

Inhalt

Vorwort	15
KAP. 1. Einführung	21
1.1 Entwicklung der Bemessungskonzepte	21
1.1.1 <i>Von der deterministischen zur probabilistischen Zuverlässigkeitsanalyse</i>	21
1.1.2 <i>Das Konzept der zulässigen Spannungen</i>	25
1.1.3 <i>Das Teilsicherheitsfaktorenprinzip</i>	28
1.1.4 <i>Wahrscheinlichkeitsprinzip</i>	32
1.2 Grenzzustände der Tragkonstruktionen	35
1.2.1 <i>Prinzip der Grenzzustände</i>	35
1.2.2 <i>Kriterien der Grenzzustände der Tragfähigkeit</i>	37
1.2.3 <i>Kriterien der Grenzzustände der Nutzungsfähigkeit</i>	38
1.2.4 <i>Formale Repräsentation von Kriterien im Zuverlässigkeitsnachweis</i>	39
1.3 Monte Carlo Methode	40
1.3.1 <i>Prinzip der einfachen Monte Carlo Methode</i>	40
1.3.1.1 <i>Gesetz der Großen Zahlen</i>	40
1.3.1.2 <i>Zufallszahlengeneratoren</i>	42
1.3.1.3 <i>Funktionen, die mehrere veränderliche Größen enthalten</i>	43
1.3.1.4 <i>Histogramme</i>	45
1.3.2 <i>Variable</i>	45
1.3.3 <i>Verwendung der einfachen Monte Carlo Methode</i>	46
1.3.4 <i>Ein- und Mehr-Komponenten Variable</i>	49
1.3.5 <i>Die Abhängigkeit von Variablen</i>	49
1.4 Von Elementen zu Systemen	49
1.5 Die Computerprogramme für die Zuverlässigkeitsanalyse	50
KAP. 2. Einwirkungen und Einwirkungseffekte	53
2.1 Von der Belastung zur Reaktion der Konstruktion auf die Belastung	53
2.2 Einwirkung	53
2.2.1 <i>Grundbegriffe</i>	53
2.2.2 <i>Charakteristische Werte und Entwurfswerte</i>	56
2.2.2.1 <i>Einwirkungen im Deterministischen Konzept</i>	56
2.2.2.2 <i>Einwirkungen im Teilsicherheitsfaktorenkonzept</i>	56
2.2.2.3 <i>Einwirkungen im probabilistischen (SBRA [1.29]) Zuverlässigkeitsnachweis</i>	57

2.2.3 Gleichzeitigkeit von Einwirkungen	62
2.3 Transformationsmodelle	63
2.3.1 Transformation der Einwirkung in die Einwirkungseffekte	63
2.3.2 Statische und dynamische Modelle	65
2.3.2.1 Statische Modelle	65
2.3.2.2 Dynamische Modelle	65
2.3.2.3 Quasi-dynamische Modelle	66
2.3.2.4 Auswahl von statischen oder dynamischen Modellen	67
2.3.2.5 Komplexe und spezielle Modelle	67
2.3.3 Elastische und elastisch-plastische Modelle	67
2.3.3.1 Elastischer Einwirkungseffektbereich	67
2.3.3.2 Elastisch-plastische Modelle	68
2.3.4 Modelle nach Theorie erster oder zweiter Ordnung	68
2.3.5 Generelle Modelle	68
2.3.6 Die Auswahl von Modellen	69
2.4 Einwirkungseffekt	77
2.4.1 Definition	77
2.4.2 Extremwerte des Einwirkungseffektes: Bemerkungen und Beispiele	79
2.4.2.1 Statische und dynamische Einwirkungseffekte	79
2.4.2.2 Elastischer und elastisch-plastischer Einwirkungseffekt	81
2.4.2.3 Einwirkungseffekt nach Theorie 1. oder 2. Ordnung	82
2.4.2.4 Einwirkungseffektkombinationen	82
2.4.3 Geschichte des Einwirkungseffekts	89
2.4.3.1 Elastische Einwirkungseffektgeschichte	89
2.4.3.2 Elastisch-plastische Einwirkungseffektgeschichte (Niedrigzyklische Ermüdung)	90
2.4.4 Zusätzliche Beispiele	92
KAP. 3. Zufallsgrenzgrößen	95
3.1 Einführung	95
3.2 Tragfähigkeit: Zufallsgrenzgrößen	95
3.2.1 Begrenzung durch die Materialeigenschaften	95
3.2.1.1 Spannungs-Dehnungs-Linie	96
3.2.1.2 Kriterien der Plastizierung	98
3.2.1.3 Bruchkriterien	101
3.2.1.4 Kerbschlagzähigkeits-Zufallsgrenzgrößen	101
3.2.1.5 Schadensakkumulation	103
3.2.2 Begrenzung durch den Querschnittswiderstand	105
3.3 Nutzungsfähigkeit: Zufallsgrenzgrößen	111
3.3.1 Nutzungsfähigkeit im Rahmen des Wahrscheinlichkeitskonzepts und Relativität der Begrenzung	111
3.3.2 Zufallsgrenzgrößen hinsichtlich des Wohlbefindens des Menschen	112
3.3.2.1 Physiologische Einflüsse	112
3.3.2.2 Ästhetische und psychologische Gesichtspunkte, Lärm	114
3.3.3 Zufallsgrenzgrößen hinsichtlich der technologischen Ausstattung	114
3.3.4 Zufallsgrenzgrößen hinsichtlich der bautechnischen Ausstattung	115

KAP. 4. Beurteilung der Zuverlässigkeit	117
4.1 Voraussetzungen und Analysen	117
4.1.1 <i>Zwei-Variablen Probleme</i>	118
4.1.1.1 <i>Form der Grenzzustandsfunktion</i>	118
4.1.1.2 <i>Lineare Grenzzustandsgleichung</i>	119
4.1.1.3 <i>Bi-lineare Grenzzustandsgleichung</i>	121
4.1.1.4 <i>Grenzzustandsgleichung, durch eine Kurve ausgedrückt</i>	122
4.1.2 <i>Drei- und Mehrvariablen Probleme</i>	123
4.1.2.1 <i>Analyse der Dreivariablen Grenzzustandsfunktion.</i>	123
4.1.2.2 <i>Analyse einer Viervariablen Grenzzustandsfunktion.</i>	125
4.2 Grenzzustände der Tragfähigkeit	128
4.2.1 <i>Festigkeit</i>	129
4.2.1.1 <i>Einführung</i>	129
4.2.1.2 <i>Definition der Tragfähigkeit hinsichtlich der Festigkeit</i>	129
4.2.1.3 <i>Definition der Tragfähigkeit hinsichtlich des Sprödbruchs</i>	133
4.2.2 <i>Schadensakkumulation</i>	134
4.2.2.1 <i>Ermüdung</i>	134
4.2.2.2 <i>Einspielen</i>	135
4.2.2.3 <i>Kriechen und andere rheologische Eigenschaften</i>	135
4.2.2.4 <i>Korrosion u.a.</i>	136
4.2.3 <i>Standicherheit</i>	136
4.2.4 <i>Zusammenhang der Tragfähigkeitskriterien</i>	136
4.3 Grenzzustände der Nutzungsfähigkeit	137
4.4 Spezielle Situationen	138
4.5 Versagenswahrscheinlichkeitswerte und die Bemessung der Tragwerke	138
KAP. 5. Beurteilung der Tragfähigkeit	141
5.1 Überlastung: Probleme 1. Ordnung	141
5.2 Überlastung: Probleme 2. Ordnung	152
5.2.3.1 <i>Annahmen</i>	156
5.2.3.2 <i>Elastische Analyse 2.Ordnung</i>	158
5.2.3.3 <i>Versagenswahrscheinlichkeitsanalyse</i>	159
5.2.3.5 <i>Diskussion der Ergebnisse</i>	160
5.3 Schadensakkumulation	161
5.3.1 <i>Hochzyklische Ermüdung (Wöhlerverfahren)</i>	161
5.3.1.1 <i>Grundlagen des deterministischen Konzepts</i>	161
5.3.1.2 <i>Anwendung des SBRA Konzepts</i>	162
5.3.1.3 <i>Die Sensitivitätsanalyse</i>	166
5.3.2 <i>Restlebensdauer und und Sprödbruch</i>	166
5.3.2.1 <i>Einführung und Grundlagen des deterministischen Konzepts</i>	166
5.3.2.2 <i>Versagenswahrscheinlichkeit – Beispiel</i>	168
5.3.2.3 <i>Sensitivitätsanalyse</i>	170

5.3.3 <i>Niedrigzyklische Ermüdung</i>	171
5.3.3.1 <i>Einführung</i>	171
5.3.3.2 <i>Grundlagen des deterministischen Bemessens</i>	171
5.3.3.4 <i>Sensitivitätsanalyse</i>	174
5.3.4 <i>Schadensakkumulation bei Holzbauteilen</i>	174
KAP. 6. Beurteilung der Nutzungsfähigkeit	177
6.1 Grundlagen	177
6.2 Träger: Statische Einwirkungseffekte	178
6.3 Träger: Dynamische Einwirkungseffekte	184
6.3.1 <i>Vertikale Schwingung eines Trägers</i>	184
6.3.2 <i>Stoß</i>	188
6.4 Horizontale Verformung von Rahmenkonstruktionen	189
KAP. 7. Ausgewählte Probleme	191
7.1 Brandeinwirkung	191
7.1.1 <i>Einführung</i>	191
7.1.2 <i>Sicherheit von Stahlbauteilen unter Brandeinwirkung</i>	191
7.1.2.1 <i>Sicherheitsfunktion</i>	191
7.1.2.2 <i>Widerstand eines Zugstabes aus Stahl unter Brandeinwirkung</i>	192
7.1.2.3 <i>Einwirkungseffektkombination</i>	192
7.1.2.4 <i>Versagenswahrscheinlichkeit bei konstanter Raumtemperatur</i>	194
7.1.2.5 <i>Versagenswahrscheinlichkeit von Stahlbauteilen unter Brandeinwirkung</i>	196
7.1.3 <i>Diskussion der Resultate und Folgerungen</i>	200
7.2 Zeitabhängigkeit der Eigenschaften der Konstruktion	201
7.3 Die Expertenmeinung	205
7.4 Einwirkungskombinationen (nach DIN, EN, ASCE und CN Normen)	207
7.5 Stützenbemessung hinsichtlich Ein-, Zwei- und Dreikomponenten-Einwirkungseffekten	225
7.6 Vergleich der Querschnittsflächen von Stahlzugstäben, die nach DIN- und EN-Normen bemessen wurden	229
7.7 Seiltragwerk	230
ANHANG A	233
Histogramme	233
1 Beschreibung der Zufallsvariablen	233
2 Abhängigkeit der Variablen	234
3 Dateiformat der Histogramme	235
4 Liste der Histogramm-Dateien	235

ANHANG B	247
Software „BEISPIEL“ 1	247
LITERATUR	253
TEIL 1 – Bücher	253
TEIL 2 – Normen	255
TEIL 3 – Referate, Berichte, Proceedings	257
DISKETTE	
Sammlung von Beispielen	