

## Zusammenfassung zur Dissertation

### „Vorhersage der strömungsinduzierten Blutschädigung in Herzunterstützungssystemen bei Berücksichtigung der Turbulenz“

Lucas Konnigk-Hoch

Künstliche Herzunterstützungssysteme, oder auch *ventricular assist devices* (VADs), sind miniaturisierte Turbomaschinen, die den menschlichen Blutkreislauf im Falle einer Herzinsuffizienz aufrechterhalten. Sie werden typischerweise eingesetzt, um die Wartezeit auf ein Spenderherz zu überbrücken. Unter Umständen erfolgt auch eine lebenslange Therapie. Insofern ist es keine Seltenheit, dass ein VAD bis zu 10 Jahre implantiert bleibt und seine Funktion erfüllen muss.

Das VAD muss das Blut möglichst schonend fördern, damit dabei keine Blutbestandteile geschädigt werden. Um diese Eigenschaft im Entwurfsprozess eines VADs zu überprüfen, werden üblicherweise Simulationen der Strömung durch das VAD durchgeführt. Hierbei ist es wichtig, die Simulation möglichst genau durchzuführen, um die für die Blutbestandteile schädlichen Spannungen berechnen zu können. Diese Spannungen treten umso öfter auf, je turbulenter eine Strömung ist, wobei eine VAD-Strömung üblicherweise turbulent ist. Insofern muss die Turbulenz bei der Berechnung der Spannungen und der potenziellen Blutschädigung berücksichtigt werden. Eine Strömungssimulation, die diesen Ansprüchen gerecht wird, ist zum heutigen Zeitpunkt noch nicht an jedem Punkt im Entwurfsprozess eines VAD möglich. Aus diesem Grund hat sich diese Dissertation das Ziel gesetzt, effiziente und ressourcenschonende Berechnungen von Spannungen zu ermöglichen. Auf dieser Grundlage könnte eine umfassende Bewertung der Blutschädigung eines VAD unter Berücksichtigung einer Vielzahl von Betriebspunkten erfolgen.

Die kumulative Dissertation enthält vier veröffentlichte Studien, die verschiedene Aspekte der Strömungssimulation und der Blutschädigung in VADs behandeln. Die erste Studie befasst sich mit den numerischen Fehlern, die bei der Berechnung von VAD-typischen Variablen gemacht werden, die zweite mit dem Einfluss der Turbulenzmodellierung, die dritte mit der Minimierung des Einflusses von Diskretisierungsfehlern auf die Berechnung von Spannungen und die vierte mit der Auswirkung der Berücksichtigung modellierter Spannungen auf die Vorhersage der Blutschädigung.

Die im Rahmen dieser Arbeit gewonnenen Erkenntnisse ermöglichen die genauere Ermittlung von Spannungen aus transienten RANS-Simulationsergebnissen ohne signifikanten Mehraufwand, was die Vorhersage der Blutschädigung in VADs verbessert. Da RANS-Simulationen im Designprozess von VADs verwendet werden, ist eine Erhöhung der Genauigkeit bei der Bestimmung der Blutbeschädigung von Vorteil.