

# Inhaltsverzeichnis

---

<b>1</b>	<b>Grundlagen der Tribometrie – tribologische Beanspruchungen und Prüfverfahren</b>	<b>1</b>
	H. Jünemann	
1.1	Einleitung	1
1.2	Tribologie, Tribologische Systeme	1
1.2.1	Tribologische Beanspruchungen	2
1.2.2	Elemente eines tribologischen Systems	3
1.2.3	Beanspruchungskollektiv eines tribologischen Systems	3
1.2.4	Wechselwirkungen zwischen den Elementen des tribologischen Systems	6
1.3	Reibung und Verschleiß	7
1.3.1	Reibung	8
1.3.2	Kenngrößen der Festkörperreibung	8
1.3.3	Verschleiß	9
1.3.4	Verschleißmeßgrößen	12
1.4	Zwischenstoffe und Umgebungsmedien	13
1.5	Dynamische Mechanik tribologischer Systeme	14
1.6	Präzision von Prüfverfahren	17
1.6.1	Wahrer Wert, Präzisionen der Wiederholbarkeit und der Vergleichbarkeit	17
1.6.2	Bedeutung der Präzisionen	19
1.6.3	Fehlerfortpflanzung bzw. Präzision einer Funktion eigenständiger Meßwerte	20
1.6.4	Rechenoperationen mit Meßwerten	21
1.7	Besonderheiten tribologischer Prüfmaschinen	24
1.7.1	Eigenleben einer Prüfmaschine	24
1.7.2	Bauformen und Systemanalysen tribologischer Prüfmaschinen	26
1.7.3	Erfassen der Meßdaten und Prüfberichte	26
1.7.4	Wartung und Pflege, Kalibrierung, Kundendienst, Ausbildung	33
1.8	Zusammenfassung	35
1.9	Verzeichnis der erwähnten DIN-Normen	36
1.10	Literaturverzeichnis	36

<b>2</b>	<b>Messen mechanischer Größen mit DMS sowie DMS- und induktiven Aufnehmern</b>	<b>38</b>
	M. Laible	
2.1	Einleitung	38
2.2	Grundlagen und Wirkungsweise des DMS	40
2.3	Die Wheatstone-Brückenschaltung	43
2.3.1	Kompensation von Temperatureffekten	45
2.3.2	Schaltungsmöglichkeiten der WB	47
2.4	Eigenschaften von DMS-Aufnehmern	50
2.5	Sachgerechter Einbau von DMS-Aufnehmern	53
2.5.1	Kraft/Gewichtsaufnehmer	55
2.5.2	Druckaufnehmer	59
2.5.3	Drehmomentaufnehmer	62
2.6	Induktive Aufnehmer	64
2.6.1	Prinzip induktiver Aufnehmer	64
2.6.2	Wegaufnehmer mit Tauchanker	66
2.6.3	Wegtaster	68
2.6.4	Berührungsreie Wegaufnehmer	68
2.6.5	Beschleunigungsaufnehmer	69
2.6.6	Einbauhinweise	70
2.7	Abgleich der Meßkette	71
2.7.1	Meßketten mit DMS	74
2.7.2	Meßketten mit DMS-Aufnehmern	74
2.7.3	Meßketten mit induktiven Aufnehmern	75
2.8	Literatur	76
<b>3</b>	<b>Tribologische Prüfung von Schmierstoffen im Mischreibungsgebiet</b>	<b>77</b>
	E. M. Laukotka	
	Zusammenfassung	77
3.1	Allgemeine Betrachtungen zur tribologischen Prüfung von Schmierstoffen	77
3.2	Kategorien der Verschleißprüfung DIN 50 322	79
3.3	Tribologische Prüfstände und -methoden für die Schmierstoffprüfung	80
3.3.1	In Deutschland genormte (DIN) tribologische Prüfverfahren für Schmierstoffe	81
3.3.2	In Deutschland nicht genormte, aber wichtige tribologische Prüfverfahren	95
3.4	Problematik der Schmierstoffprüfung	101
3.5	Anwendungsbereiche für tribologische Prüfungen von Schmierstoffen	104

3.6	Präzision und Interpretation von Ergebnissen tribologischer Prüfungen	105
3.7	Entwicklungstendenzen am Beispiel der Getriebeölprüfung	107
3.8	Schlußbetrachtungen	108
3.9	Literaturangaben	110
<b>4</b>	<b>Tribologie bei der Zahnradprüfung</b>	<b>116</b>
	K. Michaelis	
4.1	Einführung	116
4.2	Zahnradsschäden und ihre tribologischen Einflußgrößen	117
4.2.1	Verschleiß	118
4.2.2	Fressen	118
4.2.3	Grauflecken	124
4.2.4	Grübchen	124
4.2.5	Zahnbruch	127
4.3	Beanspruchungen im Zahnkontakt	130
4.3.1	Kinematik	130
4.3.2	Belastung	132
4.4	Versuche zur Zahnradtragfähigkeit	134
4.4.1	Simulation	134
4.4.2	Ergebnisse der Prüfung mit einfachen Prüfanordnungen	137
4.4.3	Prüfungen im Zahnradverspannungsprüfstand	140
4.5	Überblick über Verfahren der Zahnradprüfung	143
4.5.1	Verschleiß	143
4.5.2	Fressen	143
4.5.3	Grauflecken	145
4.5.4	Grübchen	146
4.6	Zusammenfassung	148
4.7	Literatur	148
<b>5</b>	<b>Dynamisches Messen tribologischer Vorgänge</b>	<b>150</b>
	H. Weber	
5.1	Einleitung	150
5.2	Reibung und Verschleiß als Kenngrößen tribologischer Vorgänge	151
5.3	Elektrisches Messen tribologischer Kenngrößen	152
5.3.1	Einleitung	152
5.3.2	Grundlagen der elektrischen Meßtechnik	152
5.3.3	Begriffliche Klärungen	153
5.3.4	Prüfmittelüberwachung	162
5.3.4.1	Grundsätzliches	162
5.3.4.2	Definitionen	164
5.3.5	Zusammenfassung	165

5.4	Angewandte Meßtechnik in einem modernen Tribometer	167
5.4.1	Einleitung	167
5.4.2	Darstellung des Tribometers	167
5.4.3	Kurzbeschreibung der tribologischen Prüfung	170
5.4.3.1	Grundsätzlicher Aufbau des Tribometers	170
5.4.3.2	Beschreibung des tribologischen Prüfverfahrens	171
5.4.4	Mechanischer, elektromechanischer- und elektronischer Aufbau	172
5.4.4.1	Mechanik/Elektromechanik	172
5.4.4.2	Elektronik	175
5.4.5	Computergestützte Prüftechnik	176
5.4.5.1	Allgemeines	176
5.4.5.2	Anforderungen und Vorteile der computergestützten Prüftechnik	178
5.4.5.2.1	Anforderungen	178
5.4.5.2.2	Vorteile	179
5.4.5.3	Entwicklung dynamischer Prüfläufe	179
5.4.5.3.1	Erstellung und Programmierung	179
5.4.5.3.2	Interpretation und Stellenwert dynamischer Prüfungen	182
5.5	Piezoelektrische Meßtechnik	183
5.5.1	Einleitung	183
5.5.2	Aufbau, Vorteile und Abgrenzung piezoelektrischer Aufnehmer	184
5.5.2.1	Aufbau	184
5.5.2.2	Vorteile	186
5.5.2.3	Abgrenzungen	189
5.5.3	Physikalische Grundlagen der Piezoelektrizität	190
5.5.3.1	Einleitung	190
5.5.3.2	Schub- oder Schereffekt	191
5.5.3.3	Longitudinal-Effekt	191
5.6	Verzeichnis der zitierten Normen	192
5.7	Literaturverzeichnis	193
<b>Sachregister</b>		<b>194</b>