

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Zusammenstellung von numerischen Verfahren zur Berechnung kleiner Ausfallwahrscheinlichkeiten	3
2.1 Einfache Monte-Carlo Simulation	4
2.2 Die First-Order-Näherungsmethode (FORM)	5
2.3 Varianzreduzierende Monte-Carlo Simulationsverfahren	8
2.3.1 Die Efficient - Sampling Methode (ESM)	8
2.3.1.1 Das Prinzip der Methode	8
2.3.1.2 Realisierung der Methode	10
2.3.2 Importance - Sampling Verfahren	13
2.3.2.1 Das Prinzip des Verfahrens	13
2.3.2.2 Bestimmung der Importance-Sampling Verteilungen im Raum der Basisvariablen ("Weighted-Sampling Methode")	15
2.3.2.3 Standardisiertes Verfahren zur Bestimmung der Importance-Sampling Verteilungen	17
2.3.2.4 Adaptive - Sampling Methode im normierten Raum (ASM)	18
2.3.2.5 Vergleich der Weighted-Sampling Methode mit der Adaptive-Sampling Methode	21
2.4 Berücksichtigung von Korrelationen zwischen den Basisvariablen	21
2.5 Berücksichtigung multimodaler Versagenskriterien	22
2.5.1 Anwendung der First-Order-Methode auf das multimodale Versagenskriterium ..	22
2.5.2 Anwendung der Monte-Carlo Simulationsverfahren auf das multimodale Versagenskriterium	25
3. Anwendung der Methoden auf Testbeispiele	27
3.1 Vergleichskriterien	27
3.2 Testbeispiele und Ergebnisse	28
3.3 Vergleich der Weighted-Sampling Methode im Raum der Basisvariablen mit dem standardisierten Verfahren	30
3.4 Vergleich der drei varianzreduzierenden Monte-Carlo Verfahren	32
3.5 Anwendung der Methoden bei korrelierten Basisvariablen	34
3.6 Zusammenfassende Bewertung	34
4. Ausfallwahrscheinlichkeiten in der probabilistischen Bruchmechanik	37
4.1 Bruchmechanische Beziehungen für die verwendeten Versagenskriterien	37
4.1.1 Versagen durch statische Belastungen	37
4.1.2 Versagen durch globale Kriechschädigung (CEGB-Methode)	39
4.1.3 Versagen durch Spannungsrißkorrosion	39
4.1.4 Bestimmung des K - Faktors für eine Platte mit einer innenliegenden Kerbe ...	40

4.2 Ermüdungsrißwachstum	41
4.3 Vorgehensweise der probabilistischen Bruchmechanik	42
4.4 Berücksichtigung von Inspektionen	43
5. Anwendung der probabilistischen Verfahren auf reale bruchmechanische Beispiele	46
5.1 Beispiel 1: Versagen eines Rohres durch Kriechschädigung	46
5.2 Beispiel 2: Versagen von Dampferzeugerrohren durch Spannungsrißkorrosion	50
5.2.1 Einfluß der Inspektion auf die Ausfallwahrscheinlichkeit	51
5.2.2 Vergleich der verschiedenen varianzreduzierenden Monte-Carlo Verfahren	51
5.3 Beispiel 3: Hauptkühlmittelleitung eines Druckwasserreaktors	53
5.3.1 Werkstoff, Geometrie und Belastung	54
5.3.2 Versagenskriterium	54
5.3.3 Verteilungen der Basisvariablen und Ergebnisse	54
5.3.4 Berücksichtigung des Rißwachstums	56
5.4 Zusammenfassender Vergleich der Ergebnisse der varianzreduzierenden Methoden	58
6. Probabilistische Bewertung von zerstörungsfrei bestimmten Fehlern in Schweißnähten	60
6.1 Vorgehensweise zur probabilistischen Bewertung von zerstörungsfrei bestimmten Fehlern in Schweißnähten	60
6.1.1 Unsicherheiten des Inspektionsverfahrens	60
6.1.2 Beziehungen zur probabilistischen Bewertung von Inspektionsunsicherheiten	62
6.1.3 Berücksichtigung mehrerer Fehler pro Bauteil	66
6.2 Anwendung der numerischen Methoden auf die Bewertung von zerstörungsfrei bestimmten Fehlern in Schweißnähten	67
6.3 Anwendungsbeispiel	70
6.3.1 Struktur des Bauteils	70
6.3.2 Zusammenstellung der Eingabegrößen und Versagenskriterien	71
6.3.3 Einfluß des Akzeptanzniveaus auf die Wahrscheinlichkeiten	73
6.3.4 Einfluß der verschiedenen Nichtentdeckungswahrscheinlichkeiten auf die Wahrscheinlichkeiten	74
6.3.5 Einfluß der verschiedenen Unsicherheiten in der Größenbestimmung auf die Wahrscheinlichkeiten	76
6.3.6 Einfluß eines systematischen Fehlers auf die Wahrscheinlichkeiten	77
6.3.7 Auswirkung der Mittelwerte der Belastung und der Rißzähigkeit auf die Wahrscheinlichkeiten	78
6.3.8 Empfindlichkeit der Wahrscheinlichkeiten auf Unsicherheiten in den Eingangsgrößen	80
6.3.9 Zur Anwendbarkeit der verschiedenen numerischen Methoden	81
7. Zusammenfassung und Schlußfolgerungen	85
Anhang	87
A.1 Bestimmung der Verteilungsdichte der Zufallsvariable V	87

A.2 Bestimmung der Transformationskonstante α	87
A.3 Anwendung der First-Order-Methode auf die Berechnung der Wahrscheinlichkeiten für das Anwendungsbeispiel	88
Literaturverzeichnis	91