

## Modellierung Kettenwirkmaschine

### Motivation

Kettenwirkmaschinen einer Breite ab 6 m und einer Maschinenfeinheit ab E22 müssen zeit- und energieintensiv vorgewärmt sowie ständig temperiert werden. Motivation des Vorhabens war, diesen Aufwand deutlich zu reduzieren.

Die textile Flächenbildung wird bei Kettenwirkmaschinen mittels parallel auf Barren angeordneten und sich synchron bewegenden Wirkelementen realisiert. Die minimale Distanz zweier Wirkelemente beträgt 0,36 mm (Maschinenfeinheit E22). Temperaturschwankungen z. B. durch Eigenerwärmung nach Wochenendstillstand, Sonneneinstrahlung oder Raumtemperaturänderungen (Nacht- zu Tagschicht) führen zur Längenänderung von Maschinenkomponenten. Dadurch verschieben sich die Wirkelemente relativ zueinander. Es besteht die Gefahr, dass Wirkelemente miteinander kollidieren.

Zur Vermeidung von Kollisionen werden die Maschinen über eine Zeitdauer von ca. 10 Stunden auf 48 °C vorgewärmt und diese Temperatur während des Betriebs gehalten. Ziel des Projektes war, das Wärmeausdehnungsverhalten von Kettenwirkmaschinen hoher Breite und Maschinenfeinheit genauer zu untersuchen, zu charakterisieren und in Bezug auf die Relativpositionen der Wirkelemente zu modellieren. Im Ergebnis sollten Aufwärmzyklen deutlich verkürzt werden um somit Zeit und Energie einzusparen.

### Experimentelles

Zur Untersuchung des thermisch bedingten Ausdehnungsverhaltens wurden Wärmebildaufnahmen durchgeführt (Abb. 1). Die Aufnahmen machten Temperaturpfade und Temperaturgradienten sichtbar. Teilweise hohe Gradienten ließen auf erhöhte Materialspannungen schließen.

Der Aufwärmprozess wurde im zeitlichen Verlauf über 21 Stunden dokumentiert. Dabei wurde die Temperatur verschiedener Maschinenkomponenten sensorisch ermittelt. Darüber hinaus wurden Verschiebungsmessungen durchgeführt. Mit spezieller Kamertechnik (Abb. 2) und Methoden der digitalen Bildkorrelation konnten makroskopisch die Verschiebungen des Maschinenrahmens sowie die Relativpositionen der Wirkelemente bestimmt werden (Abb. 3). Dabei wurde festgestellt, dass sich der Maschinenrahmen nicht nur in der Breite verändert, sondern in sich zu verwinden scheint. Die Auswertung der relativen Verschiebung der Wirkelemente war dadurch nur eingeschränkt möglich. Neben den durchgeführten Untersuchungen wurde mikroskopisch ein lokales Dehnungsfeld ermittelt. Damit wurde die Gesamtdehnung einer Fläche untersucht.

Zur Entwicklung mathematischer Modelle wurden die erfassten Zeitreihen synchronisiert. Unter Anwendung mathematisch-statistischer Methoden, insbesondere der Regressionsanalyse, wurden die Temperaturverläufe sowie das thermisch bedingte Ausdehnungsverhalten der Maschine mit hoher Bestimmtheit modelliert.

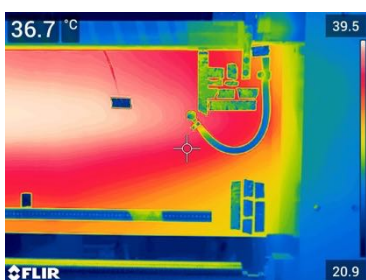


Abb. 1: Wärmebildaufnahme



Abb. 2: Beobachtung von Nadelverschiebungen

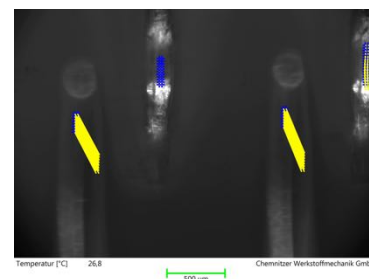


Abb. 3: Auswertung von Nadelverschiebungen

## Ergebnis

Aus der Versuchsdurchführung und -auswertung wurde die empirische Erkenntnis abgeleitet, dass sich die Temperatureaufnahme bei konstanter Heizleistung nicht linear verhält. Mit dem Temperatureaufnahmmodell ließ sich ermitteln, dass 80 % der Zieltemperatur bereits nach 43 % des gesamten Zeitaufwandes erreicht werden. Ebenfalls wurde festgestellt, dass eine Abdeckung der Barren erheblich dazu beiträgt, die Temperaturdifferenz zwischen Loch- und Schiebernadeln zu reduzieren.

Die makroskopische Untersuchung des thermisch bedingten Ausdehnungsverhaltens hat gezeigt, dass sich die Längenänderung der Maschine nicht proportional zur Temperaturänderung verhält. Lediglich der Vergleich von thermisch stationären Zuständen (Beginn und Ende der Messung) lassen einen erwartungsgemäßen Ausdehnungskoeffizienten ermitteln, welcher zudem dem lokalen Dehnungsfeld entspricht. Damit wurden vermutete Verwindungen der Maschinenkonstruktion bei Temperaturänderungen bestätigt.

Die ermittelten Gleichungen wurden in ein theoretisches Modell zur Beschreibung der relativen Nadelverschiebung überführt und ein aktives Überwachungssystem entwickelt (Abb. 4). Mit dem Überwachungssystem ist es möglich, die relative Verschiebung der Wirkelemente theoretisch zu ermitteln und bei Temperaturveränderungen (z. B. Aufwärm- und Abkühlprozess) vorherzusagen. Unter Annahme einer maximal zu tolerierenden Distanz zwischen Loch- und Schiebernadeln von 80 % (ausgehend von der idealen Positionierung) ließe sich der Aufwärmprozess rechnerisch von praktisch 10 Stunden auf theoretisch 1,74 Stunden reduzieren.

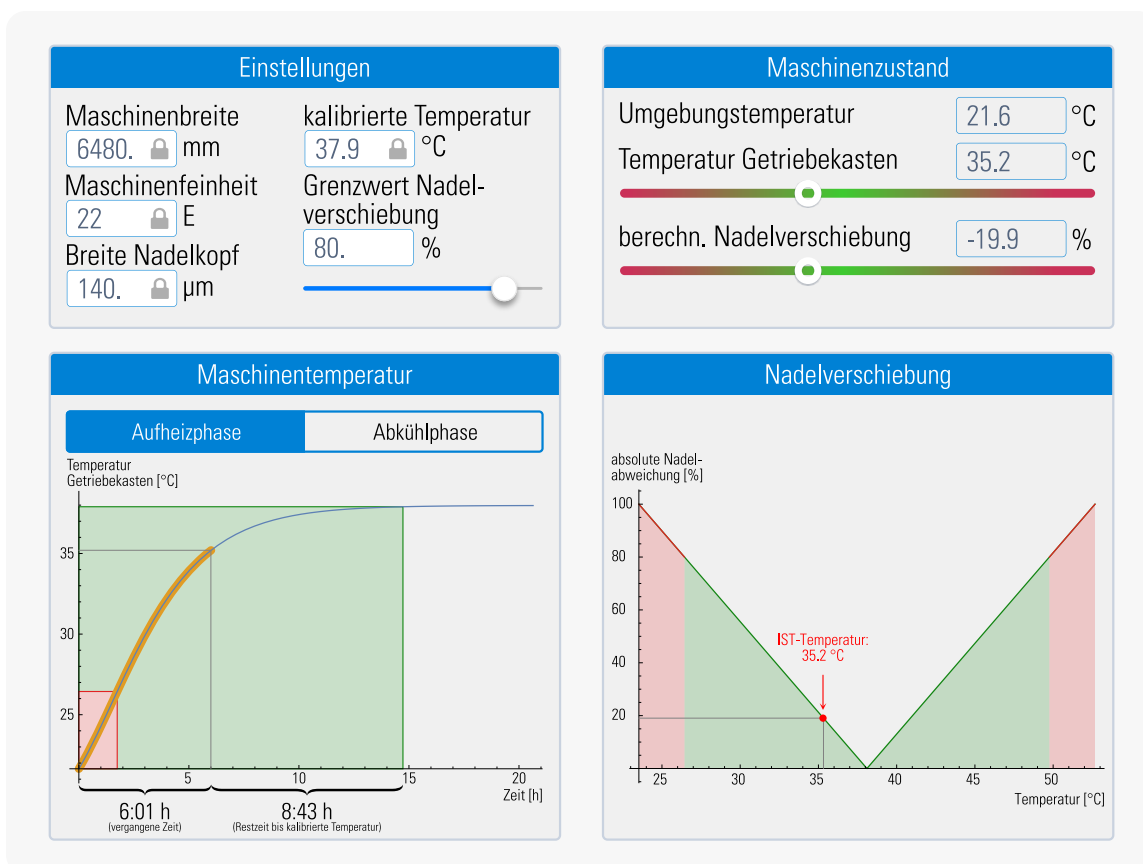


Abb. 4: Umsetzung eines Systems zur Überwachung der Nadelverschiebung

## Danksagung

Wir danken dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie für die Förderung des Forschungsvorhabens (Reg. Nr. 49MF170071) innerhalb des Förderprogramms „FuE-Förderung gemeinnütziger externer Industrieforschungseinrichtungen in Ostdeutschland – Innovationskompetenz Ost (INNO-KOM-Ost) – Modul: Marktorientierte Forschung und Entwicklung (MF)“.



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages