

Frederik Cloppenburg, Christian Möbitz, Stefan Schlichter, Thomas Gries

Schon jetzt Effekte der Digitalisierung nutzen – Höhere Produktivität und Energieeffizienz, weniger Abfall!

Vor dem Hintergrund der Digitalisierung fragen sich viele Vliesstoffproduzenten welchen konkreten Nutzen sie von Technologien der Digitalisierung haben und was man tun kann ohne sofort eine neue Anlage zu kaufen. Die Vielfalt an möglichen Technologien erschwert die Orientierung im Digitalisierungsdschungel. Die McKinsey Studie „Industry 4.0 – How to navigate digitization of the manufacturing sector“ ordnet die verfügbaren Technologien in acht Wertschöpfungstreiber [NN15]:

1. Ressourcen/Prozess
2. Anlagennutzung
3. Manuelle Arbeit
4. Lagerhaltung
5. Qualität
6. Angebot/Nachfrage match
7. Time to market
8. Services/Aftersales

Anhand der typischen Kostenstruktur von Vliesstoffproduzenten können die relevanten Wertschöpfungstreiber für die Vliesstoffindustrie identifiziert werden. Nach den Materialkosten, sind die größten Kostentreiber die Personal, Energie und Maschinenkosten [NN14]. Der Einkaufspreis der Materialkosten kann nur im geringen Umfang beeinflusst werden. Ausschuss wird häufig in-house recycelt. Für Digitalisierungstechnologien sind die Personal-, Energie- und Maschinenkosten daher von besonderer Relevanz bei der Produktionsoptimierung. Digitalisierungstechnologien müssen also darauf abzielen den Anteil dieser Kostenfaktoren an der produzierten Ware erster Qualität zu reduzieren. In der Vliesstoffindustrie ist das insbesondere durch Reduktion von Abfall & Stillstand, sowie die Erhöhung der Energie- und Personaleffizienz zu erreichen. Die Wertschöpfungstreiber mit der höchsten Relevanz sind daher Ressourcen/Prozess, Anlagennutzung, Manuelle Arbeit und Qualität. Zwei neue Technologien am ITA, die diese Wertschöpfungstreiber besonders adressieren sind die Erhöhung der Energieeffizienz des pneumatischen Fasertransports durch Sensorik und Bildverarbeitung sowie Maschinelle Lernverfahren zur wirtschaftlich-technischen Selbstoptimierung der Produktion.

An typischen Vliesstofflinien sind die transportierten Luftmengen im Fasertransport und Filtersystemen 30 – 60 % überdimensioniert um ein verstopfen der Rohre und damit einen Anlagenstillstand in jedem Fall zu vermeiden. Im Projekt „DynAir“ forscht daher das ITA gemeinsam mit der proCtec GmbH, Viernheim an der sicheren messtechnischen Erfassung des Fasertransportzustandes um die Luftmengen im Fasertransport zu reduzieren. Zudem wird ein Frühwarnsystem für Verstopfungen sowie eine energieeffiziente, dynamische Aufteilung der Absaugluftströme zum Filtersystem entwickelt. Im aktuellen Forschungsstadium wurde der Fasertransport zunächst mit einer High-Speed Videokamera

erfasst. Dabei können anhand des Transportbildes vier Grundzustände unterschieden werden:

1. Flugförderung (a)
2. Strahlenförderung (b)
3. Dünenförderung (c)
4. Propfenförderung (d)

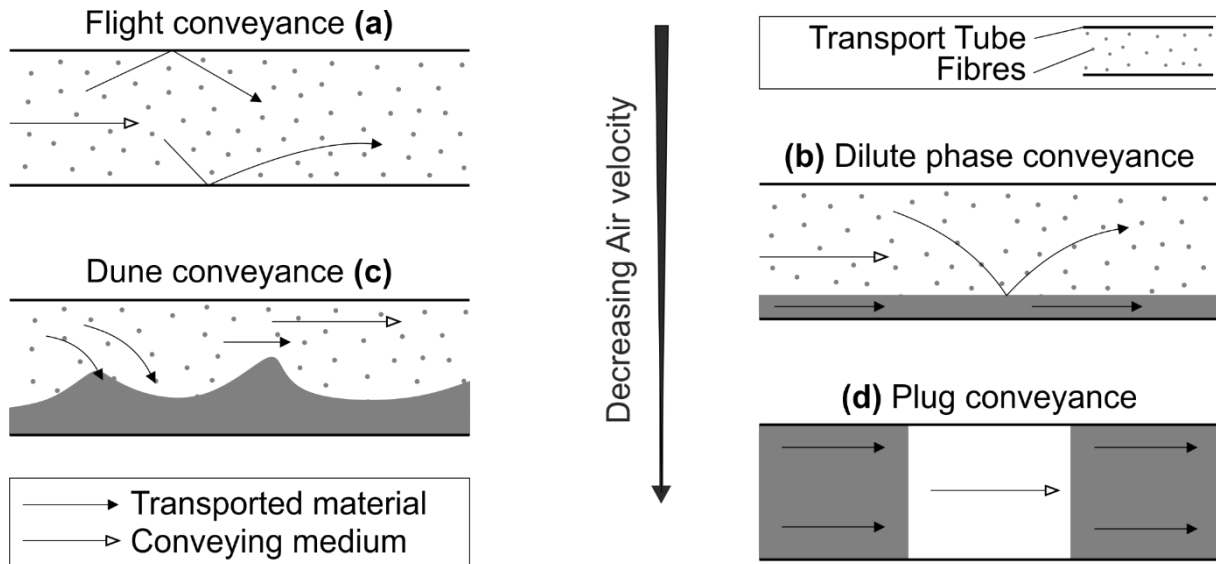


Abbildung 1: Transportzustände im pneumatischen Fasertransport im qualitativen Zusammenhang zur Luftgeschwindigkeit

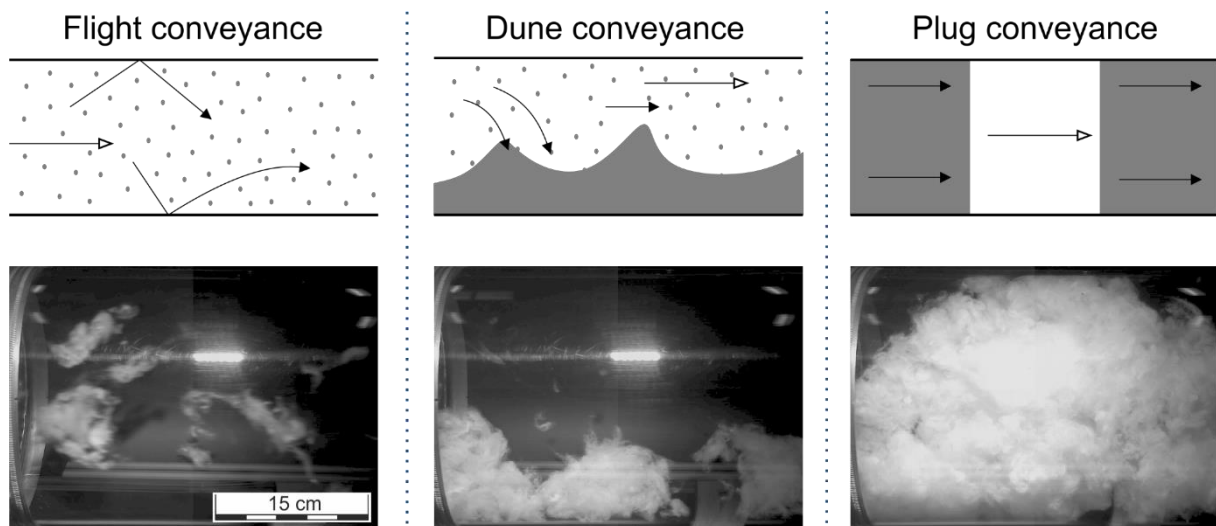


Abbildung 2: Fasertransportzustände und beispielhafte Bilder des Transports

Um den Transportzustand zu detektieren, werden die Bilder der High-Speed Videokamera zunächst vorverarbeitet um ein binäres Bild von Bereichen mit und ohne Faserflocken zu erhalten. Dazu werden unterschiedliche Bildverarbeitungsmethoden wie die Bildsubtraktion, Histogramm-Angleichung, Tiefpassfilterung, Lochfüllung und Konvexe-Hüllen-Ableitung angewendet. Aus den verarbeiteten Bildern werden Parameter abgeleitet, die zur Bestimmung des Transportzustandes dienen. Das entwickelte System kann die verschiedenen

Transportzustände und insbesondere die Grenze zu unsicheren Transportzuständen sicher erkennen und liefert so die Grundlage zur Reduktion der Luftmengen. In einem weiteren Schritt werden günstigere Sensorsysteme entwickelt, die sich im Industrieinsatz schneller amortisieren. Dazu werden mehrere Passagen mit Lichtschranken verwendet, die die Präsenz von Faserflocken an unterschiedlichen Stellen des Rohres detektieren.

Maschinelle Lernverfahren werden in der Vliesstoffproduktion bislang nicht eingesetzt. Grund ist unter anderem, dass die fast jede Anlage ein Unikat ist und die Anlagenbauer daher (verglichen mit anderen Industrien) vergleichsweise wenig in die Datenanalyse mit maschinellen Lernverfahren investieren. Darüber hinaus existieren noch keine geeigneten Optimierungsroutinen für die Vliesstoffindustrie. Bestehende Optimierungen optimieren immer nur hinsichtlich einer Zielgröße, meist eines Qualitätsparameters. Für die Vliesstoffproduktion ist das unzureichend, denn eine technische Optimierung des Produktes ist meist gleichbedeutend mit einer deutlichen Kostensteigerung. Der Betreiber einer Anlage ist interessiert eine Mindestqualität zu halten und diese möglichst effizient zu produzieren. Daher muss eine geeignete Mehrgrößenoptimierung mit Nebenbedingungen entwickelt werden.

Im Projekt „Easy Vlies 4.0“ wird daher in einem Industriekonsortium unter Begleitung des ITA an der Anwendung von maschinellem Lernen auf die Vliesstoffkreppelel geforscht. Die Kreppelel hat den stärksten Effekt auf die Qualität des Vliesstoffes und ist besonders kompliziert einzustellen. Das gilt insbesondere für neue Produkte, die zum ersten Mal auf einer Anlage produziert werden.

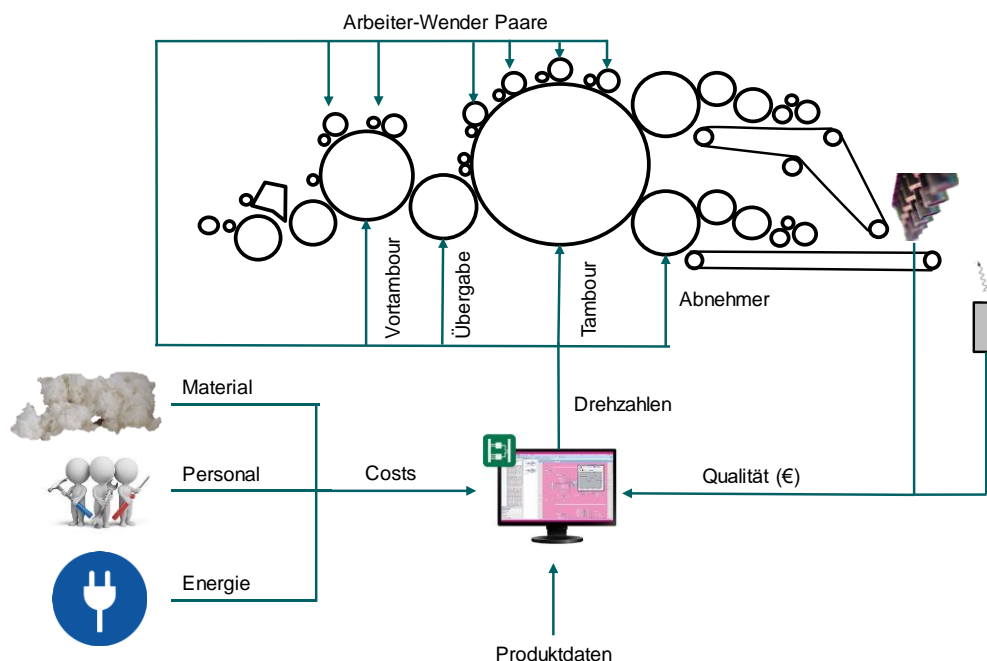


Abbildung 3: Zusammenfassung des Projektes "Easy Vlies 4.0"

Notwendige Teilschritte sind:

- Qualitätsmessung direkt hinter Kreppelel
- Schnittstelle zur Kreppelel und Erfassung weiterer Messwerte
- Konzepte zur Modellierung und Optimierung der Vliesstoffproduktion

Die Qualitätsmessung erfolgt mit Hilfe eines optischen Inspektionssystems der Firma Dr. Schenk GmbH, Planegg. Das Inspektionssystem misst im Prozess die Faserorientierung, das Florgewicht, die Gleichmäßigkeit des Flores und erfasst Defekte wie z.B.: Dünnstellen, Löcher, nicht aufgelöste Fasern und Streifen.

Die Schnittstelle zur Krempel und Erfassung weiterer Messwerte wird von der iba AG, Fürth realisiert. Das entwickelte Messsystem besitzt Schnittstellen zu den gängigen Steuerungen und erfasst somit Drehzahlen, Energieverbräuche und Istwerte der Produktion ohne zusätzliche Sensorik. Weitere Sensordaten wie die Maschinentemperaturen, sowie die Umgebungstemperatur- und Luftfeuchte werden über zusätzliche, kostengünstig verfügbare Sensoren erfasst. Darüber hinaus ist das Mess- und Automatisierungssystem der iba AG die zentrale Datensinke in der alle Daten der Produktion zusammengeführt werden.

Die Modellierung der Produktion erfolgt mit Hilfe künstlicher neuronaler Netze, die im trainierten Zustand die Qualitätswerte und den Energieverbrauch anhand der Fasereigenschaften, Maschineneinstellungen und Umgebungsbedingungen voraussimulieren können. Für ein erfolgreiches Training der Netze sind viele Details zu beachten um eine hohe Datenqualität und Modellierungsgenauigkeit zu erreichen. Die Verfahren zur Datenaufbereitung wurden in Open Source Lösungen implementiert. Das entwickelte Programm beinhaltet die vollautomatische Datenaufbereitung der Produktion, das Anlernen der Modelle und die Simulation der gewünschten Parameter. Die Implementierung kann mit geringem Aufwand auf weitere Datenanalysen der Vliesstoffindustrie angewendet werden.

Für die Optimierung der Produktion wurde ein Optimierungsverfahren auf Basis der Epsilon constraint Methode entwickelt. Der Benutzer gibt lediglich die gewünschte Minimumqualität, fixe Produktionskostenparameter (wie den Strompreis, Anlagenabschreibung, Personalkostensatz, etc.) und die Simulationsgrenzen ein. Umgebungsbedingungen und Faser-Eigenschaften werden in der Simulation als gegebene Faktoren gesetzt. Somit wird für jedes Set möglicher Einstellungen eine simulierte Qualität, und erwartete Produktionskosten voraussimuliert. Die Ergebnisse werden anhand der zugelassenen Qualität gefiltert und anschließend die Produktionseinstellungen mit den geringsten Produktionskosten gewählt.

Danksagungen

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Das Projekt „DynAir“ wird im Rahmen des zentralen Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) auf Grund eines Beschlusses des deutschen Bundestages gefördert.



Gefördert durch

**Bayerisches Staatsministerium für
Wirtschaft, Energie und Technologie**

Das Projekt „Easy Vlies 4.0“ wird vom Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Energie und Technologie im Rahmen des FuE-Programms „Informations- und Kommunikationstechnik Bayern“ gefördert.

Quellen:

- [NN14] Commerzbank (Hrsg.):
Technische Textilien
Frankfurt am Main: Commerzbank, 2014
- [NN15] McKinsey & Company (Hrsg.):
Industry 4.0 – How to navigate digitization of the manufacturing sector
2015, McKinsey Digital