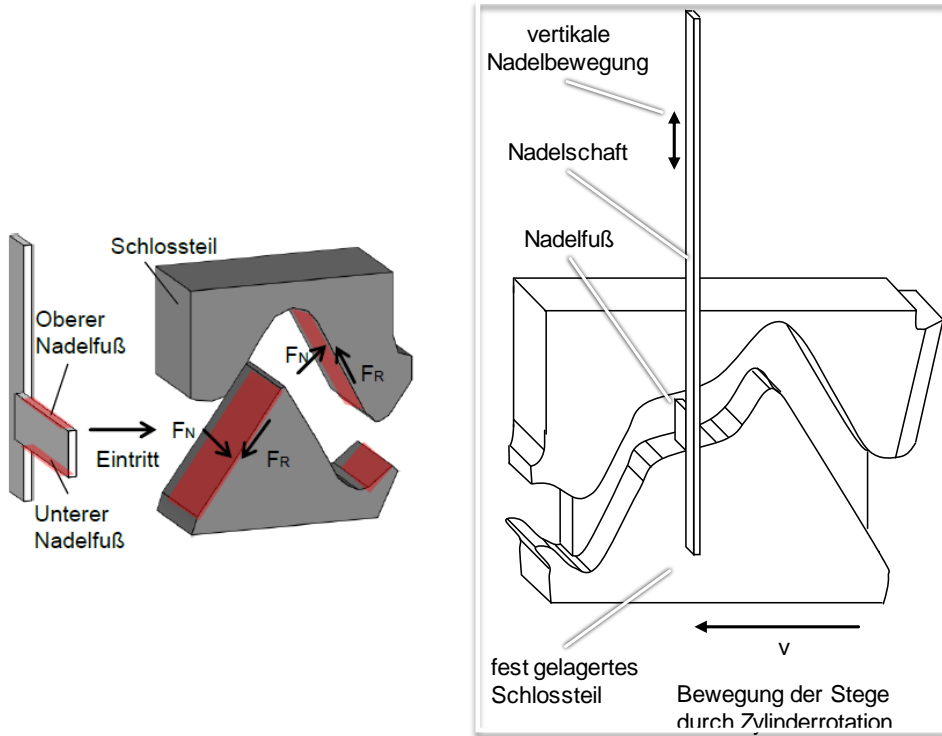


Abbildung 1 hochbelastete Flanken (links) und Nadelbewegung im Schlossteilkanal (rechts)

Dies wird innerhalb des Projektes dadurch realisieren, dass die Eigenschaften eines ta-C (tetragonal amorphous carbon) Schichtsystems mit den Eigenschaften eines Wolframdotierten-Diamond Like Carbon (W-DLC) Schichtsystems durch die SAM Coating GmbH vereint werden. Dies soll durch den Aufbau einer Kombinationsschicht ermöglicht werden.

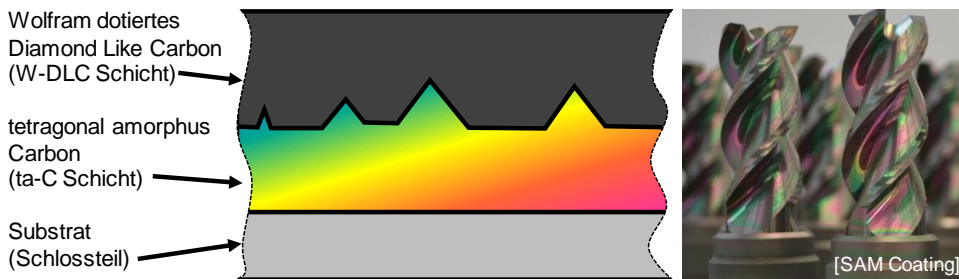


Abbildung 2: Schematische Darstellung der Kombinationsschicht (links) und mit ta-C beschichtete Fräser (rechts)

Während die ta-C Schicht einen sehr hohen Verschleißschutz gewährleistet, sind die W-DLC und DLC Schichten für Anwendungen unter Mangel- und Trockenschmierung prädestiniert. Eine Kombination aus diesen Schichtsystemen bzw. vergleichbare Ansätze sind derzeit am Markt nicht verfügbar. Die entwickelte Kombinationsschicht wird hinsichtlich ihrer Reibeigenschaften

unter trockenen Bedingungen und hinsichtlich ihrer Verschleißfestigkeit im Dauerversuch geprüft und entwickelt.

### **Wirtschaftliche Bedeutung & Nutzen**

Für SAM Coating erschließt sich nach erfolgreichem Abschluss des Projektes ein neuer Markt. Sowohl Strickmaschinenhersteller als auch Strickereien können anforderungsgerecht beschichtete Schlossteile für Ihre Maschinen bei SAM Coating erwerben. Die Strickmaschinenhersteller können ihrer Strickmaschinen mit der neuen Technologie ausstatten und vertreiben. Für Strickereien besteht die Möglichkeit, ihre jährlichen verschleißbedingten Kosten zu reduzieren.

Im Anschluss an das Projekt kann SAM Coating die entwickelte Beschichtung zudem auf neue Anwendungsfelder mit vergleichbaren Anforderungen übertragen. Insbesondere Prozesse, in denen Nadeln mit metallischen Maschinenelementen in Kontakt stehen, kommen dafür in Frage.

### **Lösungsweg**

Die weitgehende Reduktion von Schmierölen in Strickereien für medizinische Gestricke begünstigt die Verarbeitbarkeit empfindlicher Garne, führt derzeit aber zu hohem Verschleiß. Reibungsarme Hartstoffschichten, wie die ta-C Beschichtung aus dem Automotive Bereich, funktionieren auch in trockener Umgebung. Mit einer gezielten Beschichtungsentwicklung kann der Oberflächenanteil der Bindungsstrukturen von sp<sup>2</sup> (Graphit) und sp<sup>3</sup> (Diamant) gezielt eingestellt werden. Für die Strickmaschinenschlossteile wird eine neuartige Beschichtung entwickelt. Die neue Beschichtung wird hinsichtlich ihrer Reibeigenschaften unter trockenen Bedingungen und hinsichtlich ihrer Verschleißfestigkeit im Dauerversuch geprüft und ausgelegt. Das Ziel der Beschichtungsentwicklung ist die Reduktion der verschleißbedingten Kosten an Strickmaschinen in Deutschland um 20 %. Außerdem wird die verschleißbedingte Wärmeentwicklung an der Strickmaschine um 10 °C gesenkt. Für die Prüfung der Beschichtung wird ein tribologischer Strickprüfstand eingesetzt. Am Strickprüfstand kann die Reibung über Messung des Drehmomentes quantifiziert werden. Der Verschleiß wird über optische Messungen und Messungen der Oberflächenrauheit bzw. und Rautiefe quantifiziert. Für die Messung des Ölbedarfs wird ein Versuchsplan entwickelt in dem verschiedene Beschichtungsvarianten und unbeschichtete Schlossteile bei verschieden dosierter Ölzufuhr im Prüfstand vermessen werden. Das Drehmoment wird aufgezeichnet. Die Eignung der Beschichtungen wird anhand der Schlossteile durch eine Optische Bewertung, durch Analyse des Drehmomentes und durch Analyse der Oberfläche bewertet. Iterativ wird das Beschichtungssystem für den Anwendungsfall angepasst.

Für den Einsatz in der Maschine wird ein Feldversuch in einer Maschine durchgeführt. Für die Reduktion der Verschleißkosten ist die dauerhafte Einsatzfähigkeit der beschichteten Schossteile in der Strickmaschine entscheidend. Die Eignung zum dauerhaften Einsatz hängt von der Beschichtungsdicke und von der Haftung der Beschichtung auf dem Schlossteil ab. Hier ist die komplexe Geometrie der Schlossteile für die Beschichtung Risiko und

Herausforderung. Die Geometrie der Schlosskurve in Strickmaschinenschlossteilen erfordert Beschichtung von 90° Innenkanten. Für die Beschichtung müssen die Schlossteile zusätzlich gehärtet werden. An den Kanten der Beschichtung treten eigenspannungsinduzierte Spannungsspitzen auf. Wenn die Eigenspannungen des Materials mit den Eigenspannungen der Beschichtung überlagert werden, kann die Haltbarkeit der Beschichtung gesenkt werden. Daher muss die Beschichtung unter Berücksichtigung der Eigenspannungen hinsichtlich ihrer Haftungseigenschaften auf dem Schlossteil untersucht und angepasst werden.

### **Danksagung**

Das Forschungs-Vorhaben ZF4018786CJ7 der AiF Projekt GmbH, Berlin wird im Rahmen des Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand (ZIM) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.