

Entwicklung blutschonender Herzpumpen

Gestaltungsrichtlinien für rotierende Herzunterstützungspumpen zur schonenden Förderung des Blutes

C. Strauch, J. Peter, P. U. Thamsen, Fachgebiet Fluidsystemdynamik, Technische Universität Berlin

Kurzgefasst

- Variation geometrischer Pumpenparameter
- Gezielte Beeinflussung des Strömungsfeldes
- Korrelation der Strömungstopologie mit der resultierenden Blutschädigung
- Entwicklung von Gestaltungsrichtlinien für Herzunterstützungspumpen

Motivation

Mangels alternativer Methoden werden rotatorisch arbeitende Herzunterstützungspumpen nach den klassischen Auslegungsverfahren für industriell eingesetzte Kreiselpumpen entworfen. Richtlinien zur Gestaltung der Pumpengeometrie basieren auf diesen Industripumpen. Jedoch unterscheiden sich die an Herzpumpen gestellten Randbedingungen deutlich von den Forderungen an industriell eingesetzte Pumpen, sodass ein Großteil der Gestaltungshinweise aus medizinischer und fertigungstechnischer Sicht nicht angewendet werden kann. Im Fokus bei Herzpumpen liegt vor allem die schonende Förderung des Blutes, da die Beschädigung der Blutbestandteile negative Auswirkungen auf den Kreislauf des Menschen besitzt, die bis zum Tod des Patienten führen können. Zum Anheben der Lebensqualität der betroffenen Patienten besteht vor allem Forschungsbedarf bei der Entwicklung blutschonender Pumpengeometrien zur Reduzierung der strömungsinduzierten Blutschädigung. Ein Herzunterstützungssystem mit verbesserter Blutschonung stellt eine vielversprechende Alternative zur Herztransplantation dar. Sie besitzt das Potenzial einen großen ungedeckten medizinischen Bedarf zu decken und den Bereich der Herzinsuffizienztherapie grundlegend zu verändern.

Forschungsansatz

Herzunterstützungspumpen sind in ihren Konzepten, ihren Bauteilen und ihrer konstruktiven Ausführung zu unterschiedlich, um aussagekräftige Rückschlüsse auf den Einfluss einzelner Komponenten in Bezug auf die Blutschädigung zu ziehen. Bis heute ist unklar, wie viel Einfluss die

hydraulische Geometrie einer Herzpumpe auf die Blutschädigungsneigung nimmt und welchen Anteil unterschiedliche Lagertechniken, Materialien oder periphere Komponenten (wie z. B. die Kanülen) auf die Blutschädigung besitzen. Zur Erforschung dieser Einflüsse werden ausgehend von einer ausgewählten Pumpe die geometrischen Parameter gezielt variiert und die Auswirkungen auf das Strömungsfeld mit der resultierenden Blutschädigung korreliert. Zur hydraulischen, mechanischen und optischen Charakterisierung von Herzunterstützungspumpen ist am Fachgebiet Fluidsystemdynamik ein Prüfstand entwickelt worden (Abbildungen 1 und 2).

Ergebnisverwertung

Die gewonnenen Erkenntnisse werden in Form von Veröffentlichungen an die medizinische und strömungsmechanische Forschungsgemeinschaft weitergegeben. In Kooperation mit der ETH Zürich und der Medizinischen Universität Wien ist ein Forschungsprojekt geplant, in dem der Zusammenhang zwischen der Blutschädigung und den durch die Pumpengeometrie hervorgerufenen Strömungstopologien detailliert untersucht wird. Mit Hilfe dieser Untersuchungen wird ein tiefgreifendes Verständnis der Auswirkung der Pumpengeometrie auf die Blutschädigungsneigung geschaffen. Gleichzeitig werden lokale Strömungsausprägungen in einer Herzpumpe validiert, was bislang noch ausstehend ist. Anschließend werden Gestaltungsrichtlinien zur Konstruktion blutschonender Herzunterstützungspumpen abgeleitet.

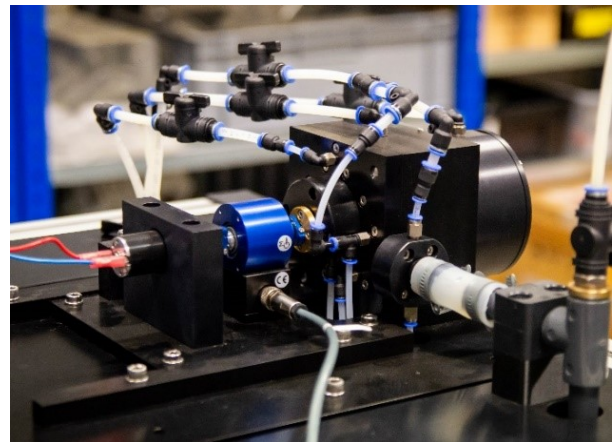


Abbildung 1: Messstrecke zur hydraulischen, mechanischen und optischen Charakterisierung verschiedener Herzpumpen



Abbildung 2: Prüfstand zur Untersuchung von Herzunterstützungssystemen am Fachgebiet Fluidsystemdynamik

WWW

<https://www.fsd.tu-berlin.de/>

Weitere Informationen

- [1] J. F. Gülich, *Kreiselpumpen - Handbuch für Anlagenplanung und Betrieb* Springer Verlag (2020).
- [2] D. J. Goldstein et al., *Association of Clinical Outcomes with Left Ventricular Assist Device Use by Bridge to Transplant or Destination Therapy Intent: The Multicenter Study of MagLev Technology in Patients Undergoing Mechanical Circulatory Support Therapy with HeartMate3 (MOMENTUM 3) Randomized Clinical Trial* JAMA Cardiol., vol. 5, no. 4, pp. 411-419, (Apr. 2020). doi:10.1001/jamacardio.2019.5323

Projektpartner

Medizinische Universität Wien, ETH Zürich