

Inhaltsverzeichnis

Bezeichnungen	v
1 Einleitung	1
1.1 Problemstellung	1
1.2 Zielsetzung und Methodik	2
1.3 Aufbau der Arbeit	5
2 Stand der Technik und Wissenschaft	7
2.1 Zuverlässigkeit von Stahlkonstruktionen	7
2.1.1 Einführung	7
2.1.2 Prinzipien der DIN EN 1990	7
2.1.3 Zuverlässigkeitsmethode 1. Ordnung (FORM)	9
2.1.4 Semiprobabilistische Bemessung	12
2.1.5 Schlussfolgerungen für Einwirkungen und deren Auswirkungen	15
2.1.6 Behandlung variabler Begleiteinwirkungen	16
2.2 Ermüdung von Stahlkonstruktionen	18
2.2.1 Allgemeines	18
2.2.2 Ermüdungsbemessung nach DIN EN 1993-1-9	18
2.2.3 Kerbdetails des Kreuzstoßes und der Quersteife	20
2.2.4 Lokale Ermüdungskonzepte	24
2.2.5 Einflüsse auf die Ermüdungsfestigkeit	27
2.2.6 Statistische Auswertung von Ermüdungsversuchen	29
2.3 Schweißnahtimperfectionen	31
2.3.1 Allgemeines	31
2.3.2 Bewertung von Unregelmäßigkeiten nach DIN EN ISO 5817	33
2.3.3 Normative Regelungen zur Ermüdungsfestigkeit von Details mit Schweißnahtimperfectionen	34
2.4 Vorangegangene Forschungsaktivitäten	37
2.4.1 Einführung	37
2.4.2 Zur Ermüdung der Kreuzstoßdetails	37
2.4.3 Zur Ermüdung der Quersteifendetails	38
2.4.4 Zum Einfluss von Schweißnahtimperfectionen auf die Ermüdungsfestigkeit	39
3 Neuauswertung von Ermüdungsversuchen auf Basis einer Datenbank	43
3.1 Einführung	43
3.2 Struktur und Umfang der Datenbank	43
3.3 Neuauswertung von Kerbdetails	45
3.3.1 Vorgehen	45
3.3.2 Kreuzstoßdetails	45
3.3.3 Quersteifendetails	48
3.4 Schlussfolgerung	50

4	Experimentelle Ermittlung der Ermüdungsfestigkeit von Details mit Schweißnahtimperfectionen	52
4.1	Einführung	52
4.2	Ermüdungsversuche an Kreuzstößen	52
4.2.1	Prüfkörper und Fertigung	52
4.2.2	Vermessung und zerstörungsfreie Prüfung	56
4.2.3	Versuchsdurchführung und Messtechnik	62
4.2.4	Ergebnisse der Ermüdungsversuche	64
4.2.5	Vergleich der Ergebnisse mit Versuchsergebnissen aus der Literatur	67
4.2.6	Vergleich der gemessenen Spaltbreiten mit der Prognose	68
4.3	Ermüdungsversuche an Trägern mit Quersteifen	70
4.3.1	Prüfkörper und Fertigung	70
4.3.2	Vermessung und zerstörungsfreie Prüfung	72
4.3.3	Versuchsdurchführung und Messtechnik	74
4.3.4	Ergebnisse der Ermüdungsversuche	77
4.3.5	Vergleich der Ergebnisse mit Versuchsergebnissen aus der Literatur	79
4.3.6	Messung der tatsächlichen Spaltdicken	80
5	Kerbspannungsberechnungen der experimentell untersuchten Details mit Schweißnahtimperfectionen	82
5.1	Grundlagen	82
5.1.1	Allgemeines Vorgehen	82
5.1.2	Anwendung des Kerbspannungskonzepts	82
5.2	Validierung des Konzepts für den Kreuzstoß	85
5.2.1	Modellierungsannahmen	85
5.2.2	Validierung mit eigenen Versuchsergebnissen	86
5.3	Validierung des Konzepts für den Träger mit Quersteife	90
5.3.1	Modellierungsannahmen	90
5.3.2	Validierung mit eigenen Versuchsergebnissen	91
6	Kerbspannungsberechnungen zum Einfluss von Schweißnahtimperfectionen auf die Ermüdungsfestigkeit	95
6.1	Einführung	95
6.2	Einfluss der nominellen Geometrie auf die Ermüdungsfestigkeit	95
6.2.1	Nominelle Geometrieeinflüsse bei den Kreuzstoßdetails	95
6.2.2	Nominelle Geometrieeinflüsse bei den Quersteifendetails	102
6.2.3	Fazit	105
6.3	Einfluss von Schweißnahtimperfectionen auf die Ermüdungsfestigkeit	106
6.3.1	Grundlagen	106
6.3.2	Imperfektionseinflüsse bei den Kreuzstoßdetails	107
6.3.3	Imperfektionseinflüsse bei den Quersteifendetails	112
6.3.4	Vergleich zum Stand der Normung und Forschung	115
6.3.5	Vergleich der Details und Fazit	116

7	Modell zur Berücksichtigung des Kombinationseffekts mehrerer Schweißnahtimperfektionen	118
7.1	Motivation	118
7.2	Grundlagen des Kerbfallkombinationsmodells	118
7.3	Bestimmung des Kombinationsbeiwerts	119
7.3.1	Einleitung	119
7.3.2	Sicherheitskonzept	120
7.3.3	Berechnung von ψ_{Imp} auf Basis gemessener Imperfektionsverläufe	121
7.4	Anwendungsbeispiel	129
8	Bestimmung der Ermüdungsfestigkeit auf Basis des Kerbfallkombinationsmodells	130
8.1	Einführung	130
8.2	Kerbfalltabellen und Kombinationsmodell	130
8.2.1	Basiskerbfälle	130
8.2.2	Differenz-Imperfektionskerbfälle	133
8.2.3	Kombinationsformel	137
8.3	Validierung	138
8.4	Praxisbeispiele	142
8.5	Vergleich zu Regelungen in DIN EN 1993-1-9 und DIN EN ISO 5817	144
8.6	Diskussion	146
9	Zusammenfassung und Ausblick	148
9.1	Zusammenfassung	148
9.2	Ausblick	150
10	Literaturverzeichnis	153
Anhang A	Details zum Stand der Technik und Wissenschaft	I
Anhang B	Details der Datenbank	V
Anhang C	Details der experimentellen Versuche	VII
Anhang D	Ergänzungen zu Kerbspannungsberechnungen und Imperfektionskerbfällen	XV