

Inhaltsverzeichnis

Nomenklatur	IV
1 Einleitung	1
2 Stand der Forschung	4
2.1 Ventricular Assist Devices (VADs)	4
2.2 Experimentelle Analysen der Strömung und Blutschädigung in VADs	7
2.2.1 Messung von Strömungsgrößen	7
2.2.2 Arten und Messung strömungsinduzierter Blutschädigung	9
2.3 Numerische Analysen der Strömung und Blutschädigung in VADs	16
2.3.1 Numerische Modellierung der Strömung in VADs	16
2.3.2 Numerische Blutschädigungsvorhersage	21
2.4 Berücksichtigung turbulenter Spannungen in der Blutschädigungsvorhersage	28
2.5 Fragestellungen und Lösungsweg zur Beantwortung der Forschungsfragen	34
3 Verwendete Methoden	37
3.1 VAD-Modell und Rechendomain	37
3.2 Numerische Methoden	38
3.2.1 Large-Eddy Simulation: Definition und Turbulenzmodellierung	38
3.2.2 Rechengittererstellung	42
3.2.3 Berechnete Betriebspunkte des VAD	45
3.2.4 Rechenverlauf, Rand- und Anfangsbedingungen	46
3.2.5 Numerische Einstellungen und Fluiddefinition	48
3.3 Experimentelle Methoden	49
3.3.1 Acrylmodell und Prüfstand	50
3.3.2 Fluid, Messverlauf und verwendete Messtechnik	54
3.4 Eingesetzte Methoden für die Auswertung	55
3.4.1 Messunsicherheitsberechnung der experimentellen Daten	55
3.4.2 Definition einer Vergleichsspannung für das gesamte Strömungsfeld .	57
3.4.3 Methoden zur Qualitätsprüfung der LES-Rechnungen	60
3.4.4 Verwendete Blutschädigungsvorhersagemodele	66
4 Ergebnisse und Diskussion	68
4.1 Verifikation und Validierung der Simulationen	68
4.1.1 Qualitätsprüfung im turbulenten Strömungsfeld	68

Inhaltsverzeichnis	III
4.1.2 Qualitätsprüfung der berechneten Scherspannungsfelder	72
4.1.3 Validierung des numerischen Modells mittels der Förderhöhe	76
4.2 Numerische Untersuchung der Strömung und der Blutschädigung im VAD	79
4.2.1 Analyse des turbulenten Strömungsfeldes	79
4.2.2 Betrachtung der Vergleichsspannungen im Strömungsfeld	96
4.2.3 Einfluss von turbulenten Spannungen auf die Blutschädigungsvorher-sage	103
5 Zusammenfassung, Limitationen und neue Forschungsfragen	111
Literaturverzeichnis	i
Abbildungsverzeichnis	xvi
Tabellenverzeichnis	xx