

Projektarbeit an der Technikerschule München – Maschinenbautechniker –

Allgemeiner Maschinenbau

Rainer Bals

Analyse und Optimierung der **Produktführung**

In Zusammenarbeit mit dem Unternehmen:

DELO Industrie Klebstoffe GmbH & Co. KGaA

DELO-Allee 1

86949 Windach

Deutschland

DELO ist einer der führenden Hersteller von Spezial-Hochleistungsklebstoffen für die industrielle Anwendung.

Problemstellung

Bei der Herstellung des Klebstoffes, werden mehrere Schritte durchlaufen.

Zu Beginn werden alle Rohstoffe in einem Kessel eingewogen. Anschließend werden die Klebstoffbestandteile in einem Mischaggregat geknetet. Sind beide Prozesse abgeschlossen kommt es zur Abfüllung. Dieser Vorgang wird mit einer großen Hydraulikpresse bewerkstelligt. Dabei wird der Klebstoff nur mithilfe des Pressendrucks durch Siebfilter gepresst und gelangt so in die Abfüllanlage und schlussendlich in die Kartusche.

Gegenstand dieser Projektarbeit ist die Untersuchung von Druckverlusten im Filterprozess sowie die Erarbeitung konstruktiver Lösungen zur Prozessoptimierung.

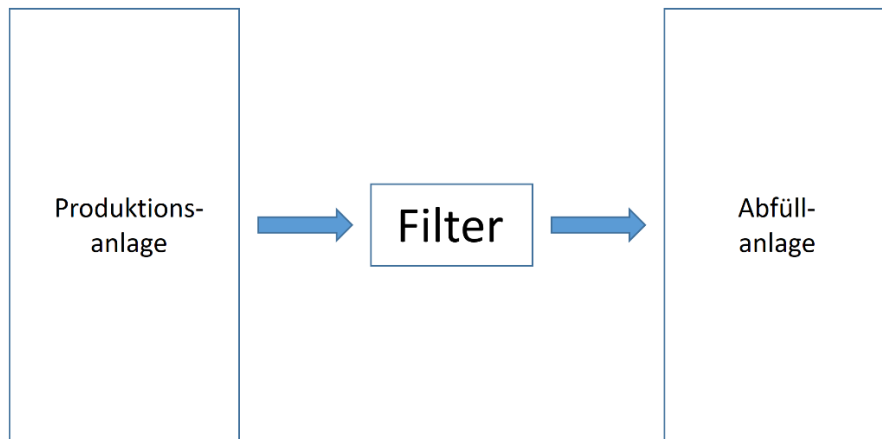


Abbildung 1: Schematische Darstellung Klebstoffproduktion

Die Wegstrecke zwischen Produktionsanlage (Presse) und Abfüllanlage wird mit Edelstahlrohren überbrückt, die mittels Clamp-Verbindungen gefügt sind. In die Verrohrung sind Filter integriert. Die Siebfilter sollen unerwünschte Schwebstoffe herausfiltern, die nicht in die Abfüllanlage bzw. abgefüllte Kartusche hineingelangen dürfen.

Zielsetzung

Es sollen Messungen bei möglichst vielen, gleichen Abfüllungen durchgeführt werden.

Anschließend müssen durch Simulationen numerische Werte ermittelt und diese danach mit den Werten aus der Praxis verglichen werden. Bei dem Vergleich sollen Optimierungsoptionen aufgezeigt werden. Tritt signifikantes Optimierungspotential auf, so sollen konstruktive Maßnahmen ausgearbeitet werden.

Ziel der Simulation

Durch die Verwendung von Simulationssoftware – im vorliegenden Projekt *Solid Works* - kann man noch vor der eigentlichen Fertigung der zu entwickelnden Baugruppe virtuelle, numerische Experimente durchführen. Grobe Fehler im Design der strömungsführenden Bauteile können so in der Vorentwicklung ausgeschlossen werden und damit sowohl Zeit als auch Kosten gespart werden. Hier dient sie der Prozessoptimierung.

Netzkonvergenzstudie

Ziel einer Netzkonvergenzstudie ist es, eine ausreichend feine Netzgröße für die Problemstellung zu ermitteln, ab der sich die Ergebnisse der Simulationen nicht mehr ändern. Somit können dann zumindest numerische Fehler weitgehend ausgeschlossen werden.

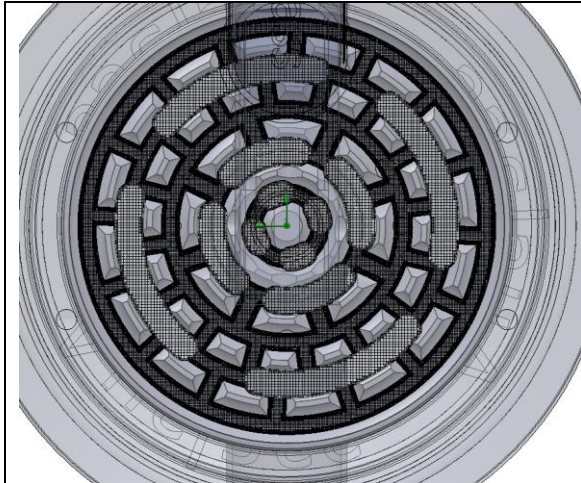


Abbildung 2: sehr feines Netz

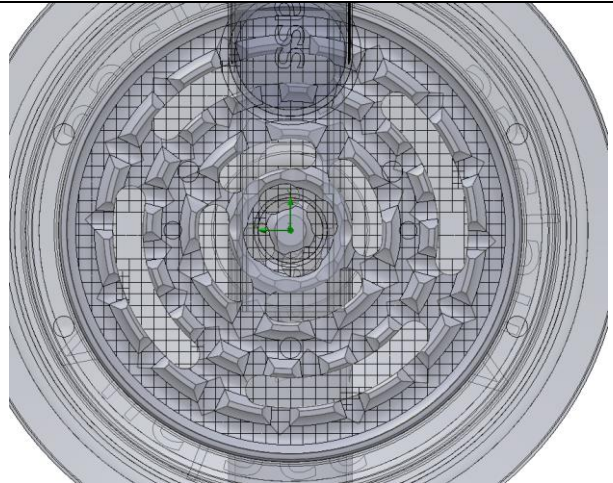


Abbildung 3: grobes Netz

IST-Stand

Zunächst werden Konturplots der Geschwindigkeits- und Druckverläufe dargestellt. Die Strömung verläuft von rechts oben nach links unten.

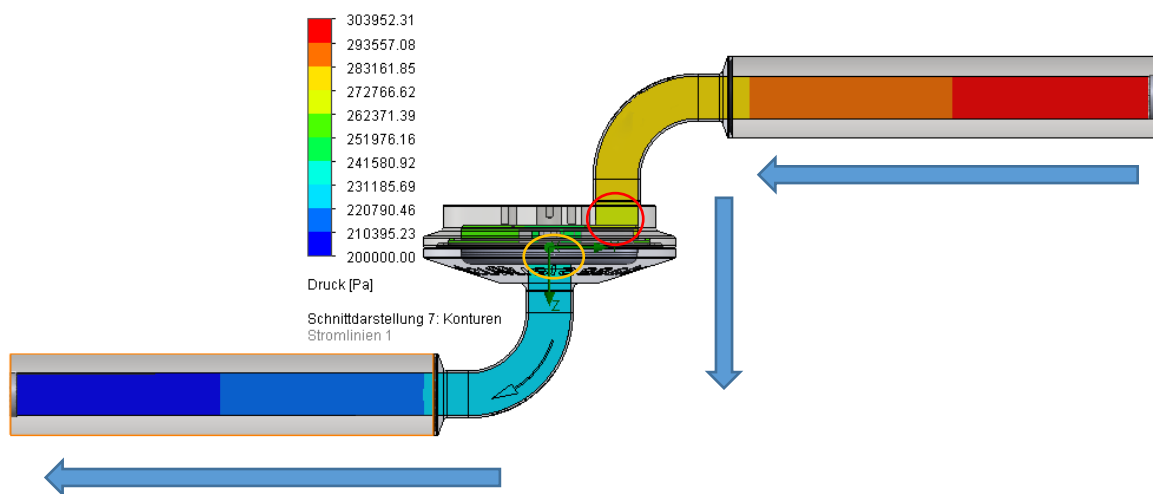


Abbildung 4: Seitenansicht Filtergehäuse mit Druckdarstellung

Abbildung 4: Seitenansicht Filtergehäuse mit Druckdarstellung stellt den Druckverlauf mithilfe von verschiedenen Farben dar. Hier steht die Farbe Rot für den höchsten Druck und die Farbe Blau für den geringsten. Der Klebstoff wird von rechts oben in den Filter gedrückt. Dort ist der Druck am höchsten. Im weiteren Verlauf wird der Druck durch Reibungsverluste und Engstellen verringert. Die Reibungsverluste treten überall da auf, wo der Klebstoff die Wand des Filters oder des Rohres berührt. Engstellen sind immer da, wo sehr große Durchmesserunterschiede sind, in diesem Fall an dem Übergang von Klebstoffzuführung und Filtergehäuse (rot umrandet). Ebenfalls eine signifikante Engstelle befindet sich in der Mitte des Filtergehäuses (gelb umrandet).

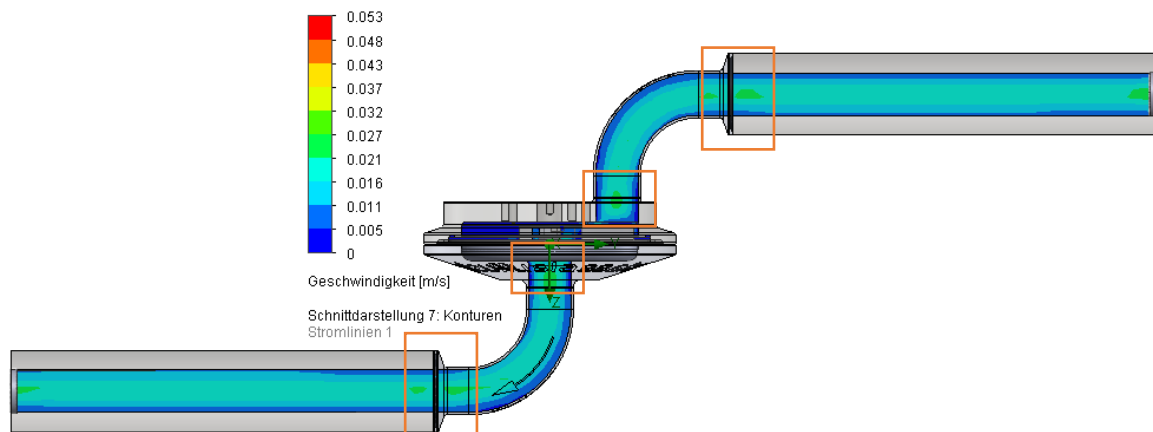


Abbildung 5: Seitenansicht Filtergehäuse mit Geschwindigkeitsdarstellung

Abbildung 5: Seitenansicht Filtergehäuse mit Geschwindigkeitsdarstellung stellt den Geschwindigkeitsverlauf mithilfe von verschiedenen Farben dar. Hier steht die Farbe Rot für die schnellste Geschwindigkeit und die Farbe Blau für die geringste. Der Klebstoff wird von rechts oben in das Filtergehäuse gepresst. Wie in Abbildung 4: Seitenansicht Filtergehäuse mit Druckdarstellung bereits dargestellt treten in den Randbereichen stets Reibungsverluste auf. Diese kann man sehr gut an der dunkel blauen Schicht erkennen, die konstant an den Rändern der Rohre abgebildet wird. An den orangen gekennzeichneten Rechtecken kann man immer grüne Stellen erkennen, die eine Geschwindigkeitserhöhung anzeigen. Das deutet darauf hin das hier Potential für eine Optimierung besteht. In diesem Fall ist die Verbesserung des Filtergehäuses die einzige Möglichkeit.

Optimierter Filter

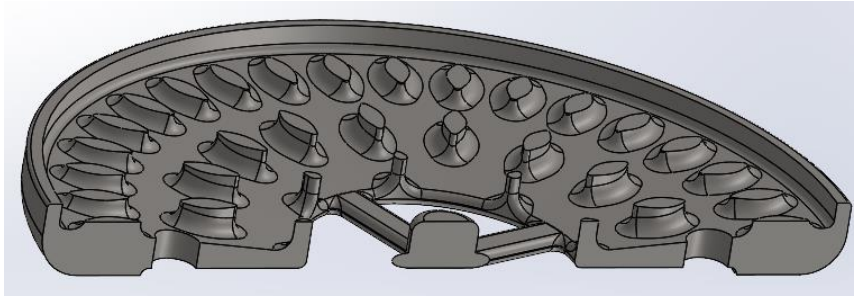


Abbildung 6: neue Stützfiltergeometrie

Abbildung 6: neue Stützfiltergeometrie **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zeigt die optimierte Stützplatte für das Filtergehäuse.

Die Platte ist konisch aufgebaut, so dass der Klebstoff automatisch immer in Richtung Zentrum gelenkt wird. Die einzelnen tropfenförmigen Auflagepunkte sollen diesen Effekt verstärken. Der Klebstoff, der am Einlass zur Seite gedrückt wird, soll somit zusätzlich Richtung Auslass in der Plattenmitte gelenkt werden. Jedoch dürfen diese Tropfen keinen großen Fließwiderstand erzeugen.

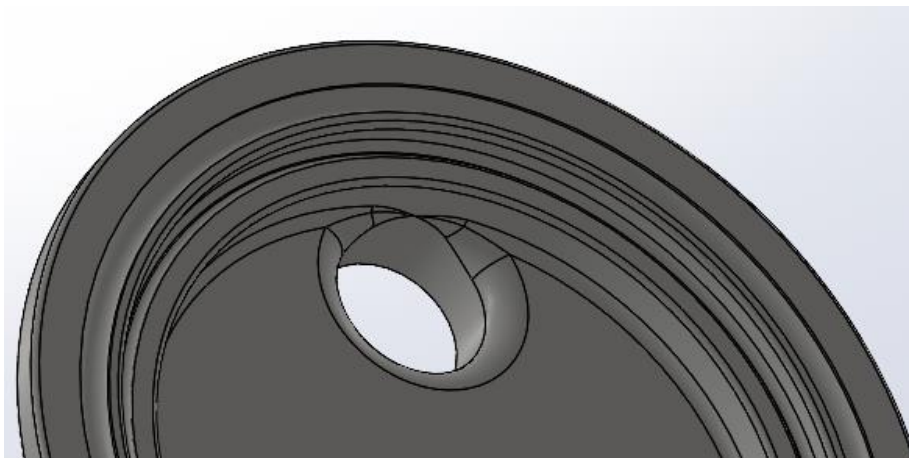


Abbildung 7: Einlass mit Radius

Abbildung 7: Einlass mit Radius zeigt die Unterseite des Einlasses.

Ursprünglich war diese Kante ohne Radius gedacht. In den Simulationen ist diese Stelle stets mit sehr hohen Geschwindigkeiten aufgefallen. Nur durch das Einfügen eines Radius ist im gesamten Rohrverlauf die Strömungsgeschwindigkeit gestiegen und an den Engstellen gesunken.

Zunächst werden Konturplots der Geschwindigkeits- und Druckverläufe dargestellt. Die Strömung verläuft von rechts oben nach links unten.

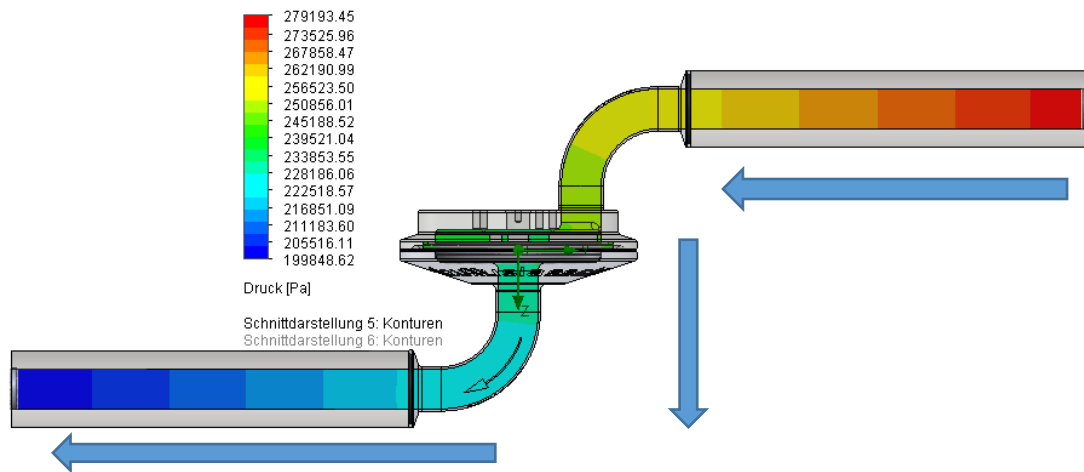


Abbildung 8: Seitenansicht des optimierten Filters Druck

Vergleicht man Abbildung 8: Seitenansicht des optimierten Filters Druck und Abbildung 4: Seitenansicht Filtergehäuse mit Druckdarstellung kann man einen Rückgang des Druckverlustes um 9% an den Skalen ablesen.

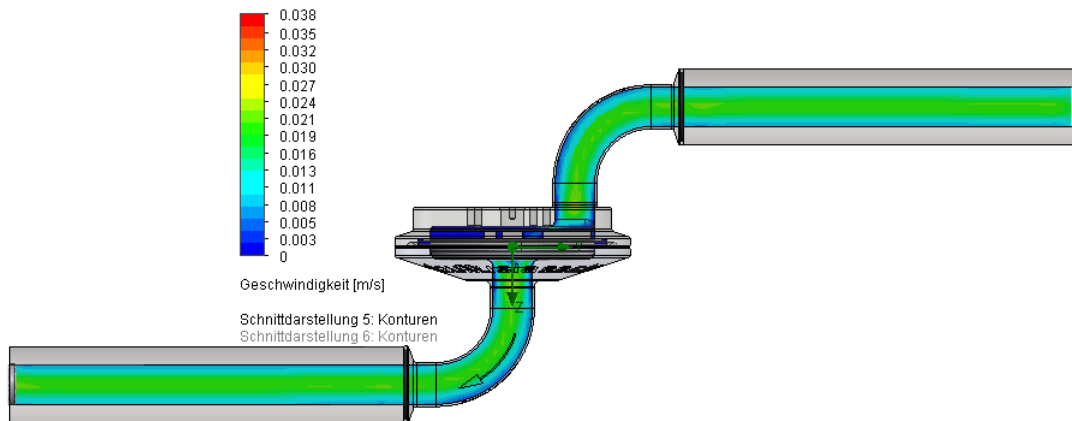


Abbildung 9: Seitenansicht des optimierten Filters Geschwindigkeit

Vergleicht man Abbildung 9: Seitenansicht des optimierten Filters Geschwindigkeit Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. und Abbildung 5: Seitenansicht Filtergehäuse mit Geschwindigkeitsdarstellung Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. ist die Fließgeschwindigkeit im Zentrum des Rohres viel gleichmäßiger und schneller. Die Engstellen an denen eine

gewaltige Geschwindigkeitserhöhung entstanden ist, wurden beseitigt. So hat man eine Verringerung, an diesen Engstellen um 28%, an den Skalen abzulesen.

Nun liegt es an dem Unternehmen DELO und den verantwortlichen Mitarbeitern die Vorschläge zu prüfen und abzuwägen, ob diese umgesetzt werden sollen. Der Projektbetreuer ist von der Möglichkeit der Simulation und dem ausprobieren verschiedener Szenarien sehr begeistert.