

---

## Inhalt

1	Einleitung.....	1
2	Stand der Wissenschaft.....	3
2.1	Schwingfestigkeit von Schweißnähten.....	3
2.2	Etablierte Bewertungskonzepte .....	5
2.2.1	Übersicht und Einteilung.....	5
2.2.2	Nennspannungskonzept.....	5
2.2.3	Konzepte auf Basis der Strukturspannung.....	6
2.2.4	Konzepte auf Basis der Kerbspannung.....	7
2.2.5	Rissfortschrittskonzept .....	12
2.2.6	Schlussfolgerungen.....	15
2.3	Kerbspannungsintensitätsfaktor-Konzept.....	16
2.3.1	Einleitung .....	16
2.3.2	Kerbspannungsintensitätsfaktoren.....	16
2.3.3	Verbindung zwischen Rissen und scharfen Kerben .....	19
2.3.4	Zeitfestigkeit von Schweißnähten .....	21
2.3.5	Schlussfolgerungen.....	21
2.4	Konzept auf Basis der <i>peak stress</i> .....	22
2.5	Konzept der gemittelten Formänderungsenergiedichte.....	23
2.5.1	Einleitung .....	23
2.5.2	Bestehende energiebasierte Konzepte .....	24
2.5.3	Gemittelte Formänderungsenergiedichte.....	24
2.5.4	Numerische Berechnung der gemittelten SED .....	27
2.5.5	Versagen spröder Materialien mit Kerben ohne Radius.....	28
2.5.6	Bewertung der Schwingfestigkeit von Schweißverbindungen .....	28
2.5.7	Erste Anwendung des SED-Konzepts durch Dritte .....	31
2.6	Zusammenfassung des Stands der Wissenschaft.....	34
3	Zielsetzung der Arbeit und Durchführung.....	35
4	Numerische Vergleichsuntersuchungen .....	39
4.1	Ziele und Inhalt des Kapitels .....	39
4.2	Konvergenzstudie.....	39
4.3	Berechnung der gemittelten SED mittels anderer Software.....	41
4.4	Zusammenfassung der numerischen Vergleichsuntersuchungen .....	44
5	Überprüfung des Radius des Kontrollvolumens .....	45
5.1	Ziele und Inhalt des Kapitels.....	45
5.2	Versuche mit nicht gekerbten Proben.....	45
5.2.1	Probenherstellung .....	45
5.2.2	Versuchsaufbau, Vorbereitung und Durchführung.....	46
5.2.3	Versuchsauswertung .....	48
5.2.4	Versuchsergebnisse .....	49
5.2.5	Vergleich mit bestehenden Versuchen .....	51
5.3	Überprüfung der mittleren N-SIF-Schwingfestigkeiten .....	53
5.3.1	Versagen vom Nahtübergang .....	53
5.3.2	Versagen von der Nahtwurzel .....	58
5.4	Neuberechnung des Radius des Kontrollvolumens .....	60
5.5	Zusammenfassung der Überprüfung des Radius des Kontrollvolumens.....	62

---

6	Experimentelle Überprüfung der SED-Wöhlerlinien .....	63
6.1	Ziel und Inhalt des Kapitels.....	63
6.2	Versuche gekerbter Proben .....	63
6.2.1	Versuchsmatrix.....	63
6.2.2	Herstellung der Proben .....	64
6.2.3	Geometrie der Proben.....	67
6.2.4	Härtemessung .....	70
6.2.5	Versuchsaufbau und Durchführung.....	72
6.2.6	Versuchsauswertung.....	74
6.2.7	Versuchsergebnisse .....	78
6.2.8	Schlussfolgerungen aus den Versuchen .....	89
6.3	Überprüfung der SED-Wöhlerlinie .....	90
6.3.1	Berechnung der gemittelten SED für die gekerbten Proben.....	90
6.3.2	Versagen vom Nahtübergang .....	91
6.3.3	Versagen von der Nahtwurzel .....	94
6.4	Zusammenfassung der experimentellen Überprüfung der SED-Wöhlerlinie.....	101
7	Risswachstum verlangsamende Einflüsse bei komplexen Bauteilen.....	103
7.1	Ziele und Inhalt des Kapitels .....	103
7.2	Identifikation von möglichen Einflüssen.....	103
7.2.1	Geometrien und FE-Modelle .....	103
7.2.2	Verwendete Strukturspannung .....	104
7.2.3	Mögliche Einflüsse auf das Risswachstum .....	105
7.3	Überprüfung der Risswachstum verlangsamen Wirkung .....	108
7.3.1	Zusätzliche Szenarien.....	108
7.3.2	Numerische Rissfortschrittsimulation.....	109
7.3.3	Berechnete Lebensdauer bei gleicher Strukturspannung.....	111
7.4	Einflüsse bei anderen Ermüdungsparametern und Konfigurationen .....	113
7.4.1	Lebensdauer bei gleicher effektiver Kerbspannung .....	113
7.4.2	Lebensdauer bei gleicher gemittelter SED .....	115
7.4.3	Einfluss eines Spannungsgradienten über die Plattendicke .....	116
7.4.4	Einfluss der wirksamen Plattendicke .....	116
7.4.5	Einfluss verschiedener Grade der Lastübertragung der Schweißnaht .....	118
7.4.6	Einfluss erhöhter Plattendicke .....	119
7.4.7	Einfluss einer geneigten oberen Quersteife .....	121
7.5	Anschauungsbeispiel .....	126
7.5.1	Geometrie und Ermüdungsparameter verschiedener Konzepte.....	126
7.5.2	Abschätzung der Schwingfestigkeit .....	128
7.6	Zusammenfassung der das Risswachstum verlangsamen Einflüsse .....	130
8	Zusammenfassung und neue Erkenntnisse .....	133
8.1	Zusammenfassung .....	133
8.2	Fazit .....	135
8.3	Empfehlungen für zukünftige Anwendungen .....	136
9	Ausblick.....	137
10	Literatur .....	139
11	Anhang.....	153
11.1	Versuchsdaten .....	153
11.2	Zertifikat der Ultraschallprüfung.....	159