

Inhalt

1 Auslegung von Maschinen- und Konstruktionselementen - eine wesentliche Aufgabe des Ingenieurs	1
1.1 Berechnung von Sicherheit, Lebensdauer und Zuverlässigkeit als historisch gewachsene Auslegungsmethode	1
1.2 Einordnung der Auslegung von Konstruktionselementen und Maschinen in den Konstruktionsprozess	3
2 Auslegung von Konstruktionselementen durch Berechnung der Sicherheit	6
2.1 Auslegung, dargestellt am klassischen Sicherheitsbegriff	6
2.2 Berechnung der „vorhandenen“ Spannungen.....	8
2.3 Versagen durch bleibende Verformung, Gewalt- und Schwingbruch.....	12
2.4 Bestimmung der Sicherheit bei Schwingbeanspruchung	17
2.5 Örtliche Spannungserhöhungen; Konzept der Sicherheitsberechnung nach örtlichen Spannungen	20
2.6 Einflüsse auf die Schwingfestigkeit; das Nennspannungskonzept	25
2.7 Zusammengesetzte oder kombinierte Beanspruchung stabförmiger Bauteile; Vergleichsspannung und Gesamtsicherheit	31
2.8 Vergleichsspannung und Sicherheitsnachweis für nicht-stabförmige Bauteile; Grenzen des Konzeptes der örtlichen Spannungen	37
2.9 Erforderliche Sicherheit; Sicherheit unter Wahrscheinlichkeitstheoretischem Aspekt.....	40
3 Schädigung und Versagen technischer Gebilde	44
3.1 Ausfallverhalten, statistische Grundlagen	44
3.2 Grundlagen der Zuverlässigkeitstheorie.....	47
3.2.1 Mathematische Zusammenhänge	47
3.2.2 Spezielle Verteilungsfunktionen und ihre Anwendung	50
3.2.3 Systemzuverlässigkeit	54
3.3 Mathematische Beschreibung von Schädigung und Versagen technischer Gebilde	56
3.3.1 Systematisierung von Schädigung und Versagen.....	56
3.3.2 Schädigung durch Ermüdung	60

3.3.3	Schädigung durch Verschleiß	68
3.3.4	Schädigung durch Erosion, Korrosion und andere flächenabtragende Prozesse	75
3.3.5	Mehrfache Schädigung.....	77
3.3.6	Komplexe Schädigung	78
	Schädigung an Wälzlagern.....	78
	Komplexer Schädigungsvorgang am System Lauf- buchse Kolbenring - eine einfache Modellvorstellung.....	82
4	Berechnung der Lebensdauer bei nomineller Zuverlässigkeit	86
4.1	Allgemeine Grundlagen der Lebensdauerberechnung dargestellt an der klassischen Berechnung des Wälzlagers	86
4.2	Lebensdauerberechnung für die allgemeine Schädigung	90
4.2.1	Zur Entstehung der Betriebsfestigkeitslehre	90
4.2.2	Beanspruchungskollektive; Beanspruchungsfunktionen.....	91
4.2.3	Kollektivermittlung bei stochastischer Beanspruchung	98
5	Zusammenhänge zwischen Sicherheit, Lebensdauer und Zuverlässigkeit bzw. Schadenswahrscheinlichkeit	100
5.1	Systematisierung und Zielstellung	100
5.2	Zusammenhang zwischen Lebensdauer und Sicherheit im Kurzlebensbereich bei gleichbleibender Zuverlässigkeit.....	100
5.3	Zusammenhang zwischen Zuverlässigkeit bzw. Schadens- wahrscheinlichkeit und Sicherheit bei gleichbleibender Lebensdauer	104
5.3.1	Wälzlager mit erhöhter Zuverlässigkeit	104
5.3.2	Zusammenhang zwischen Sicherheit im Kurzlebensbereich und aktueller Zuverlässigkeit bzw. Schadens- wahrscheinlichkeit; Zuverlässigkeit und Schadenswahr- scheinlichkeit für Dauerfestigkeit.....	107
5.4	Zuverlässigkeitstheoretische Interferenzmodelle	110
5.4.1	"Statisches" Interferenzmodell nach Erker.....	110
5.4.2	"Dynamisches" Interferenzmodell nach Haibach.....	111
5.5	Berechnung der Ausfallwahrscheinlichkeit und Zuverlässigkeit bei Kollektivbeanspruchung	112
5.6	Anforderungen an Zuverlässigkeit und Ausfallwahrscheinlichkeit	113
6	Sicherheit, Lebensdauer, Zuverlässigkeit, Ausfallwahr- scheinlichkeit – eine neue Auslegungsphilosophie	115
7	Kosten im Lebenszyklus technischer Gebilde – wie teuer dürfen Qualität und Zuverlässigkeit sein ?	118
7.1	Kostenverantwortung bei der Entwicklung eines technischen Gebildes.....	118
7.2	Lebenslaufkosten eines technischen Gebildes und Modelle für ihre Berechnung	120

7.2.1 Lebenslaufkosten eines technischen Gebildes.....	120
7.2.2 Lebenslaufkostenmodell und Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer eines technischen Gebildes	122
7.3 Herstellerseitige Lebenslaufkosten und Zuverlässigkeit	126
7.3.1 Allgemeine Kostenstruktur bei der Entwicklung und Herstellung technischer Gebilde	126
7.3.2 Kostenentwicklungsgesetze und Zuverlässigkeit	128
7.3.3 Zusammenhang von Kosten, Zuverlässigkeit und Bauteilgröße am Beispiel der Wälzlagerauslegung	131
7.4 Anwenderseitige Lebenslaufkosten und Zuverlässigkeit	134
7.4.1 Allgemeine Kostenstruktur bei der Nutzung technischer Gebilde	134
7.4.2 Kosten und Zuverlässigkeit bei der Instandhaltung	137
7.5 Target Costing, ein Werkzeug für die retrograde Bestimmung erlaubter Kosten – wie teuer dürfen Sicherheit, Lebensdauer und Zuverlässigkeit sein ?	141
7.5.1 Grundbegriffe des Target Costing	141
7.5.2 Aufteilung der Kosten auf die auszulegenden Systemkomponenten.....	143
Anhang A – Datensammlung	145
Anhang B – Beispiele.....	183
Literatur	211
Sachverzeichnis	215