Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung ... 6

2 Stand des Wissens ... 7

2.1 Zerkleinerung in Rührwerkskugelmühlen ... 7

2.1.1 Anzahl der beanspruchten Mahlgutpartikeln zwischen den Mahlkugeln ... 9

2.2 Verdrängungsströmung ... 13

2.2.1 Abschätzung der Geschwindigkeiten mit der Kontinuitätsgleichung ... 13

2.2.2 Analytische Berechnung des Strömungsfelds bei schleichender Strömung ... 16

2.2.3 Allgemeine Untersuchungen zur Annäherung einer Kugel an eine Wand bzw. eine andere Kugel ... 17

2.2.3.1 Untersuchungen zu Kugel-Wand ... 17

2.2.3.2 Untersuchungen zu Kugel-Kugel ... 19

2.3 Particle Tracking Velocimetry (PTV) ... 20

3 Versuchsaufbau ... 22

3.1 Grundlagen zur Modellbildung ... 22

3.2 Modellbildung und Versuchsanlage ... 23

3.3 Umsetzung des Modells: Versuchsanlage ... 31

4 Versuchsdurchführung und Auswerteverfahren ... 33

4.1 Partikelgeschwindigkeiten und –trajektorien ... 33

4.1.1 Versuchsdurchführung ... 33

4.1.2 Versuchsauswertung ... 33

4.1.3 Vergleichbarkeit und Genauigkeit ... 36

4.2 Partikelanzahlen im zerkleinerungsaktiven Volumen ... 38

4.2.1 Versuchsdurchführung ... 38

4.2.2 Versuchsauswertung ... 39

4.2.3 Genauigkeit und Vergleichbarkeit ... 41

5 Experimentelle Ergebnisse ... 43

5.1 Messungen der Partikelgeschwindigkeiten und Vergleich mit Strömungsfeldern ... 43
5.1.1 Verdrängungsströmung und Partikelgeschwindigkeiten ... 43
5.1.2 Einfluss der Mahlkugelgeschwindigkeit ... 52
5.1.3 Einfluss des mittleren Mahlkugelabstands ... 54
5.2 Messung von Trajektorien ... 57
5.3 Messung von Partikelanzahlen ... 61
5.3.1 Vergleich mit zu erwartenden Partikelanzahlen ... 61
5.3.1.1 Berechnung der Partikelanzahlen ... 61
5.3.1.2 Abschätzung der Partikelanzahlen ... 63
5.3.2 Variation der Volumenkonzentration der Partikeln ... 66
5.3.3 Einfluss der Modellmahlkugel-Suspension-Kombination ... 70
5.3.4 Variation der Annäherungsgeschwindigkeit ... 72
5.3.5 Variation der Stoßgeometrie ... 74
5.3.5.1 Variation des Auftreffwinkels der Kugel auf die Wand ... 74
5.3.5.2 Einfluss des mittleren freien Abstands der Mahlkugeln ... 77
6 Zusammenfassung und Ausblick ... 80
7 Literaturverzeichnis ... 82
Anhang