

KURZVERÖFFENTLICHUNG

Ressourceneffizienz an flächenbildenden Textilmaschinen durch intelligente Sensordatenauswertung und prozessspezifische Wissensgenerierung am Beispiel der Rundstrickmaschine (Datengetriebene Ressourceneffizienz)

Autoren:	Leon Pauly Dominik Surc Dr.-Ing. Thomas Fischer Oswald Rieder
Forschungsstelle:	DITF – Zentrum für Management Research
Erschienen:	31.03.2022
Bearbeitungszeitraum:	01.11.2019 bis 31.10.2021

Zusammenfassung

Nach der Leistungssteigerung ist die Ressourceneffizienz zunehmend Entwicklungsziel im Textilmaschinenbau. Datengetriebene Modelle ermöglichen eine neue Perspektive auf Produktionsmaschinen und erlauben die automatisierte Ermittlung von Korrelationen zur Effizienzsteigerung. Im Zuge des Projektes Datengetriebene Ressourceneffizienz sollten die Grundlagen datengetriebener Methoden für textile Produktionsmaschinen am Beispiel von Rundstrickmaschinen aufgezeigt werden. Hierzu wurden die kostenrelevanten Betriebsgrößen wie Energieverbrauch, Schmiermittelverbrauch und Nadelverschleiß untersucht.

Die Rundstrickmaschine im Technikum der DITF wurde mit umfassender Messtechnik ausgestattet und Infrastruktur zur Erfassung, Speicherung und Verarbeitung der Daten aufgebaut. Körperschall erweist sich dabei als zielführende Messgröße um den Betriebszustand der Rundstrickmaschine zu erfassen und die o.g. Betriebsgrößen zu korrelieren.

Die Versuche wurden zum einen hinsichtlich genereller Aussagen des Betriebszustand aufgrund von Körperschallmessungen ausgewertet um möglicher Anwendungsfelder von Machine Learning-Methoden aufzuzeigen. Die Prozesskenntnis ist Schlüssel bei der Implementierung von Machine-Learning Methoden. Fadenzugkräfte, Kulierkräfte, Temperaturen, Antriebsleistung und Körperschall wurden in verschiedenen

Betriebszuständen gemessen. Aussagen zu qualitativen Korrelationen in Abhängigkeit der Maschinendrehzahl, der Maschinentemperatur, der Schmiermittelmenge und des Verschleißzustandes der Nadeln wurden aufgezeigt. Die Aussagen können qualitativ auf jede Rundstrickmaschine übertragen werden, die Systematik auf textile Produktionsmaschinen im Allgemeinen.

Neben der Analyse der Betriebsgrößen wurden auch verschiedene Machine-Learning Methoden in Anwendungsbeispielen implementiert um deren Möglichkeiten in der Betriebsdatenverarbeitung zu demonstrieren. Es zeigt sich, dass hier ohne großen Aufwand gute Ergebnisse generiert werden konnten.

Zusammenfassend sind die Projektergebnisse eine gute Grundlage um Machine-Learning Methoden im industriellen Umfeld zu implementieren. Der Projektbericht liefert dazu Lessons-Learned in der Datenerfassung, Datenverarbeitung und Anwendung der Machine-Learning Methoden. Der im Projekt entstandene Demonstrator ermöglicht einen niedrigschwelligen Zugang zum Umgang mit datengetriebenen Modellen.

Ergebnisse

Um datengetriebene Ressourceneffizienz an Textilmaschinen zu untersuchen, wurde eine Großrundstrickmaschine mit umfassender Messtechnik ausgestattet.

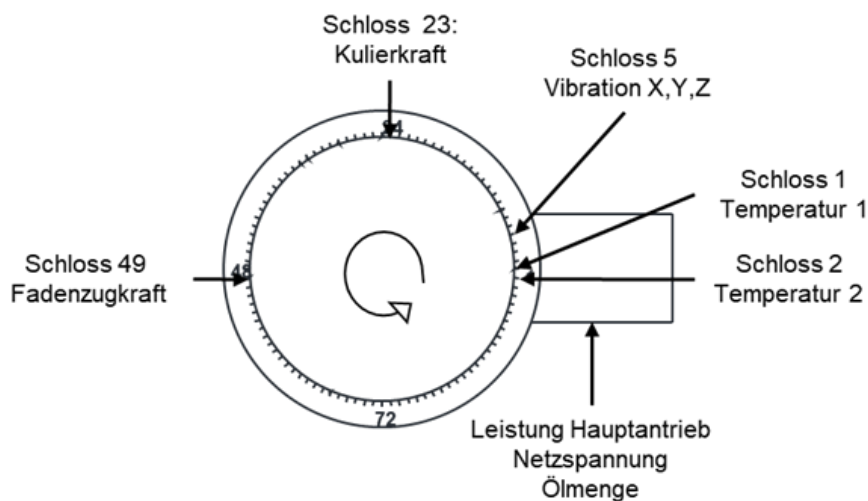
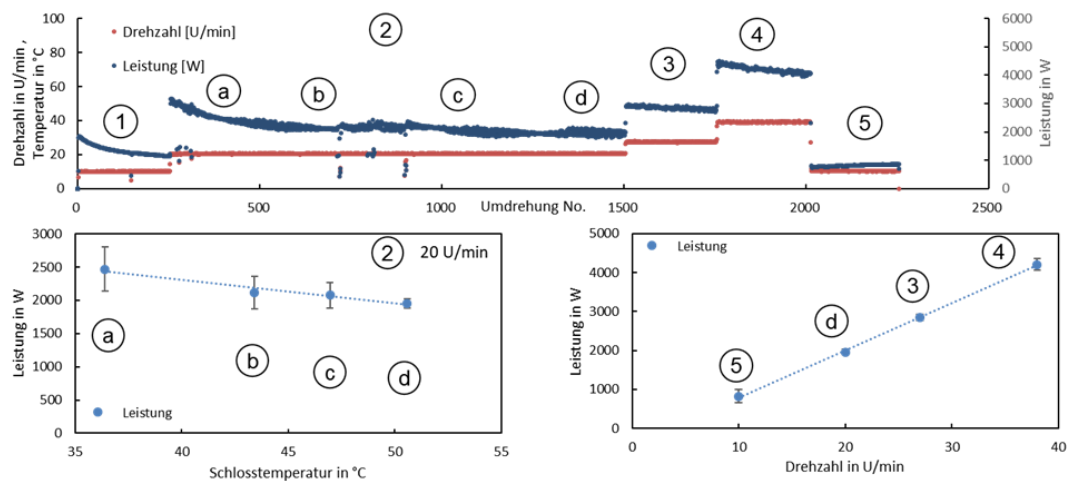


Abbildung 1: Übersicht der Messsensorik am Strickzylinder.

Dazu gehören die klassischen Betriebsparameter wie Temperaturen, Leistungsaufnahme und Fadenkräfte an verschiedenen Stellen der fadenführenden Systeme. Außerdem wurde ein Beschleunigungssensor installiert um auch den Körperschall als Kriterium einzubeziehen. Weiterhin wurde spezielle Messtechnik zur Messung der Kulierkräfte unmittelbar am der tribologisch kritischen Kulierteil installiert. Die gebündelte

Datenerfassung über ein Messsystem ermöglichte eine effiziente Verarbeitung der Daten. In Messkampagnen wurden Szenarien zur Drehzahl, Schmiermittelmenge und dem Nadelverschleiß gefahren. der folgenden Abbildung ist die Auswertung einer Drehzahlrampe beispielhaft an der elektrischen Leistungsaufnahme des Hauptantriebes



der Rundstrickmaschine zeigt.

Abbildung 2: Auswertung der Drehzahlrampe am Beispiel der elektrischen Leistung.

Durch die Auswertung der verschiedenen Segmente wird die Abhängigkeit der Antriebsleistung von der Maschinentemperatur und der Maschinendrehzahl deutlich. Die Auswertung der Drehzahlrampe bei unterschiedlichen Schmiermittelmengen zeigt, dass diese einen signifikanten Einfluss auf die Maschinenschwingung der Rundstrickmaschine hat.

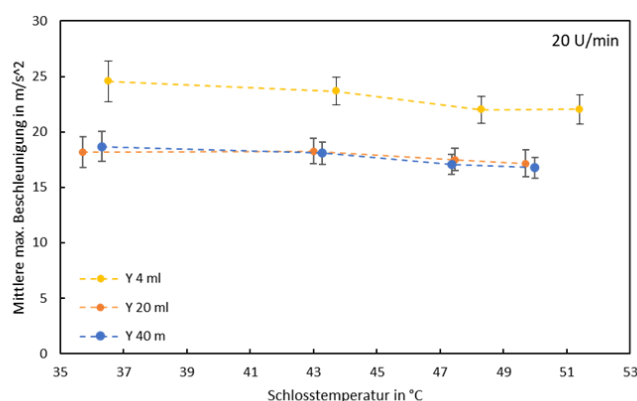


Abbildung 3: Schwingungsamplitude bei verschiedenen Schmiermittelmengen. Bei niedrigen Schmiermittelmenge von 4 ml/Stunde/Düse stellt sich eine erhöhte Schwingungsamplitude ein.

Die Analyse dieser der Verschiedenen Betriebsparameter liefert Prozessverständnis, welches zur Entwicklung datengetriebener Modelle benötigt wird. In weiteren Versuchsreihen konnten Korrelationen zur Schmiermittelmenge und dem Nadelveschleiss herausgearbeitet werden, auf dessen Grundlage prototypisch auch datengetriebene Modelle implementiert werden konnten. Dabei wurde hauptsächlich der Körperschall als universelle Messgröße verwendet. Machine-Learning Methoden wurden exemplarisch für den Verschleiß der Nadelfüße, die Schmiermittelmenge und die Modellierung von Messgrößen auf Basis von nicht-invasiver Sensorik demonstriert. Im Zuge des Projektes wurden verschiedene Methoden des Machine-Learnings auf die generierten Datensätze angewendet und damit die generelle Machbarkeit an einer Maschine nachgewiesen. Die Grenzen und Möglichkeiten der Anwendung von Machine-Learning Modelle im Allgemeinen stehen und Fallen mit der Qualität der vorliegenden Daten. Hier ist von Anfang eines Projektes eine minutiöse Abstimmung der Schnittstelle Messtechnik – Datenverarbeitung zielführend. Weiterhin sind die Definition von Use-Cases und der zugehörigen Datenlabels signifikante Erfolgskriterien für Big Data Anwendungen an Produktionsmaschinen im Allgemeinen. Es wurde ein ML-Demonstrator geschrieben, mit dem die Auswertung von Sensordaten mit ML-Methoden nachvollzogen werden kann. Der Demonstrator ist auf der Institutshomepage unter <https://www.ditf.de/de/weitere-infos/datengetriebene-ressourceneffizienz.html> abrufbar. Code und Datensatz sind auf Anfrage erhältlich.

Auf Grundlage der Im Projekt gemachten Erfahrungen können Maschinenbauer und Sensoranbieter neue Services und Produkte entwickeln und anbieten. Da Textilmaschinen jeder Stufe der textilen Prozesskette einen eigenen „Puls“ haben, können die Ergebnisse nicht 1:1 übertragen werden. Aufstellort, -umgebung und Alter der Maschine, sowie das Verarbeitete Material und erzeugte Ware wirken auf die Betriebsdaten. Die generellen Abhängigkeiten sind jedoch allgemeingültig und die Methodik kann auf Textilmaschinen angewandt werden. Der entwickelte Demonstrator ermöglicht einen niederschweligen Eintritt in die Entwicklung Datengetriebener Modelle und Machine-Learning Methoden im Hinblick auf Predicted Maintenance. Für Strickereibetriebe sind die Ergebnisse ein Wegweiser zu neuen Technologien und vertiefen das Wissen über die quantitativen Zusammenhänge der Betriebsparameter an Rundstrickmaschinen. Der Einsatz von kommerziell günstig verfügbarer Sensorik ist möglich und wurde im Projekt demonstriert. Für ML/KI-Dienstleister wurde im Projekt die Datenstruktur und Technologie aufbereitet, so dass diese einen einfacheren Zugang zu Textilen Fragestellungen haben um die Adaption ihrer Produkte im Umfeld von Textilien, im speziellen der Strickerei zu ermöglichen.

Danksagung

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Das IGF-Vorhaben 20256 N der Forschungsvereinigung
Forschungskuratorium Textil e.V., Reinhardtstraße 14-16, 10117
Berlin wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur
Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom
Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines
Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Der Abschlussbericht des Forschungsvorhabens 20256 N ist an den Deutschen Instituten
für Textil- und Faserforschung Denkendorf (DITF) erhältlich.

Ansprechpartner

Thomas Fischer, thomas.fischer@ditf.de

Leon Pauly, leon.pauly@ditf.de