



Marco Bühler

Diplomand	Marco Bühler
Examinator	Prof. Dr. Albert Loichinger
Experte	Dr. Elmar Nestle, Vat Vakuumventile AG, Haag (Rheintal), SG
Themengebiet	Innovation in Products, Processes and Materials - Industrial Technologies

Ersatztest Blutschaden

Für eine unkonventionelle Blutpumpe

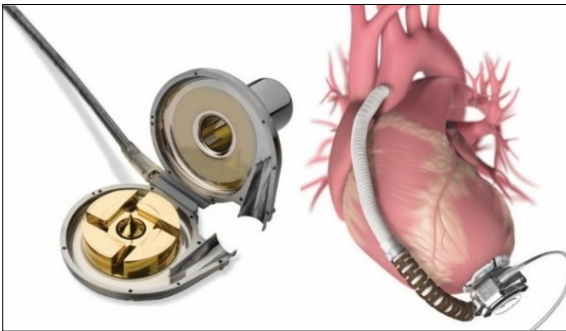


Abb. 1: HeartWare Ventricular Assist Device (HVAD), Blutpumpe mit zentrifugalem Blutfluss.
<https://www.medtronic.com/>

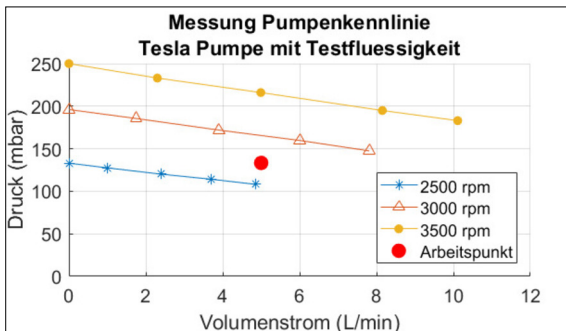


Abb. 2: Messung Pumpenkennlinie Tesla Pumpe mit Testflüssigkeit
Eigene Darstellung

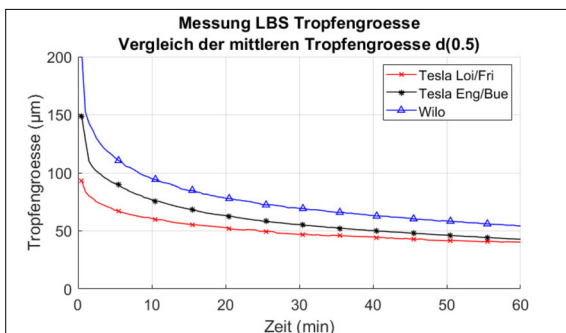


Abb. 3: Messung LBS, Vergleich Mittelwerte
Eigene Darstellung

Problemstellung: Eine Pumpe als Herzunterstützung (Abb.1) ist eine Fremdkörper im menschlichem Körper. Aufgrund der durch die Pumpe verursachten Scherspannung im Fluid steigt das Risiko an Thrombose oder Hämolyse zu erkranken an. Ein mögliches Konzept einer Pumpe basiert auf dem Prinzip einer Tesla Pumpe. Bei der Tesla Pumpe wird das Fluid durch den Spalt rotierender Scheiben beschleunigt und dadurch gepumpt. Mit dem Konzept soll die Scherspannung in der Pumpe gesenkt und dadurch das Risiko einer Erkrankung gesenkt werden. In dieser Arbeit wurde die Pumpe in Bezug auf die Blutschädigung betrachtet. Ein zentrales Element dieser Blutschädigung ist die Scherung im Fluid. Eine Scherspannung von 300 Pascal über längere Zeit ist eine oft genannte Belastungsgrenze für rote Blutkörperchen. In verschiedenen Studien wird der Tesla Pumpe eine tiefere allgemeine Scherung im Fluid vorausgesagt. Scherung kann in Flüssigkeiten auf verschiedene Arten dargestellt werden. In einem Ersatztest wird mit einer Emulsion die allgemeine Scherung integral über die Öltropfengrösse im Fluid dargestellt. Je höher die durch die Pumpe verursachte Scherung ist, desto kleiner werden die Öltropfen. Ziel der Arbeit ist es, einen Ersatztest zu erstellen, um bestehende und weitere Pumpenkonzepte miteinander vergleichen zu können.

Vorgehen: Nach Errichten des Versuchsstandes wurden drei Pumpen untersucht. Die erste Pumpe ist eine bestehende Tesla Pumpe des Instituts für Produktentwicklung und Konstruktion. Die zweite Pumpe ist eine Tesla Pumpe welche auf Optimierungen von Engel et al. (Universität Magdeburg) beruht. Die dritte Pumpe ist eine handelsübliche Kreiselpumpe, welche in Wasserkreisläufen von z.B. Heizungsanlagen eingesetzt wird. Diese Pumpe dient dem Vergleich zwischen den Tesla Pumpen und herkömmlichen Pumpen. Der Ersatztest ist ausgelegt für die Leistungen einer Blutpumpe, welche jedoch nicht einfach verfügbar sind. Für den Ersatztest ist eine Wasser-Polyethylenglycol-Siliconöl Emulsion erstellt worden. Der Ersatztest kann in einer frühen Entwicklungsstufe Chancen und Risiken verschiedener Konzepte aufzeigen. Die Messungen mittels Laserbeugungsspektrometer sind reproduzierbar und genau.

Ergebnis: Die Ermittlung der Pumpenkennlinien (Abb. 2) haben gezeigt, dass alle hier betrachteten Pumpen den definierten Arbeitspunkt im Kennlinienfeld erreichen können. Der Vergleich der Pumpen (Abb. 3) basiert auf der Darstellung der mittleren Tropfengrösse. Das Resultat lässt den Schluss zu, dass die Kreiselpumpe im Vergleich zu den beiden Tesla Pumpen die Testflüssigkeit weniger mechanisch belastet. Eine geringere Scherung weist darauf hin, dass sich diese Pumpe mit hoher Wahrscheinlichkeit auch in der Anwendung vorteilhaft verhält. Mit diesen Resultaten kann jedoch keine Angabe zur Scherspannung und zur verursachten Schädigung im Blut durch die Pumpe getroffen werden. Der entwickelte Ersatztest zeigt sich hier geeignet, um Pumpenentwicklungen früh auf Ihre jeweilige Wirkung auf das Fluid zu untersuchen. Dass die Tesla Pumpen entgegen der Erwartung sich hier nachteilig positioniert hat, liegt sicherlich zu einem grossen Anteil an den unterschiedlichen Drehzahlen: Die bereits ausführlich auf Wirkungsgrad optimierte Kreiselpumpe scheint sich besser darzustellen. Grosser Vorteil des Ersatztests ist jedoch, dass ohne speziellen und grossen Aufwand Entwicklungen im Vergleich zielstrebig beurteilt werden können.