

Projekttitel: Entwicklung eines Regelungssystems zur Steigerung der Energieeffizienz pneumatischer Fasertransport- und Filtrationssysteme - DYN AIR

Partner: proCtec GmbH, Viernheim
Institut für Textiltechnik der RWTH Aachen, Aachen

Laufzeit: 08/2017-06/2019

Förderträger: AiF/ZIM

Univ.-Prof.
Prof. h.c. (Moscow State Univ.)
Dr.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing.
Thomas Gries
Direktor

Christian Möbitz
Wissenschaftlicher Mitarbeiter

christian.moebitz@
ita.rwth-aachen.de

Mein Zeichen: CM
30.01.2020

Mission Statement:

In Spinnereien und in Produktionsbetrieben für Krempel- und Airlay-Vliesstoffe werden Stapelfasern zu Faserbändern und Vliesstoffen verarbeitet. Der Transport zwischen den einzelnen Maschinen der Großanlagen erfolgt durch pneumatische Fasertransportsysteme. Insgesamt werden in der EU, Türkei und Russland in etwa 3.600 solcher Transportsysteme betrieben. Für den einwandfreien Betrieb der Anlagen ist für die Reinigung zudem ein ausreichender Abluftstrom durch ein Filtersystem sicherzustellen. Die Absaugung der Anlagen durch das Filtersystem erfolgt dabei ebenfalls über pneumatische Rohrsysteme.

Trotz des niedrigen energetischen Wirkungsgrades pneumatischer Fasertransportsysteme ist diese Art des Transportes alternativlos. **Die Antriebe der Transportsysteme werden zudem in der Regel um rund 30 % überdimensioniert. Die Antriebe von Filtersystemen werden mit installierten Leistungen bis zu 160 kW je nach Produktionsauftrag teilweise bis zu 2-fach überdimensioniert.** Der Grund für die Überdimensionierung ist, dass bei zu niedriger Leistung die Rohrleitungen oder Maschinen verstopfen können oder Fasern geschädigt werden. Die Folge ist ein unbedingt zu vermeidender Stillstand der Produktion. Die meisten Anlagen werden daher nicht im energetisch optimalen Prozesspunkt betrieben.

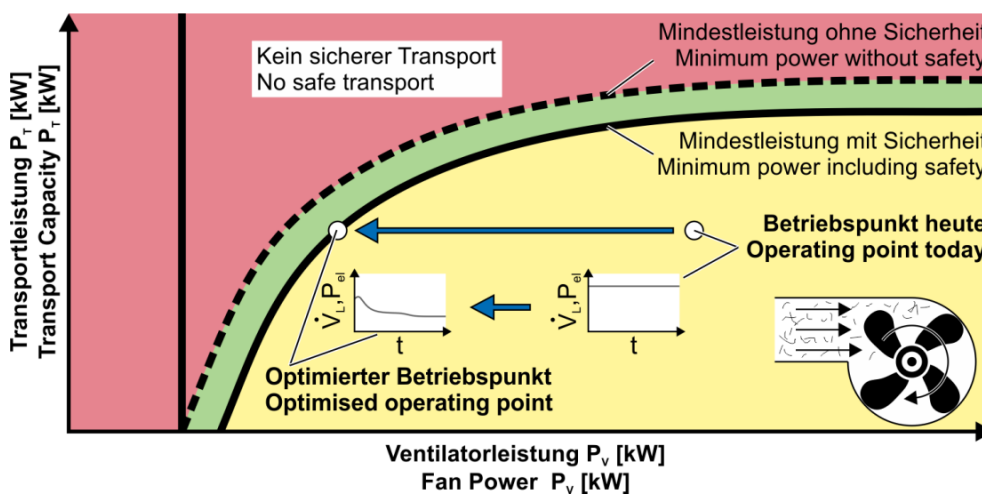


Abbildung 1: Projektziel - Verringerung des Energieverbrauches

Das Ziel des Projektes DYN AIR ist es daher, die Antriebsleistung pneumatischer Fasertransportsysteme durch eine Regelung soweit abzusenkten (um mindestens 20 %), dass der Transport sicher und bei geringstmöglichem Energieverbrauch stattfindet.

Ansatz:

Im Stand der Technik sind vier Zustände für den pneumatischen Transport von Schüttgütern bekannt. Bei hohen Luftgeschwindigkeiten liegt Flugförderung vor. Bei Absenken der Luftgeschwindigkeit werden nacheinander die Zustände Strähnenförderung, Ballenförderung und Pfropfenförderung. Je nach Anwendungsfall sind im pneumatischen Fasertransport die Zustände Flugförderung (höherer Energieeinsatz, geringere Faserschädigung) und Strähnenförderung (geringerer Energieeinsatz, höhere Faserschädigung) zu realisieren.

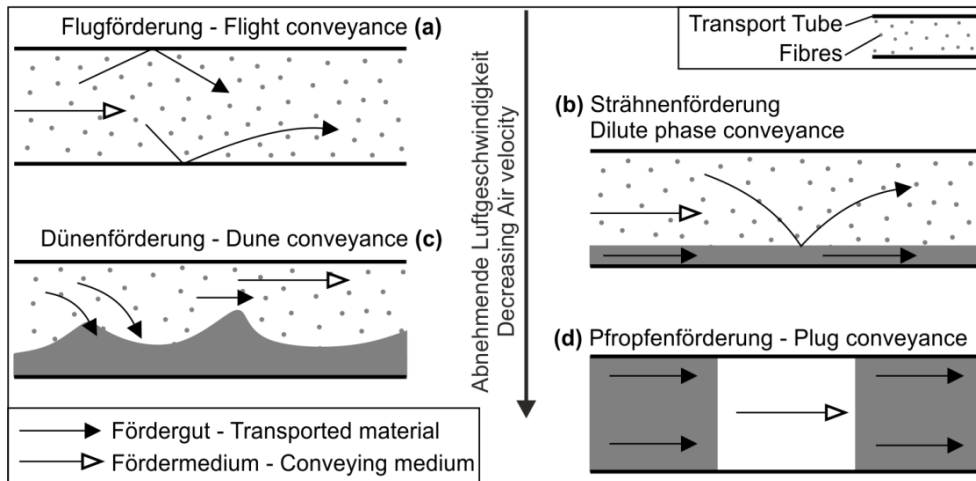


Abbildung 2: Automatische Erkennung der Transportzustände

Um die Regelung der Antriebsleistung der Förderventilatoren zu ermöglichen, wird innerhalb des Projektes durch das ITA die Entwicklung einer automatischen Bewertungsfunktion für den Transportzustand in der Technikumgebung des ITA entwickelt und in Kombination mit einer Prozessregelung an einer industriellen Testanlage validiert. Der Projektpartner proCtec entwickelt zeitgleich ein System für die energieeffiziente Regelung von Filterantrieben sowie eine übergelagerte intelligente Prozesssteuerung für die Faservorbereitung.

Zentrale Ergebnisse:

Im Rahmen des Projektes DYNAIR wurden am Fasertransportprüfstand des ITA Versuche durchgeführt, bei denen das Flugverhalten von Stapelfaserflocken mittels einer High-Speed-Videoanalyse untersucht wurde. Dabei wurden sowohl die Änderungen durch die Art des Materials, den Titer, die Faserlänge als auch durch den Fasermassestrom und die Luftgeschwindigkeit untersucht. Die Existenz der vier Transportzustände des pneumatischen Transportes von Schüttgütern wurde dabei für Fasern nachgewiesen.

Das Videosignal wurde hinsichtlich unterschiedlicher optischer Parameter, wie z. B. Flockengröße, Flughöhe, Flockengeschwindigkeit ausgewertet. Die gemessenen Parameter wurden anschließend einer Signifikanzanalyse unterzogen. Die ermittelten drei signifikanten Parameter wurden daraufhin für die Erstellung einer automatisierten Bewertungsfunktion verwendet.

Als Grundlage für das Trainieren der automatischen Bewertungsfunktion wurden Versuche an einem industriellen Fasertransportsystem durchgeführt. Auf Basis der Versuchsdaten wurde daraufhin ein Prozesssimulationsmodell für die zuvor als signifikant ermittelten Parameter erstellt. Mit Hilfe des Simulationsmodells wurde daraufhin die Bewertungsfunktion trainiert und validiert.

Abbildung 3 enthält ein Diagramm, in dem die Fasergeschwindigkeit über dem Massenstrom aufgetragen ist. Die in dem Diagramm dargestellten Markierungen beschreiben Versuchspunkte, die durch Experten hinsichtlich des Transportzustandes bewertet wurden. Die Färbung des Hintergrundes zeigt in selber Farbcodierung die auf Basis der Zustandserkennung ermittelten Transportzustände.

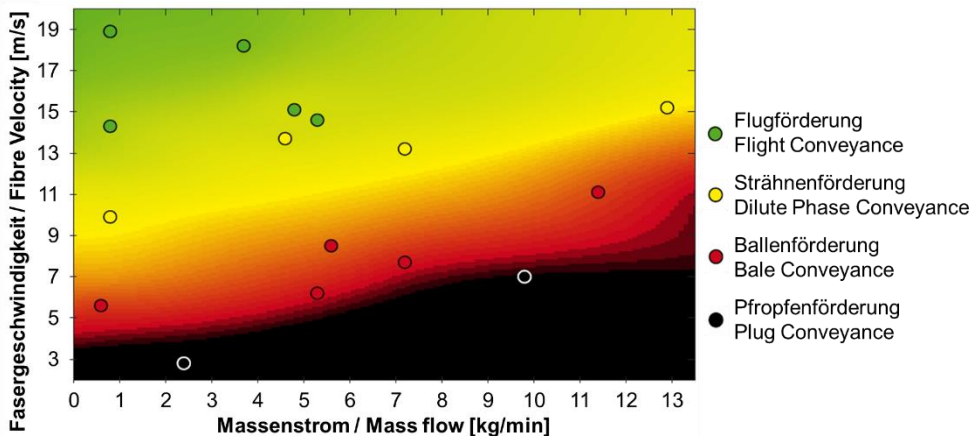


Abbildung 3: Automatische Erkennung der Transportzustände

Mit der entwickelten Funktion zur Zustandserkennung ist es prinzipiell möglich, die Transportzustände des pneumatischen Fasertransportes zu ermitteln. Die Erkennungsfunktion ist dabei jeweils auf die verwendete Fasersorte und den Prozess zu trainieren. Nach der Erstellung weiterer Datensätze in der Zukunft ist ein beschleunigtes Trainieren über Transferlernen oder über die Ermittlung von Korrelationen denkbar.

Durch die Verwendung der Bewertungsfunktion und die damit einhergehende Absenkung der Ventilator Drehzahl waren im betrachteten Industrieprozess und für das betrachtete Fasermaterial Energieeinsparungen von bis zu 86 % möglich. Dieser Wert ist plausibel, da das betrachtete Transportsystem ebenfalls für den Transport schwieriger zu transportierender Materialien ausgelegt war, welche einen erhöhten Energiebedarf haben. Bei der Fasersorte im Versuchsplan handelte es sich um eine verhältnismäßig leicht zu transportierende Polyesterfasersorte. In der Praxis kann das Einsparungspotential dadurch geringer ausfallen. Insbesondere Anlagen, die für unterschiedlich schwer zu transportierende Fasern ausgelegt sind, bieten jedoch ein hohes Anwendungspotential.

Danksagung:

Das ZIM-Vorhaben DYN AIR (ZF4018773LP7) wird im Rahmen des Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand (ZIM) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie gefördert.

