

BERICHTE AUS DEM
INSTITUT FÜR
FERTIGUNGSTECHNIK
UND SPANENDE
WERKZEUGMASCHINEN
UNIVERSITÄT HANNOVER



PRODUKTIONSTECHNIK

Dipl.-Ing. Ludger Overmeyer, Seelze

Beitrag zur Prozeßkontrolle und -regelung beim Schneiden und Schweißen mit CO₂-Laserstrahlung

Fortschritt-Berichte VDI

Reihe **8**: Meß-, Steuerungs-
und Regelungstechnik

Nr. **570**

Wesentliche Formelzeichen und Abkürzungen	VII
1. Einleitung	1
2. Stand der Kenntnisse	2
2.1 Eigenschaften von CO ₂ -Laserstrahlung.....	2
2.2 Materialbearbeitung mit Laserstrahlung.....	5
2.3 Prozeßoptimierung in der Materialbearbeitung mit Laserstrahlung.....	7
2.3.1 Meßgrößen und Sensoren.....	7
2.3.2 Prozeßkontrolle und Qualitätsüberwachung.....	8
2.3.3 Prozeßregelung.....	17
3. Aufgabenstellung	24
4. Versuchstechnik	25
4.1 Lösungskonzept.....	25
4.2 Anlagentechnik und Meßeinrichtungen.....	27
4.2.1 Die Laseranlage.....	27
4.2.2 Pyrosensor zur Messung der Laserstrahlleistung.....	28
4.2.3 Photosensor zur Erfassung der Prozeßstrahlung.....	30
4.3 Eigenschaften der eingesetzten Sensoren.....	33
4.3.1 Der Pyrosensor.....	33
4.3.2 Der Photosensor.....	44
4.4 Fehlerbetrachtung.....	48
5. Dynamisches Verhalten eines CO₂-Lasers	51
5.1 Der Laser als Übertragungsglied.....	51
5.1.1 Die externe analoge Schnittstelle.....	52
5.1.2 Der Pulsweitenmodulator.....	53
5.1.3 Der Hochfrequenzmodulator.....	54
5.1.4 Der Resonator.....	56
5.2 Experimentelle Bestimmung des Übertragungsverhaltens.....	56
5.3 Modell eines gepulsten HF-angeregten CO ₂ -Lasers.....	62
6. Prozeßidentifikation beim Schneiden und Schweißen	64
6.1 Brennschneiden von Blechen mit CO ₂ -Laserstrahlung.....	65
6.1.1 Ermittlung von Arbeitsergebnisgrößen.....	66
6.1.2 Charakterisierung des Prozeßleuchtens.....	67

6.1.3	Zusammenhang zwischen Arbeitsergebnisgrößen und Prozeßsignal	69
6.1.4	Einfluß von Prozeßstörrößen	70
6.2	Schweißen mit CO ₂ -Laserstrahlung	71
6.2.1	Ermittlung von Qualitätskenngrößen	71
6.2.2	Zusammenhang zwischen Prozeßstrahlung und Nahtbreite	73
6.2.3	Dynamisches Prozeßverhalten bei Änderung der Laserstrahlleistung	75
6.2.4	Einfluß von Störgrößen	79
6.3	Beurteilung der experimentellen Prozeßidentifikation	80
7.	Aufbau einer Prozeßregelung	82
7.1	Regelkreissynthese	82
7.2	Realisierung eines Prozeßregelsystems für das Laserstrahlschweißen	84
7.2.1	Digitale Regelung	84
7.2.2	Kurzbeschreibung der Elektronik des Regelkreises	85
7.2.3	Kurzbeschreibung der Systemsoftware	86
7.2.4	Struktur des Systems	89
8.	Versuchsergebnisse zum geregelten Schweißen	94
8.1	Einstellung geeigneter Prozeß- und Regelparameter	94
8.2	Stabilität des Regelkreises	95
8.3	Simulation von Störungen	99
9.	Zusammenfassung und Ausblick	109
10.	Literaturverzeichnis	111