

Verarbeitung rezyklierter Hochleistungsfasern zu Organoblechen unter gleichzeitiger Entwicklung eines Lehr- und Schulungskonzepts

- Potential von Cyber-physisches System für eine smarte Verarbeitung rezyklierter Hochleistungsfasern und Lernen in Industrie 4.0 Umgebungen -

Die Wiederverwertung von Carbonfasern auf dem Niveau von Hochleistungswerkstoffen ist nur mit geschlossenen technologischen Prozessketten bei hoher Reproduzierbarkeit und ökonomischer Effizienz zu etablieren. Das futureTEX-Forschungsvorhaben SelVliesPro realisierte den Aufbau einer intelligenten Versuchsanlage zur Herstellung von Organoblechen auf Basis von Vliesstoffen aus rezyklierten Hochleistungsfasern unter Integration von Industrie 4.0-Ansätzen

Autor:

Thomas Pfaff

Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V.

An-Institut der Technischen Universität Chemnitz

Annaberger Str. 240

09125 Chemnitz

thomas.pfaff@stfi.de

Enrico Putzke

Institut für Materialwissenschaften an der Hochschule Hof, Hof

Kulmbacher Str. 76

95213 Münchberg

enrico.putzke@hof-university.de

1. Das Forschungsvorhaben „SelVliesPro“

Das Sächsische Textilforschungsinstitut e.V. (STFI), das Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik (IWF) der Technische Universität Braunschweig, die Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hof und die Safety io GmbH, Berlin, haben in Zusammenarbeit im Rahmen des futureTEX-Forschungsvorhabens „SelVliesPro“ eine intelligente Anlage als Prototyp zur Verarbeitung rezyklierter Hochleistungsfasern entwickelt. Die Anlage im Forschungs- und Versuchsfeld "Selbststeuernde Vliesstoffproduktion" ist gekennzeichnet durch die kontinuierliche Herstellung eines Faserverbundwerkstoffes durch aufeinanderfolgende Prozessschritte, welche sowohl prozess- als auch parameterseitig in gegenseitiger Abhängigkeit stehen. Für die Qualitätssicherung und die Optimierung des

Produktionsprozesses durch datenbasierte Ansätze wurde ein cyber-physisches Produktionssystem (CPPS) realisiert. Diese sind ein Kernelement von Industrie 4.0 und beschreiben die dynamische Vernetzung von physischer Welt, d.h. der spezifischen Produktionsanlage, und einem virtuellen Abbild (Cyberraum). Das virtuelle Abbild wird kontinuierlich mit Maschinen-, Betriebs- oder Umgebungsdaten versorgt und berechnet optimierte Strategien.

2. Transparenz durch ganzheitliches Datenbasis und Prozessleitsystem

Durch die hohe Komplexität bei der Betrachtung des gesamten Fertigungsprozesses und den resultierenden Zusammenhängen zwischen Maschineneinstellungen und Qualitätsparametern des Vliesstoffs stellt die ganzheitliche Datenaufnahme und -analyse einen entscheidenden Faktor dar. Industriell eingesetzte Anlagen erzeugen zunehmend größere Datenmengen während der Produktion. Die Datenauswertung im Sinne der Prozessüberwachung, -analyse und -optimierung sowie der Vorhersage von Qualitätsparametern benötigt eine ganzheitliche Datenbasis. Hierfür ist ein System erforderlich, welches die Daten aller in den Herstellungsprozess eingebunden Anlagen bündelt. Für die Sicherstellung der durchgängigen Konnektivität und informationstechnischen Verkettung der Anlagen wurde das Industrie 4.0-Protokoll OPC UA definiert. Die existierenden Insellösungen der Anlagensteuerungen wurden durch eine SCADA-Gesamtlösung (Supervisory Control and Data Acquisition) ersetzt. Die Integration von zusätzlichen Messsystemen zur kontinuierliche Messung der Qualitätsparameter während des Produktionsprozesses, wie unter anderem der Flächenmasse, Dicke und Faserorientierung, führen in Verbindung mit der Datenauswertung anderen Anlagensensorik zur Erhöhung der Prozessqualität. Das Prozessleitsystem kann somit eine einheitliche Kommunikation für alle Anlagenteile nutzen. Die Umsetzung der intelligenten Anlagensteuerung beruht auf einer offenen und netzwerk-basierten Architektur aller Komponenten. Dies entspricht dem aktuell stattfindenden Übergangsprozess in der Automatisierungstechnik durch die zunehmende Verschmelzung mit der Informationstechnik (industrielles Internet der Dinge (IIoT)).

3. Lehr- und Schulungskonzept

Zu Beginn des Projektes wurden auf dem Markt angebotene Schulungen ermittelt und nach Aufbau und Inhalten analysiert. Bei der Analyse marktverfügbarer Angebote wurden neben dem Seminar „Stoffwechsel“ im futureTEX-Basisvorhaben keine Schulungen explizit mit den Handlungsfeldern des Vorhabens mit speziellem Bezug zur Textilindustrie gefunden. Daher fokussierte man sich auf die, für die Textilindustrie, zugeschnittene Schulung mit Berücksichtigung kontinuierlicher Fertigungsprozesse. Dabei stehen im Fokus die bedarfsgerechten Schulungsinhalte, interaktive Veranstaltung mit Integration der Teilnehmer, Bearbeitung praxisnaher Fallbeispiele, u.a. durch Integration der Demo-Linie des STFI sowie LabVIEW und die Nutzung verschiedener Methoden des Wissenstransfers.

Ebenso erfolgte eine Auswertung angebotener Schulungen zum Thema Industrie 4.0 und Recht Ergebnis: Schulungsmaterialien zu Haftung und Industrie 4.0 müssen neu entwickelt werden. Dazu wurden zunächst die beabsichtigten pädagogischen Elemente definiert: Lernen durch Lehre, dialogisches Lernen, entdeckendes Lernen, Handlungsorientierung, kooperatives Lernen, Prozessorientierung, selbstbestimmtes Lernen und Wissensvermittlung durch: ausgiebige praktische Arbeiten, Learning by Doing, Trial-and-Error, Experiential Learning, Learning by/through Experience und Lernspiele. Insbesondere das Grundlagenmodul sollte in zwei Varianten auf die Zielgruppen Management und Geschäftsführung und Fachpersonal/Teamleiter angepasst werden, wobei die Teilnehmeranzahl bei Modulen mit Programmierung max. 10 Teilnehmer nicht überschreiten sollte, um einen optimalen Wissenstransfer zu gewährleisten. Zunächst erfolgte die Recherche theoretischer Grundlagen zur intelligenten Instandhaltung gepaart mit der detaillierten Konzeptionierung von Inhalten, Didaktik und Methodik speziell für das Schulungsmodul. Weiterhin erfolgte die Erarbeitung der Unterlagen für die Evaluation der Schulung einschließlich des Evaluationsfragebogens. Ein wesentlicher Ansatzpunkt der Hochschule Hof erfolgte mit der Integration von LabVIEW und der definierten Fallbeispiele für die Demonstrationslinie in das Lehr- und Schulungskonzeptes, dieses wurde im Rahmen eines Workshops gemeinsam mit den Partnern erarbeitet. So soll den Teilnehmern praxisnah demonstriert werden, welche Möglichkeiten der Inline-Prozessüberwachung es gibt und wie längere Laufzeiten ohne Wartung, Wartung vor Defekt und die Vermeidung von Ausfällen und Stillstandszeiten realisiert werden können. Weiterhin stand die Kosten-Nutzen-Analyse im Fokus. Konkrete Beispiele zu Datenerfassung, Verarbeitung und Analyse wurden erarbeitet, nachdem Daten von der Demonstrationslinie und den durchgeführten Versuchen zur Verfügung standen. Die Durchführung von eigenen Programmierübungen der Teilnehmer wurde als nicht anforderungsgerecht bewertet, weshalb hier keine Übungen erarbeitet wurden. Stattdessen wurden weiterführende Beispiele definiert, welche die Anwendungspotentiale und Möglichkeiten von Industrie 4.0 einschließlich Kosten-Nutzen-Analyse herausstellen.

4. Der Mensch im Fokus

Durch Rückführung der Erkenntnisse des Cyberraums in die physische Welt ist es möglich, direkten Einfluss auf die Steuerung zu nehmen oder dem technischen Personal eine nutzergerechte Visualisierung als Entscheidungsunterstützung durch eine dynamische Mensch-Maschine-Interaktion bereitzustellen. Das CPPS unterstützt in einem immer komplexer werdenden Produktionsumfeld den Menschen in seinen Tätigkeiten. Auf Basis der Anforderungen, wie der gesundheitsschädlichen Umgebung im Produktionsbereich, welche auch die Notwendigkeit einer persönlichen Schutzausrüstung (PSA) der Mitarbeiter zur Folge hat. Eine weitere Möglichkeit der Interaktion ist eine Augmented-Reality-Anwendung. Mit Hilfe der vom PLS bereitgestellten Daten können aktuelle Zustände der Anlage mittels Microsoft HoloLens visualisiert werden. Die HoloLens ist eine speziellen Brille,

die es ermöglicht 3D-Projektionen im Sichtfeld des Trägers darzustellen. So können virtuellen Infokarten mit Anlageninformationen im Sichtfeld der Nutzer zum einen in einem 3D-Modell, welches mit Hilfe von Photogrammetrie erstellt wurde, eingeblendet und zum anderen der realen Vliesstoffanlage im Forschungs- und Versuchsfeld örtlich bestimmt überlagert werden.

5. Zusammenfassung

Die umgesetzten technologischen 4.0-Ansätzen führen zu einem kontinuierlichen Vliesstoffherstellungsprozess mit stetiger Überwachung und Prognose der Produktionsparameter. Das Potenzial der datengetriebenen Modelle kann durch eine umfassende Datenbasis zur Erhöhung der Genauigkeit und Robustheit ausgeschöpft werden und letztlich als autonom agierendes Element in das CPPS integriert werden. Ein weiterer Benefit datenbasierter Modelle könnte zukünftig hohe Investitionskosten und zusätzliche Umgebungsanforderungen bestimmter Messsysteme (bspw. radioaktive Messköpfe) mindern, da diese Messungen durch datenbasierte Modelle im Cyberraum der Produktionsanlage substituiert werden könnten (virtual quality gate).

Das Vorhaben SelVliesPro hat gezeigt, wie ein cyber-physisches Produktionssystem einer Produktionsanlage von Vliesstoffen aus rezyklierten Hochleistungsfasern geschaffen werden kann. Mit dem ganzheitlichen Prozessleitsystem mit einheitlicher Datenbasis und Integration aller Produktionsanlagen sind vielfältige Untersuchungen bei der Entwicklung und Produktion von Vliesstoffen möglich. Auch im Bereich des Qualitätsmanagements und -monitorings ergeben sich Synergien, welche durch die Übertragung der datenbasierten Ansätze und Mensch-Maschine-Interaktionen auf andere Produktionslinien einen Fortschritt in der Textilbranche erzeugen werden.

Danksagung

Das Vorhaben „SelVliesPro“ wurde unter dem Förderkennzeichen 03ZZ0627 im Rahmen des Zwanzig20-Konsortiums futureTEX durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert.