

Inhaltsverzeichnis

Formelzeichen und Abkürzungen

xv

1	Einleitung	1
2	Theoretische Grundlagen	5
2.1	Kennzahlen	5
2.2	Strahlzerfall in bewegter Umgebung	7
2.2.1	Strahlzerfall von reinen Flüssigkeiten	8
2.2.2	Strahlzerfall von Suspensionen	17
2.2.3	Strahlzerfallsmechanismen	20
2.3	Tropfenzerfall	24
2.3.1	Tropfenzerfall von reinen Flüssigkeiten	26
2.3.2	Tropfenzerfall von Suspensionen	33
2.4	Grundlagen der Zweiphasenströmung	36
2.5	Kenngößen	42
2.5.1	Massenstromdichte	42
2.5.2	Kenndurchmesser	43
2.5.3	Geschwindigkeiten	44
3	Anlagenaufbau, verwendete Düsen und Messmethoden	45
3.1	Anlage	45
3.2	Verwendete Düsen	47
3.2.1	Optisch zugängliche innenmischende Zweistoffdüse	47
3.2.2	Innenmischende Zweistoffdüse mit Sekundärluftzufuhr (IMDSZ)	49
3.3	Messmethoden	50
3.3.1	Bestimmung der Stoffdaten	50
3.3.1.1	Dichte	51
3.3.1.2	Oberflächenspannung	52
3.3.1.3	Viskosität	52
3.3.2	Phasen-Doppler-Anemometrie (PDA)	53
3.3.3	Visualisierung des Flüssigkeitszerfalls	56
3.3.4	Massenstromdichtebestimmung	56
3.4	Versuchsmaterialien	57
3.4.1	Matrixflüssigkeiten	57
3.4.2	Feststoffpartikel	58
3.4.3	Suspension	59

INHALTSVERZEICHNIS

3.5	Untersuchte Betriebszustände	62
4	Ergebnisse und Diskussion	67
4.1	Betriebsverhalten von innenmischenden Zweistoffdüsen (IMD) im "Superpulsating"-Zerfallsbereich	68
4.2	Phänomenologie des "Superpulsating"-Strahlzerfallprozesses innerhalb einer innenmischenden Zweistoffdüse	72
4.2.1	Strahlzerfallablauf bei einer reinen Flüssigkeit	73
4.2.2	Strahlzerfallablauf bei einer Suspension	76
4.2.3	Charakteristische Zerfallprozessgrößen	79
4.2.3.1	Zerfallslänge L_{pc}	79
4.2.3.2	Spraywinkel α	86
4.2.3.3	Zerfallsfrequenz f_B	89
4.3	Innenmischende Düse mit Sekundärluftzufuhr (IMDSZ)	92
4.3.1	Einfluss der Düsengeometrie	94
4.3.1.1	Mischkanallänge L	94
4.3.1.2	Flüssigkeitseinsatzdurchmesser d_{fl}	103
4.3.1.3	Positionierung des Ringspaltes	105
4.3.2	Einfluss der Betriebsbedingungen	110
4.3.3	Einfluss der Viskosität	113
5	Zusammenfassung	115
6	Literatur	121
7	Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	133
Anhänge		139
A	Dimensionsanalyse	139
B	Herleitungen der Gleichungen für die homogene Zweiphasenströmung	149
B.1	Herleitung der allgemeinen Gleichung für die Schallgeschwindigkeit	149
B.2	Herleitung der verallgemeinerten Bernoulli-Gleichung	151
B.3	Herleitung der Gleichung für das kritische Druckverhältnis	155
B.4	Herleitung der Gleichung für die kritische Massenstromdichte	157
C	Innenmischende Zweistoffdüsen	159
C.1	Innenmischende Zweistoffdüse (IMD)	159
C.2	Optisch zugängliche innenmischende Zweistoffdüse	160
C.3	Innenmischende Zweistoffdüse mit Sekundärluftzufuhr (IMDSZ)	161
D	Bestimmung und Einstellung der Gemischzusammensetzung durch Brechungsindexmessung	163
E	Vorgehensweise bei der Auslegung der Zweistoffzerstäuberdüse	165