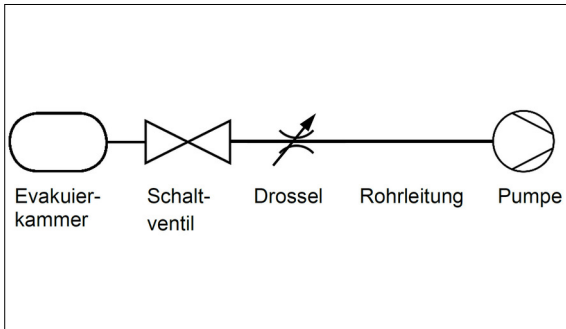


Yannick Aeschlimann

Diplomand	Yannick Aeschlimann
Examinator	Boris Meier
Experte	Pascal Sabbagh, DAES SA, Petit-Lancy, GE
Themengebiet	Simulationstechnik
Projektpartner	Swiss Can Machinery, Berneck, SG

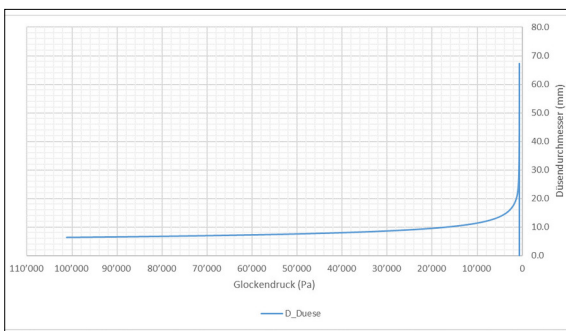
Auslegung eines Evakuierprozesses von pulverförmigen Nahrungsmitteln



Istzustand der Anlage als Schaltbild.
Swiss Can Machinery (2020)



Halbautomatische Maschine zum Verschliessen von Dosen unter Schutzgasatmosphäre.
<https://canmachinery.com/de/maschinen/v127-mkii>



Simulationsergebnis: Optimaler Verlauf des Düsenquerschnitts während des Vakuumierprozesses bei Partikeln mit \varnothing 0.1 mm. Eigene Darstellung

Ausgangslage: Beim Evakuierungsvorgang von pulverförmigen Nahrungsmitteln wie beispielsweise Kaffeepulver wird die Luft, welche sich in der Dose befindet, über eine Vakuumpumpe entzogen. Der entstandene Unterdruck im Lebensmittelbehältnis wird anschliessend durch die Zugabe von Stickstoff wieder ausgeglichen. Bei den erwähnten Prozessen gibt es viele Variablen, die beachtet werden müssen, um einen effizienten und reibungslosen Evakuierungsvorgang zu gewährleisten. Dazu gehört unter anderem die Auslegung der Anlage. Aktuell werden die Systemeinstellungen der Vakuumanlage bei der SCM AG mithilfe von Erfahrungswerten auf die einzelnen Produkte kalibriert.

Um den Evakuierungsprozess zu optimieren wurde eine stärkere Vakuumpumpe an die Anlage angeschlossen. Jedoch muss deren Saugkraft mittels einer Düse gedrosselt werden, was sich wiederum auf die Evakuierzeit auswirkt. Die Pumpe reduziert den bestehenden Umgebungsdruck in der Dose von 1023 mbar auf einen angestrebten Unterdruck. Generell wird am Prozessbeginn eine niedrige Saugleistung angestrebt, damit das Produkt nicht aus der Dose gesogen werden kann. Sollte dies dennoch geschehen, könnte es zu einer Staubeentwicklung im System kommen, welche einen hohen Wartungsaufwand bedeuten würde. Entsprechend wird mit der Drosseleinstellung versucht, solche Szenarien zu verhindern.

Über die letzten Maschinengenerationen hat sich die Saugkraft der Vakuumpumpe drastisch erhöht. Grafisch gesprochen wurde also die Performance im unteren Bereich der Saugvermögenskurven bzw. der Entgasungskurven verbessert. Dies bedeutet für das Evakuierungsverfahren eine Effizienzsteigerung im Sinne einer Zeitersparnis. Jedoch kann der Prozess mit immer grösseren und stärkeren Vakuumpumpen nicht weiter optimiert werden, auch wenn eine Verbesserung vorliegen würde.

Ziel der Arbeit: Mithilfe einer CFD- Simulation & Berechnung sollen umfassende Erkenntnisse über den Vakuumierprozess erhalten werden. Anhand dieser Erkenntnisse sollen optimierte Randbedingungen für die Strömung und das Entgasungsverhalten für den Evakuierungsvorgang der verschiedenen Pulverprodukte vorgeschlagen werden.

Ergebnis: Es ist ein mathematisches Modell erstellt worden, das mithilfe der Ergebnisse aus mehreren praktischen Versuchen auf seine Richtigkeit validiert wurde. Mit dem Modell werden anhand verschiedener Parameterwerteingaben und anhand der Formel für den Massenstrom der Düsenströmung, sowie mithilfe der ausschlaggebenden minimalen Fluidisierungsgeschwindigkeit die optimalen zeitlichen Verläufe für den Dosen- und Glockendruck berechnet. Zudem werden der optimale Düsendurchmesser und der resultierende Volumenstrom in zeitlicher Auflösung errechnet.

Die Erkenntnisse aus den Modellberechnungen zeigen, dass sich der Düsenquerschnitt (Drosselventil) während des Vakuumiervorgangs vergrössern muss. Damit lässt sich die Vakuumierzeit deutlich verkürzen und gleichzeitig sicherstellen, dass kein Pulver aus der Dose gesaugt wird.