



MISCHTECHNIK

Herbst Maschinenfabrik GmbH

21614 Buxtehude, Rudolf-Diesel-Straße 2a

Telefon: 0049-4161/7239-0

Internet: www.Herbst-Mischtechnik.de

Nachdruck, Vervielfältigung und Übersetzung, auch auszugsweise, nur mit Zustimmung der Herbst Maschinenfabrik GmbH gestattet.

Stand: 7. September 2010



Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	8
1.1	Herbst - Allrounder im Mischen und Rühren	8
2	Grundlagen der Mischtechnik	13
2.1	Grundbegriffe	13
2.2	Grundrühraufgaben	14
2.2.1	Homogenisieren	14
2.2.2	Suspendieren	14
2.2.3	Dispergieren	14
2.2.4	Begasen	14
2.2.5	Wärmeaustausch	14
2.2.6	Emulgieren	15
2.3	Viskosität und Fließeigenschaften	18
2.4	Scherbeanspruchung und Verschleiß	20
2.5	Leistungsgleichung	21
2.6	Wärmeübertragung in Rühr- und Mischprozessen	23
2.7	Mischgüte und Mischzeit	26
2.8	Scale-up	27
2.9	Maschinenteknik	28
3	Auslegung von Rührwerken	29
3.1	Übliche Einsatzbereiche der Rührwerke	29
3.1.1	Zentralrührwerke	29
3.1.2	Planetenrührwerke	29
3.2	Beispiele für Mischgüter	29
3.2.1	Chemische Industrie	29
3.2.2	Pharmazeutische Industrie / Kosmetikindustrie	30
3.2.3	Nahrungsmittelindustrie	30
3.3	Einsatz von Rührwerken im Ex-Bereich	30
3.3.1	Einführung	30
3.3.2	Grundlagen und Begriffe	31



3.3.3	Ex-Schutz bei Mischanlagen	35
3.4	Baugruppen eines Rührwerks	36
3.4.1	Hauptkomponenten	36
3.4.2	Vakuumausstattung	36
3.5	Elektrotechnische Ausstattung von Rührwerken	37
3.5.1	Einführung	37
3.5.2	Elektrische Schutzart	37
3.5.3	Temperaturmessung	39
3.5.4	Programmsteuerung	40
3.6	Maschinengestaltung	41
3.6.1	Werkstoffauswahl	41
3.6.2	Oberflächengestaltung	42
3.6.3	Vorschriften und Richtlinien	42
3.6.4	Sicherheitstechnik	42
3.6.5	Reinigungsgerechte Gestaltung	43
3.6.6	GMP und FDA	43
3.6.7	Qualifizierung und Validierung	43
4	Zentralrührwerke	45
4.1	Allgemeines	45
4.2	Mobile Behälterrührwerke	46
4.3	Mischanlagen	46
4.4	Sonderrührwerke	48
4.4.1	DoppeldissolVERRührwerk HRZ-S 20-ex	48
4.4.2	Doppelwellen-DissolVERRührwerk HRZ-S 200	49
4.4.3	Containerrührwerke	50
4.4.4	Fassrollsystem HFR 200-ex	51
4.4.5	Magnetrührwerke	51
4.5	Rührorgane	52
4.6	Auslegungsbeispiele	54
4.6.1	Vakuum-Zentralrührwerk HRZV-S 1-2 mit drehbarem Behälter . . .	54
4.6.2	Vakuum-Zentralrührwerk HRZV-S 3-12-ex	55



4.6.3	Zentralrührwerk HRZ-S 4 mit drehbarem Behälter	56
4.6.4	Vakuum-Zentralrührwerk mit Homogenisator HRZV 15-7 HO	56
4.6.5	Vakuum/Druck-Zentralrührwerk HRZVD-S 40 HO	58
4.6.6	Mobiles Behälterrührwerk HRZ-M 60-ex	59
4.6.7	Mobiles Zentralrührwerk mit Homogenisator HRZ-S 200 HO	60
4.6.8	Vakuum-Zentralrührwerk HRZV-S 250	60
4.6.9	Vakuum-/Druck-Mischanlage HRZVD-S 150-300-ex	61
4.6.10	Behälterrührwerk HRZ-B 400	62
4.6.11	Koaxialrührwerk HRZ-S 400 KO	62
4.6.12	Mobiler Mischbehälter HRZ-M 500	64
4.6.13	Vakuum-Mischanlage HRZV-S 600 HO	64
4.6.14	Vakuum-Mischanlage mit Homogenisator HRZV-S 1000 HO	65
4.6.15	Vakuum-Koaxialrührwerk HRZV-S 1250 KO-ex	66
4.6.16	Vakuum-/Druck-Magnetrührwerk HRZVD-B 1300 MA-ex	67
5	Stativrührwerke	69
5.1	Überblick	69
5.2	Bauarten	69
5.3	Maschinenteknik	70
5.4	Sonderbauarten	74
5.4.1	Laufkatzenrührwerk HLKR-ex	74
5.5	Auslegungsbeispiele	75
5.5.1	Wandstativrührwerk HRS-W 30-ex	75
5.5.2	Bodenstativrührwerk HRS-B 150	75
5.5.3	Wandstativrührwerk HRS-W 200	76
5.5.4	Wandstativrührwerk HRS-W 200 zum Einsatz mit Containern	78
5.5.5	Bodenstativrührwerk HRS-B 200-ex	79
5.5.6	Fahrstativrührwerk HRS-F 200-ex	79
5.5.7	Fahrstativrührwerk HRS-F 1000	81



6 Planetenrührwerke	82
6.1 Überblick	82
6.2 Bauarten	83
6.2.1 Baureihe HR-S 2 bis HR-S 10	85
6.2.2 Baureihe HR 15 bis HR 120	87
6.2.3 Baureihe HR-S 100 bis HR-S 1250	87
6.3 Sonderbauarten	89
6.3.1 Doppelplanetenrührwerk	89
6.3.2 Aufsetzplanetenrührwerk	89
6.3.3 Kombination von Planeten- und Zentralrührwerk	89
6.4 Maschinenteknik	90
6.4.1 Planetengetriebe	90
6.4.2 Gekapseltes Planetengetriebe	93
6.4.3 Maschinenausstattung	93
6.4.4 Rührwerkzeuge	94
6.5 Auslegungsbeispiele	96
6.5.1 Vakuum-Labormischanlage HRV-S 2-ex	96
6.5.2 Vakuum-Doppelplanetenrührwerk HRV-S 2 DP	97
6.5.3 Vakuum-Doppelplanetenrührwerk HRV-S 2-4 DP	98
6.5.4 Vakuum-Planetenrührwerk HRV-S 3	98
6.5.5 Vakuum-Planetenrührwerk HRV-S 7	99
6.5.6 Planetenrührwerk HR-S 25	99
6.5.7 Vakuum-Doppelplanetenrührwerk HRV-K 30 DP	99
6.5.8 Vakuum-Doppelplanetenrührwerk HRV 40-60 DP	102
6.5.9 Planetenrührwerk HR-S 100	102
6.5.10 Doppelplanetenrührwerk HR-S 120 DP	104
6.5.11 Vakuum-Planetenrührwerk mit Homogenisator HRV-S 500 HO . . .	105
6.5.12 Vakuum-/Druck-Planetenrührwerk HRVD-K 700 HO	106
6.5.13 Doppelplanetenrührwerk HR-S 1000 DP	106
7 Rotor-Stator-Systeme (Homogenisatoren)	108
7.1 Einführung	108
7.2 Inline-Homogenisatoren	110



8 Behälterentleerung	114
8.1 Einführung	114
8.2 Produktpumpen	114
8.3 Behälterentleerungssysteme für hochviskose Medien	114
8.4 Integrierter Ausdrückstempel	121
8.5 Behälterkippvorrichtung	121
9 Reinigung	123
9.1 Reinigung in Produktionsprozessen	123
9.1.1 CIP-Reinigung	123
9.2 Konstruktive Gestaltung	124
9.2.1 Einführung	124
9.2.2 Werkstoffe	125
9.3 Maschinentechnik	126
A Produktbezeichnungen	128
B Veröffentlichungen	129
Literatur	131