

OPTIMIERUNG DER FLORQUALITÄT UND STEIGERUNG DER ENERGIEEFFIZIENZ

Mit Know-how und einer Closed Loop-Lösung den Energiebedarf für den pneumatischen Fasertransport in der Faservorbereitung von Vliesstoffanlagen verringern und das bei gleichzeitiger Steigerung der Florqualität. Das ist der Ansatz aus der Masterarbeit von Maximilian Speiser, betreut von Prof. Dr. Volker Jehle (Hochschule Reutlingen), in Zusammenarbeit mit der AUTEFA Solutions Germany GmbH, die Ende 2020 mit dem VDMA-Förderpreis der Walter-Reiners-Stiftung prämiert wurde.



In der Faservorbereitung von Vliesstoffanlagen existiert neben der mechanischen auch die pneumatische Faserförderung. Diese geschieht zwischen verschiedensten Aggregaten über Rohrleitungen, welche in Abb. 1 mit blauen Pfeilen gekennzeichnet sind.

Beim Fasertransport in Vliesstofflinien steht neben der Qualität und Leistung für Anlagenbetreiber auch die Betriebssicherheit im Fokus. Die Ventilatoren, welche zum pneumatischen Fasertransport verwendet werden, sind daher in ihrer Leistung meist überdimensioniert, um Rohrleitungsverstopfungen und damit Anlagenstillständen vorzubeugen. Des Weiteren sind die meisten aktuell verbauten Ventilatoren in ihrer Drehzahl nicht regelbar und laufen somit mit konstant hoher Leistung.



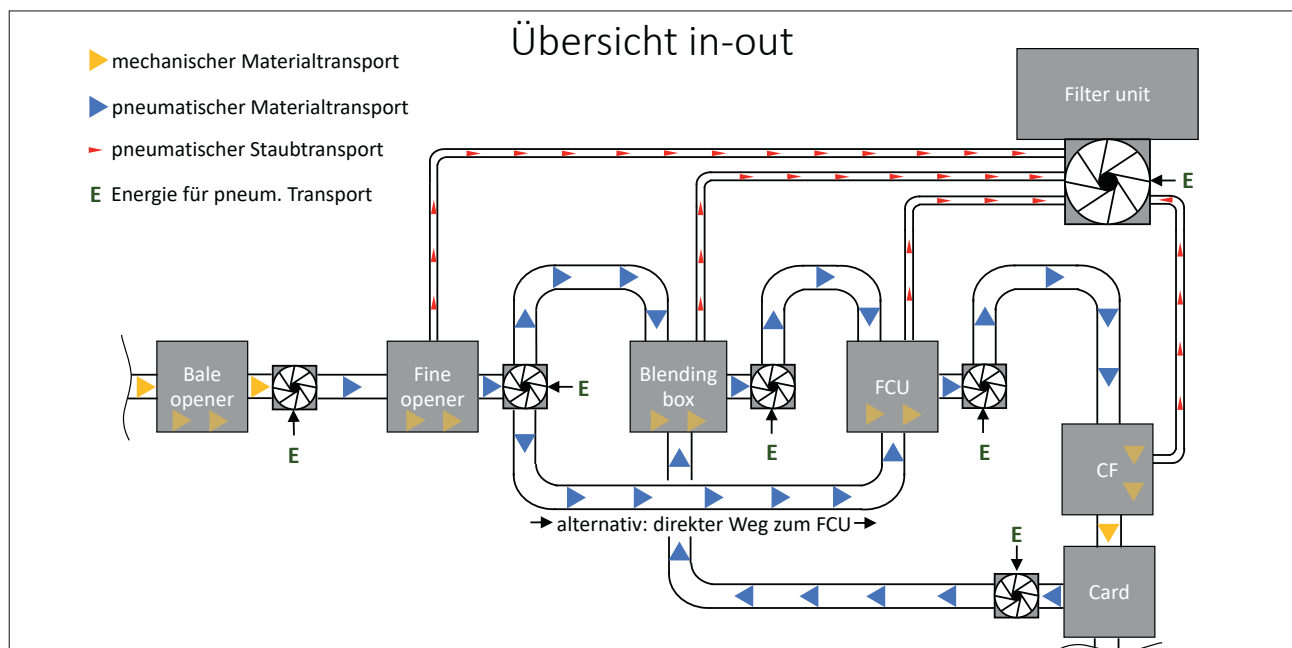
MAXIMILIAN SPEISER

AUTEFA Solutions Austria GmbH
AT-4021 Linz

maximilian.speiser@autefa.com

Ziel der Untersuchungen war es, aufbauend auf dieser Ausgangssituation, einen Ansatz zur Steigerung der Ener-

Abb. 1: Fasertransport in einer Vliesstofflinie.



gieeffizienz bei gleichzeitiger Erhaltung der Florqualität der Kreppe zu erarbeiten. Eine Steigerung der Energieeffizienz darf dabei jedoch natürlich nicht auf Kosten der Prozesssicherheit, d.h. einer Erhöhung der Verstopfungswahrscheinlichkeit, geschehen.

Förderzustände als Indikatoren für die Transportqualität und -effizienz

Die Effizienz, bzw. die für den Faserflockentransport benötigte Leistung, setzt sich zusammen aus dem Produkt von Volumenstrom und Druckverlust. Die Faserflocken ändern während des Transports ständig ihre Form und ihre Struktur. Die Haupteinflussfaktoren auf den Förderzustand sind die Konsistenz des Faser-Luft-Gemischs und der Öffnungsgrad der Faserflocken.

- Die Konsistenz wird durch die Rohrquerschnittsfläche, den Volumenstrom und den Fasermassenstrom beeinflusst.
- Der Öffnungsgrad kann durch die Schüttdichte ermittelt werden.

Diese Faktoren wirken sich auf den Druckverlust aus, welcher hauptsächlich durch die Gleitreibung der Faserflocken in horizontalen Rohrabschnitten entsteht – denn zirka 90% der Rohrleitungen verlaufen horizontal.

Hinzu kommt die Gleitreibung in Rohrkrümmern, denn hier muss die wirkende Zentrifugalkraft beachtet werden. Zuletzt beeinflusst auch die Fläche des Fasermaterials im Luftstrom den Strömungswiderstand.

Zur Unterscheidung der verschiedenen Förderzustände kann man sich an Erkenntnissen aus der Schüttgutindustrie orientieren. Mit steigender Fördergeschwindigkeit unterscheidet man vier grundlegende Förderzustände. Dabei spricht man von der Pfropfen- bis zur Flugförderung über die Zwischenzustände Dünen- und Strähnenförderung (Abb. 2).

Abb. 2: Förderzustände.

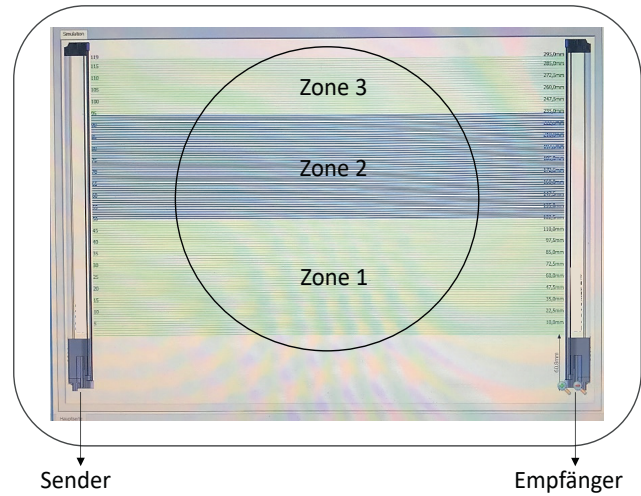
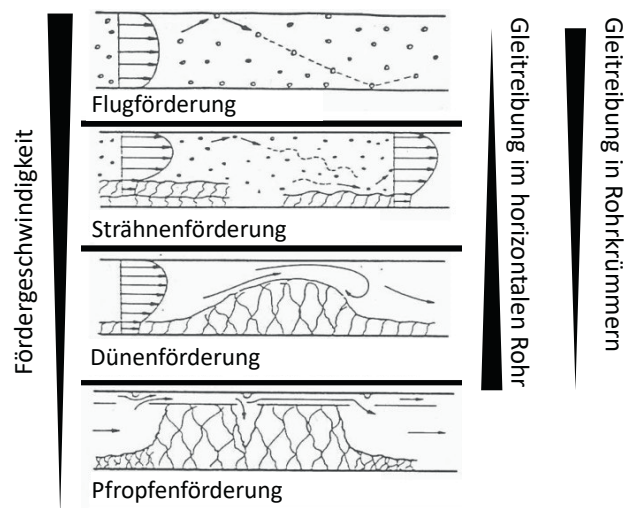


Abb. 3: Schematischer Aufbau des online-Messsystems.

Man muss beachten – Fasern sind kompressibel – was sie von den allermeisten Schüttgütern unterscheidet – d.h. die Propfenförderung kommt nicht in Frage, weil hier das Rohr sofort verstopfen würde. Die Herausforderung im Umgang mit Fasern besteht im Vergleich zu Schüttgütern darin, dass Fasern nahezu keine Impulsübertragung haben. Ausserdem ist die Entropie, bezogen auf die Anordnung der einzelnen Fasern innerhalb einer Flocke sehr gross.

Die Gleitreibung nimmt von der Dünen- in Richtung Flugförderung im horizontalen Rohr ab und in Rohrkrümmern zu. Als effizientester Förderzustand gilt die Strähnenförderung.

Ein Online-Messsystem als «Auge» für die Erkennung des Förderzustands

Um die Förderzustände voneinander zu unterscheiden, wurde im Rahmen meiner Masterarbeit ein Online-Messsystem in Verbindung mit einem Sensor entwickelt. Mit Hilfe dieses Messsystems soll zukünftig ein geschlossener Regelkreis zwischen Sensor und Ventilator aufgebaut werden. Das Messsystem ermöglicht es, für jede Faserart, -mischung, -länge bzw. jeden Fasertiter den passenden Förderzustand einzustellen. Beim Messsystem handelt es sich um ein Infrarotlichtgitter mit 119 Einzelstrahlen (Abb. 3). Diese sind über den vertikalen Rohrquerschnitt gleichmässig verteilt.

Je nach aktivierter Erkennungszone – das können auch mehrere Zonen gleichzeitig sein – lassen sich die Förderzustände ableiten (Abb. 4). Auf diese Weise kann der Förderzustand in Echtzeit erkannt werden.

Um die Förderzustände sicher zu erkennen, genügt dieses relativ einfache Modell nicht. Hier muss man sich der

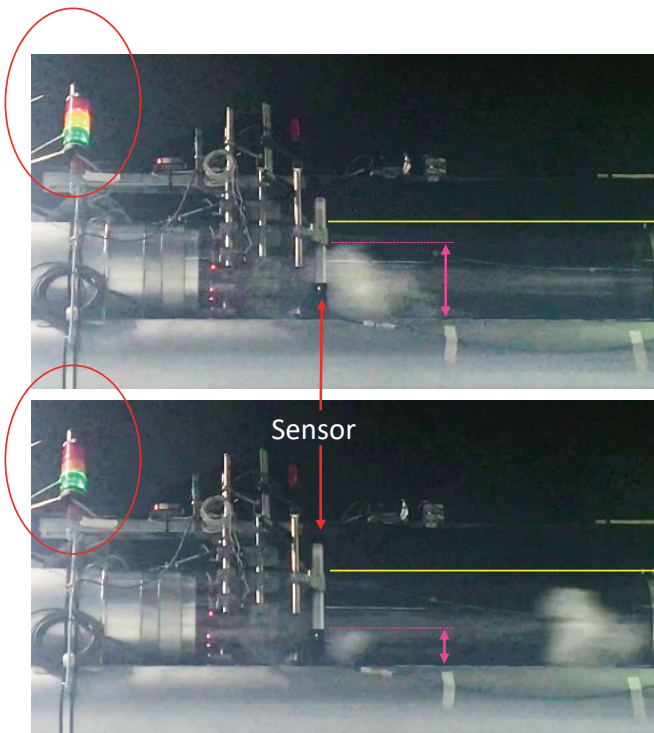


Abb. 4: Versuchsaufbau mit unterschiedlichen Förderzuständen.

Einzelstrahlauswertung bedienen und softwaretechnisch einen Algorithmus entwickeln, welcher über Verteilungsfunktionen die vorliegenden Förderzustände erkennen kann. Um dies zu veranschaulichen, dient Abb. 5.

Hier sind, in jedem der vier Bilder, 480 Einzelbilder übereinandergelegt – ähnlich dem Prinzip einer Langzeitbelichtung. Experimentiert man nun mit verschiedenen

Öffnungsgraden, wie beispielsweise grossen und kleinen Flocken, und zusätzlich mit zwei Ventilatorleistungen (100 % und 60 %), dann lässt sich bezogen auf die Förderhöhe bzw. den Leerstandsbereich im Rohr folgendes erkennen:

- Bei 100 % Ventilatorleistung ist die Förderhöhe bei kleinen und grossen Flocken gleich.
- Bei 60 % Ventilatorleistung ist das Rohr bei grossen Flocken zu einem Drittel, aber bei kleinen Flocken schon zur Hälfte gefüllt.

Aktueller Stand und Ausblick

Die dargestellten Auszüge der Untersuchungen verdeutlichen, welchen sehr starken Einfluss bereits allein der Parameter Flockengrösse auf den Förderzustand hat. Dabei ist zu bedenken, welche Parameter Vielfalt dieses System aufweist: Von den Faser- über die Rohreigenschaften, Varianten der Rohrführungen und den daraus resultierenden Strömungswiderständen vor und nach Rohrleitungen, bis hin zu eingesetzten Ventilator- und Kondenserarten usw.

Bei den Untersuchungen wurde erstmals ein Ansatz gewählt, der den Einfluss möglichst aller Parameter beschreibt und somit eine detaillierte Erkennung des Förderzustands ermöglicht. Im nächsten Schritt wird in Zusammenarbeit mit den IT-Spezialisten der AUTEFA Solutions Gruppe eine Software für eine Closed Loop-Steuerung ausgearbeitet, um zeitnah ein fertiges Produkt zur Verfügung zu haben. ■

Abb. 5: Darstellung der Förderzustände im Rohr.

