

# Inhaltsverzeichnis

## Vorwort

<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Das hydrodynamische Gleitlager und seine Vorteile.....</b>	<b>3</b>
2.1	Die Funktion des hydrodynamischen Gleitlagers .....	5
2.1.1	Radial-Gleitlager .....	6
2.1.2	Radial-Mehrflächengleitlager .....	8
2.1.3	Axial-Gleitlager.....	10
2.1.4	Hydrostatische Unterstützung .....	15
<b>3</b>	<b>Stützkörperwerkstoffe.....</b>	<b>17</b>
3.1	Stützkörper aus Stahl.....	17
3.2	Stützkörper aus Grauguss .....	18
3.3	Kupferwerkstoffe für Gleitlager.....	19
3.4	Wärmebehandlung der Stützkörper .....	20
3.4.1	Normalglühen.....	20
3.4.2	Spannungsarm Glühen .....	21
3.4.3	Wasserstoffreduktion .....	22
<b>4</b>	<b>Beschichtungswerkstoffe.....</b>	<b>25</b>
4.1	Beschichtungswerkstoffe in der Vergangenheit .....	25
4.2	Beschichtungswerkstoffe der Gegenwart.....	25
4.3	Die Randbedingungen für Zinn-Gleitlagerlegierungen .....	26
4.3.1	Herstellbarkeit der Legierung .....	26
4.3.2	Beschichtungsqualität .....	29
4.3.3	Funktionstüchtigkeit unter Betriebsbedingungen .....	30
4.4	Die Systematik bei der Entwicklung einer neuen Gleitlagerlegierung .....	30
4.5	Der internationale Datenvergleich.....	37
4.6	Beschichtungswerkstoffe der Zukunft .....	37
<b>5</b>	<b>Der Verbundwerkstoff, die große Unbekannte .....</b>	<b>39</b>
5.1	Der Informationsgrad der Werkstoffdaten .....	39
5.1.1	Die technischen Daten der Beschichtungswerkstoffe .....	39
5.2	Die Versagenskriterien bei der Werkstoffprüfung.....	45
5.3	Die Versagenskriterien am Gleitlager .....	46

<b>6</b>	<b>Untersuchungen auf Prüfständen .....</b>	<b>47</b>
6.1	Ein Rückblick auf die Entwicklung von Gleitlagerprüfständen .....	47
6.2	Das neue Prüfverfahren für Verbundwerkstoffe .....	49
6.2.1	Prüfschwerpunkte .....	53
<b>7</b>	<b>Neue Erkenntnisse mit Verbundwerkstoffen.....</b>	<b>55</b>
7.1	Rangfolge der Verbundwerkstoffe .....	55
7.2	Dauerfestigkeit in Abhängigkeit von der Beschichtungsstärke .....	57
7.3	Beobachtungen an dünnen Schichten aus Zinn-Legierungen .....	57
7.4	Einflüsse der Gleitgeschwindigkeit und der Lastwechselzfrequenz .....	57
7.5	Die Grenzen der prüfbaren Dauerfestigkeit .....	58
7.6	Dauerfestigkeit des Verbundwerkstoffes in Abhängigkeit der Steifigkeit des Gleitlagers .....	58
7.7	Die Verformungen am Gleitlager .....	59
7.8	Beschichtungsfehler .....	63
7.9	Schmierspaltemperatur und Werkstofftemperatur .....	63
<b>8</b>	<b>Voraussetzungen für das Beschichten .....</b>	<b>65</b>
8.1	Gießereiausrüstung .....	65
8.2	Ausführungsvarianten der Bindeoberfläche .....	69
8.2.1	Schwalbenschwanznuten .....	69
8.2.2	Vergrößerte Bindeoberfläche .....	72
8.2.3	Ebene Bindeoberfläche .....	73
8.3	Vorbereitung des Stützkörpers .....	73
8.3.1	Wärmebehandlung .....	73
8.3.2	Strahlen .....	73
8.3.3	Aktivieren .....	74
8.3.4	Verzinnen .....	74
8.4	Der richtige Umgang mit der Legierungsschmelze .....	76
<b>9</b>	<b>Das Beschichten der Gleitlager .....</b>	<b>79</b>
9.1	Standguss .....	80
9.2	Schleuderguss .....	83
9.3	Löten .....	89
9.4	Thermisches Spritzen .....	94
9.5	Kaltgasspritzen .....	100
9.6	WIG Verfahren .....	101
9.7	Die verwendeten Verfahren mit ihren Vor- und Nachteilen .....	101
9.8	Das Beschichtungsverfahren der Zukunft .....	102
<b>10</b>	<b>Die Qualitätsanforderungen an die Gleitlager .....</b>	<b>111</b>
10.1	Qualifizierung des Gleitlager-Herstellers .....	111
10.2	Qualität der Gleitlagerlegierung .....	113
10.2.1	Spezifikation der Gleitlagerlegierung .....	113
10.2.2	Analyseverfahren .....	115

10.2.3	Rezeptur .....	119
10.2.4	Die Wiederverwendbarkeit von Lagermetallspänen.....	120
10.3	Qualitätsprüfung am Gleitlager .....	125
10.3.1	Prüfung der Geometrie .....	125
10.3.2	Bindeprüfung.....	125
10.3.2.1	Zerstörende Prüfverfahren .....	126
10.3.2.2	Zerstörungsfreie Prüfverfahren .....	131
10.3.3	Die Kundenspezifikation .....	141
10.3.4	Die Qualität der Normen .....	143
<b>11</b>	<b>Gleitlager-Montage, Gleitlager im Betrieb.....</b>	<b>145</b>
11.1	Zwängungsfreie Montage .....	145
11.2	Der Lagersitz.....	147
11.3	Beschädigung und Verunreinigung .....	147
11.4	Fluchtungsfehler .....	148
11.5	Die Schmierstoffversorgung.....	149
11.6	Das Schaben .....	149
11.7	Die Überwachung während des Betriebs.....	153
<b>12</b>	<b>Der Gleitlagerschaden .....</b>	<b>155</b>
12.1	Voraussetzung für lange Verfügbarkeit.....	155
12.2	Die Notwendigkeit der Terminologie .....	157
12.2.1	Begriffe .....	157
12.2.2	Die Schadensstruktur.....	159
12.2.3	Schadensbilder .....	162
12.2.4	Schadenstypen .....	175
12.3	Analyse mit der Schadensmatrix.....	184
12.3.1	Beispiele zur Anwendung der Schadensmatrix.....	185
12.4	Der Schadensbericht .....	189
<b>13</b>	<b>Die Zukunft der Gleitlager.....</b>	<b>191</b>
<b>14</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>193</b>
<b>15</b>	<b>Nachweis der Urheberrechte.....</b>	<b>195</b>
<b>16</b>	<b>Stichwortverzeichnis.....</b>	<b>197</b>