

Fortschritt-Berichte VDI

Reihe 2

Fertigungstechnik

Dipl.-Ing. Lutz Lindhorst,
Herbertshausen

Nr. 499

**Numerische Simulation
des Plasma-MIG-
Unterswasserschweißens**

**Eigenspannungen, Gefüge
und Bruchmechanik**

Inhaltsverzeichnis

Symbolverzeichnis	V
1 Einleitung	1
1.1 Problemstellung	1
1.2 Stand des Wissens	2
1.3 Ziel der Arbeit	7
2 Schweißsimulation	9
2.1 Grundlagen	9
2.2 Berechnung von Schweißeigenstressen mit der FEM	12
2.3 Berechnung von Phasenumwandlungen mit der FEM	18
2.4 Modellbildung des Plasma-MIG-Schweißprozesses	32
2.4.1 Schweißverfahren	32
2.4.2 Geometrie	34
2.4.3 Diskretisierung	34
2.4.4 Randbedingungen	37
2.4.5 Werkstoffverhalten	39
2.4.6 Belastung	43
3 Bruchmechanik	45
3.1 Grundlagen	45
3.2 Berechnung bruchmechanischer Kenngrößen mit der FEM	47
3.2.1 Spannungsintensität	48

3.2.2	J-Integral	55
3.2.3	Rißspitzenöffnungsverschiebung CTOD	58
3.3	Modellbildung	65
3.3.1	Geometrie	65
3.3.2	Diskretisierung	67
3.3.3	Randbedingungen	70
3.3.4	Werkstoffverhalten	70
3.3.5	Belastung	76
4	Experimentelle Untersuchungen	77
4.1	Wärmeübergang	77
4.1.1	Versuchsdurchführung	81
4.2	Schweißeigenspannungsmessung	92
4.2.1	Versuchsdurchführung	95
4.3	CTOD- δ_5 -Messung	99
5	Anwendungsbeispiele	100
5.1	V-Naht, Einlagentechnik	100
5.2	V-Naht, Dreilagentechnik	127
5.3	Auftragsnaht, Einlagentechnik	143
5.4	V-Naht, Mehrlagentechnik	155
6	Bruchmechanische Untersuchung	160
6.1	Einfluß der Diskretisierung	162
6.2	Verlauf von K-Faktor und CTOD-Wert über der Probendicke	163
6.3	Einfluß der Eigenspannungen	166
6.4	Vergleich mit experimentellen Ergebnissen	168
7	Zusammenfassung	171
	Literatur	173