



# Inhaltsverzeichnis

<b>Nomenklatur</b>	<b>xi</b>
<b>Zusammenfassung</b>	<b>xvii</b>
<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2. Stand des Wissens</b>	<b>3</b>
2.1. Mehrphasenströmungen . . . . .	3
2.1.1. Strömungsmechanische Grundlagen . . . . .	3
2.1.2. Horizontale zweiphasige Rohrströmungen . . . . .	4
2.2. Kondensation . . . . .	11
2.2.1. Direkte Kontaktkondensation . . . . .	12
2.2.2. Modellierung des Wärmeübergangskoeffizienten . . . . .	13
2.2.3. Kavitation . . . . .	16
2.3. Deterministische Druckschläge . . . . .	19
2.3.1. Einphasige Druckschläge . . . . .	19
2.3.2. Zweiphasige Druckschläge . . . . .	24
2.4. Nicht-deterministische Kondensationsschläge . . . . .	26
2.4.1. Entstehung von Kondensationsschlägen . . . . .	28
2.4.2. Kriterien für Kondensationsschläge . . . . .	31
2.4.3. Übersicht zu Berechnungsansätzen . . . . .	33
2.4.4. Übersicht zu experimentellen Untersuchungen . . . . .	34
2.5. Zusammenfassung bisheriger Erkenntnisse . . . . .	40
<b>3. Versuchsaufbau und Versuchsdurchführung</b>	<b>43</b>
3.1. Versuchsaufbau zur Analyse von Kondensationsschlägen . . . . .	43
3.1.1. Messstrecke mit integraler Messtechnik . . . . .	45
3.1.2. Sichtzelle mit lokaler Messtechnik . . . . .	47
3.1.3. Kalibrierung der Messtechnik . . . . .	49
3.2. Experimentelles Vorgehen zur Analyse von Kondensationsschlägen . . . . .	51
3.2.1. Versuchsvorbereitung . . . . .	52
3.2.2. Versuchsdurchführung . . . . .	55
3.2.3. Versuchsmatrizen . . . . .	59
3.3. Sicherheitskonzept . . . . .	62
<b>4. Experimentelle Untersuchung von Kondensationsschlägen</b>	<b>65</b>
4.1. Methodik zur Untersuchung von Kondensationsschlägen . . . . .	65
4.1.1. Erscheinungsform . . . . .	65
4.1.2. Druckverlauf . . . . .	66
4.1.3. Ausbreitung . . . . .	70
4.1.4. Lokalisierung . . . . .	73



4.2.	Integrale Auswertung der Versuchsergebnisse . . . . .	77
4.2.1.	Wahrscheinlichkeit von Kondensationsschlägen . . . . .	77
4.2.2.	Ausprägung von Kondensationsschlägen . . . . .	78
4.2.3.	Risiko-Betrachtung von Kondensationsschlägen . . . . .	81
4.2.4.	Ursprungsort von Kondensationsschlägen . . . . .	82
4.3.	Lokale Auswertung der Versuchsergebnisse . . . . .	84
4.3.1.	Luft/Wasser- und Dampf/Wasser-Strömungen . . . . .	87
4.3.2.	Einspeisung bei geringer Unterkühlung . . . . .	88
4.3.3.	Einspeisung bei hoher Unterkühlung . . . . .	90
4.3.4.	Zusammenfassung der beobachteten Einspeisevorgänge . . . . .	92
4.3.5.	Dampfblasenimplosion . . . . .	93
<b>5.</b>	<b>Phänomenologie von Kondensationsschlägen</b>	<b>101</b>
5.1.	Bisherige Modellvorstellung . . . . .	101
5.1.1.	Einlaufprozess . . . . .	102
5.1.2.	Dampfblasenimplosion . . . . .	103
5.2.	Neue phänomenologische Beschreibung des Einlaufprozesses . . . . .	106
5.2.1.	Hydraulische und thermische Bedingung für einen Kondensationsschlag	106
5.2.2.	Zungenrückbildung . . . . .	108
5.2.3.	Risiko für Kondensationsschläge unter idealen Bedingungen . . . . .	112
5.2.4.	Risiko für Kondensationsschläge unter realen Bedingungen . . . . .	114
5.3.	Neue phänomenologische Beschreibung von Kondensationsschlägen . . . . .	117
5.3.1.	Modellentwicklung . . . . .	117
5.3.2.	Modellüberprüfung . . . . .	119
5.4.	Zusammenfassung der neuen Erkenntnisse . . . . .	120
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>128</b>
	<b>A. Anhang</b>	<b>129</b>