

<b>Projektverantwortlicher</b>	Christoph Kuhn M. Sc.
<b>Laufzeit</b>	Juni 2020 – August 2023
<b>Abteilung</b>	Tribologie
<b>Förderlinie</b>	BMWK Im Rahmen des 7. Energieforschungsprogramms der Bundesregierung

### Abstract

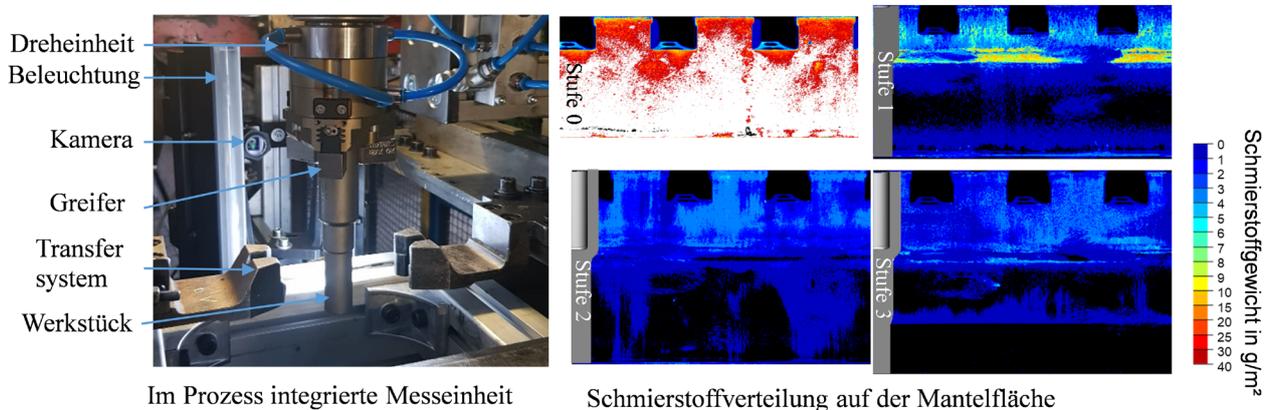
Das Ziel des Forschungsprojektes ist die Entwicklung einer inlinefähigen In-situ-Prozessüberwachung der Temperatur- und Schmierstoffverteilung für die Kaltmassivumformung. Die inline Prozessüberwachung erfolgt durch die Integration von UV- und thermochromatischen Indikatoren in den Schmierstoff, wodurch die Schichtdicke und die Temperatur direkt an der Schnittstelle zwischen Werkstück und Werkzeug erfasst werden können. Mit Hilfe der Prozessanalytik können die Schmierstoff- und Temperaturverteilung orts aufgelöst ermittelt und an vor- und nachgelagerte Prozesse rückgeführt werden.

### Projektbeschreibung

Zu Beginn des Projektes erfolgt in die Auswahl und Integration der Indikatoren in den Schmierstoff, sowie die Erstellung der Indikator-Normierungsdatensätze für die späteren Messungen. Parallel erfolgt der Aufbau der Prozessanalytik und der Integration dieser in den Musterprozess. Die Prozessanalytik besteht aus einer Messzelle, in der die Bauteiloberflächen optisch erfasst werden und der darauffolgenden softwareseitigen Aufbereitung und Bereitstellung der Messergebnisse. Ebenfalls parallel werden in Tribometeruntersuchungen durchgeführt, um den Einfluss der integrierten Indikatoren auf das Schmierstoffverhalten zu untersuchen (bzw. eine Wechselwirkung auszuschließen). Das Projekt schließt mit der Erprobung der Messtechnik an einem Musterprozess im industriellen Umfeld ab.

### Ergebnisse

Im Rahmen des Projektes wurde eine Methodik zur Erfassung der Schmierstoffschichtdicke und -verteilung sowie der Schmierstofftemperatur entwickelt. Die Messensorik basiert auf der Integration von thermochromen und fluoreszierenden Indikatoren in einen Salz-Wachs-Schmierstoff. In einem ersten Schritt wurden geeignete Indikatoren identifiziert und in den Schmierstoff integriert. Darüber hinaus wurde die Messensorik auf weitere Schmierstoffsysteme übertragen. Anschließend wurden im Labor Prüfmethode zur Kalibrierung der Messsensorik entwickelt und Normdatensätze erstellt. Zur gezielten Temperierung der Kalibrierproben wurde eine Heizeinheit entwickelt, mit der Proben innerhalb einer Sekunde auf bis zu 500 °C aufgeheizt werden kann. Für die Kalibrierung von Fluoreszenzindikatoren wurde eine Ulbrichtkugel entwickelt und erfolgreich eingesetzt. Darauf aufbauend wurde eine Prozessanalytik konzipiert und in einen industriellen Musterprozess integriert. Aufgrund der im industriellen Umfeld zur Verfügung stehenden Einbauräume wurde ein Messsystem mit einer Zeilenkamera entwickelt und charakterisiert (Abbildung 1). Anschließend wurde der Aufbau in den Musterprozess integriert und mit diesem synchronisiert, so dass eine kontinuierliche Aufnahme der Mantelfläche im Dauerbetrieb des Musterprozesses möglich war. Abschließend erfolgte die Auswertung der gewonnenen Ergebnisse. Eine Herausforderung stellt dabei die starke Ausdünnung des Schmierstoffes dar, da eine fehlen-



[1] Entwickelte Messeinheit und Schmierstoffausdünnung im mehrstufigen Prozess

de Schmierstoffschicht gleichbedeutend mit einem fehlenden Sensor ist (Abbildung 1). Zur Kompensation der Ausdünnung und des Ausfalls des Schmierstoffs wurden Modifikationen an den Halbzeugen und am Prozess untersucht. Die entwickelte Methodik bietet insbesondere im Bereich der Schichtdickenmessung Potenzial zur Untersuchung weitergehender Wirkungszusammenhänge. Bei vollautomatischen Anlagen mit In-line-Schmiersystemen besteht darüber hinaus die Möglichkeit, die gewonnenen Daten über die Schmierstoffverteilung auf die Beschichtung zu übertragen und verschleißabhängig nachzuschmieren. Die entwickelte Messtechnik wird bereits in laufenden Projekten eingesetzt und ist als zusätzliches Analysewerkzeug für zukünftige Projekte vorgesehen.

### Danksagung

Das Verbundvorhaben InPUT – Inline Prozessüberwachung von Umformprozessen mittels Tribologischer Systeme (Förderkennzeichen: 03EN2038A) wird von Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) im Rahmen des 7. Energieforschungsprogramms der Bundesregierung gefördert. Das PtU dankt dem Projektträger, dem Forschungszentrum Jülich GmbH und den Projektpartnern der Schondelmaier GmbH Presswerk, der CARL BECHEM GMBH und der ISRA VISION AG.

### Gefördert durch



### Projektpartner



### Projektträger

