

# Inhalt

<b>1 Auslegung von Maschinen- und Konstruktionselementen - eine wesentliche Aufgabe des Ingenieurs .....</b>	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
<b>2 Auslegung von Konstruktionselementen durch Berechnung der Sicherheit .....</b>	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
<b>3 Schädigung und Versagen technischer Gebilde .....</b>	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 Laufbuchse Kolbenring - eine einfache Modellvorstellung.....	82
<b>4</b>	<b>Berechnung der Lebensdauer bei nomineller Zuverlässigkeit .....</b>	<b>86</b>
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
<b>5</b>	<b>Zusammenhänge zwischen Sicherheit, Lebensdauer und Zuverlässigkeit bzw. Schadenswahrscheinlichkeit .....</b>	<b>100</b>
5.1	Systematisierung und Zielstellung .....	100
5.2	Zusammenhang zwischen Lebensdauer und Sicherheit im Kurzlebigkeitsbereich bei gleichbleibender Zuverlässigkeit.....	100
5.3	Zusammenhang zwischen Zuverlässigkeit bzw. Schadenswahrscheinlichkeit und Sicherheit bei gleichbleibender Lebensdauer .....	104
	5.3.1 Wälzlager mit erhöhter Zuverlässigkeit .....	104
	5.3.2 Zusammenhang zwischen Sicherheit im Kurzlebigkeitsbereich und aktueller Zuverlässigkeit bzw. Schadenswahrscheinlichkeit; Zuverlässigkeit und Schadenswahrscheinlichkeit 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
<b>6</b>	<b>Sicherheit, Lebensdauer, Zuverlässigkeit, Ausfallwahrscheinlichkeit – eine neue Auslegungsphilosophie .....</b>	<b>115</b>
<b>7</b>	<b>Kosten im Lebenszyklus technischer Gebilde – wie teuer dürfen Qualität und Zuverlässigkeit sein ? .....</b>	<b>118</b>
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