

# Modellbasierte Prozessoptimierung für das Vakuumieren von Pulvern

## Diplomand



Samuel Dürst

**Problemstellung:** Der Industriepartner Swiss Can Machinery AG baut Anlagen für das Verpacken von Pulvern in Dosen. Zur Konservierung der Pulver, werden die mit Pulver gefüllten, unverschlossenen Dosen in einer Vakuumkammer untergebracht. Die Vakuumkammer wird anschliessend evakuiert und mit Stickstoff gespült. Ein zu schnelles Evakuieren kann während dem Prozess zum Austreten von Pulveranteilen aus der Dose führen. Der Industriepartner hat ein steuerbares Drosselventil entwickelt, mit dem die Geschwindigkeit des Evakuierens eingestellt werden kann. Es soll ein Verfahren entwickelt werden, mit dem die optimale Steuerung des Drosselventils bestimmt werden kann, um so die Prozesszeit zu minimieren, ohne dass Pulver aus der Dose austritt. Das Verfahren kann sowohl experimentell als auch modellbasiert ausgeführt sein.

**Vorgehen:** Es wurde entschieden, ein modellbasiertes Prozessoptimierungsverfahren zu entwickeln. Der Prozess des Industriepartners wurde in physikalische Systeme eingeteilt und abstrahiert. Die physikalische Beschreibung der Systeme erfolgte mit Hilfe von Fachliteratur und empirischen Experimenten. Aus der physikalischen Beschreibung der Systeme konnte mathematisch eine Optimierungsmöglichkeit abgeleitet werden. Weiter wurden aus den physikalischen Beschreibungen modellbasierte indirekte Messverfahren für die empirische Bestimmung bestimmter Kenndaten des Prozesses entwickelt. Zudem wurde ein Modell entwickelt, mit dem der Prozess beschrieben werden kann. Das Modell verarbeitet die gemessenen Kenndaten, optimiert den Prozess und prognostiziert Prozessdaten. Das entwickelte Modell und die Messverfahren wurden anschliessend zu einem Verfahren für die modellbasierte Prozessoptimierung kombiniert. Für die Unterstützung des Anwenders des Verfahrens wurde eine Software entwickelt, mit der die modellbasierte Prozessoptimierung durchgeführt werden kann.

**Ergebnis:** Das Verfahren zur modellbasierten Prozessoptimierung wurde anhand von Versuchen mit vier unterschiedlichen Pulvern getestet und verifiziert. Durch die modellbasierte Prozessoptimierung konnte im Versuch bis zu 57% Prozesszeit eingespart werden, ohne das Pulver während dem Evakuieren aus der Dose austritt. Der erreichbare Enddruck bei der Evakuierung konnte um bis zu 110 mbar reduziert werden. Ausserdem wurden auf Basis der physikalischen Beschreibung der Systeme, Vorschläge für die Konzipierung zukünftiger Anlagen ausgearbeitet.

## Examinator

Boris Meier

## Experte

Pascal Sabbagh, DAES SA, Petit-Lancy, GE

## Themengebiet

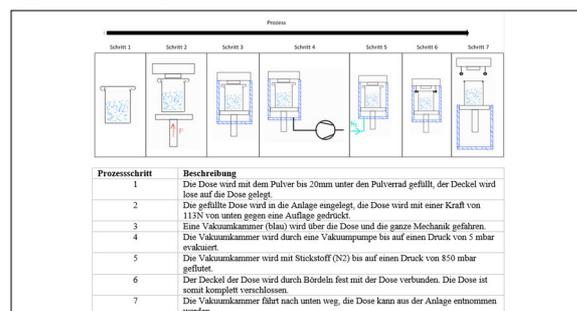
Simulationstechnik

## Projektpartner

Swiss Can Machinery, Berneck, SG

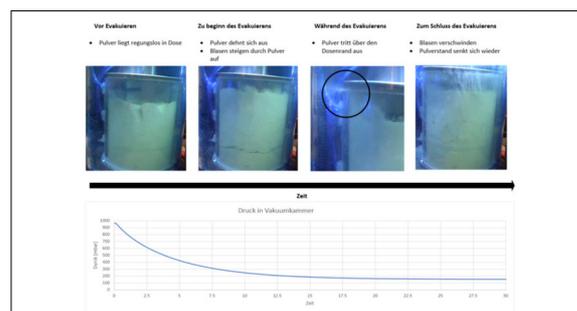
## Prozessschritte in der Anlage des Industriepartners

Eigene Darstellung



## Beobachtungen zum Verhalten des Pulvers während dem Evakuierungsprozess

Eigene Darstellung



## Durch Software optimierter Stellwinkel des Drosselventils während dem Evakuierungsprozess

Eigene Darstellung

