

BERICHTE AUS DEM
INSTITUT FÜR
FERTIGUNGSTECHNIK
UND SPANENDE
WERKZEUGMASCHINEN
UNIVERSITÄT HANNOVER



PRODUKTIONSTECHNIK

Dipl.-Ing. Jörg Schumacher, Bremen

Untersuchungen zum Schweißen mit gepulsten Hochleistungs-Nd : YAG- Lasern

Fortschritt-Berichte VDI
Reihe **2**: Fertigungstechnik

Nr. **456**

Formelzeichen und Abkürzungen.....	VII
Abstract.....	IX
1. Einleitung	1
2. Stand der Kenntnisse	2
2.1 Nd:YAG-Laserstrahlschweißen.....	2
2.2 Strahl-Stoff-Wechselwirkung	8
2.2.1 Einkopplung der Laserstrahlung.....	8
2.2.2 Einfluß der Laser- und Laseranlagenparameter	14
2.2.3 Berechnung der entstehenden Nahtgeometrie.....	19
2.3 Prozeßüberwachung	21
2.3.1 Messung der Schallemission.....	22
2.3.2 Messung der Prozeßstrahlung	23
2.3.3 Weitere Meßgrößen	24
3. Aufgabenstellung	27
4. Versuchstechnik	28
4.1 Versuchsplanung	28
4.1.1 Einzelpulsschweißen.....	29
4.1.2 Nahtschweißen.....	30
4.1.3 Prozeßüberwachung	31
4.2 Laseranlagen	32
4.3 Werkstoff.....	34
4.4 Versuchsauswertung	35
4.4.1 Energieführende Pulsparameter	35
4.4.2 Bestimmung der Einzelpulsschweißpunkt- und Nahtgeometrie	36
4.4.3 Wirkungsgrad der Wärmeübertragung	38
4.4.4 Spektrale Emission und Transmission	41
5. Experimentelle Untersuchungen zum Schweißprozeß	43
5.1 Einzelpulsschweißen	43
5.1.1 Einfluß der energieführenden Pulsparameter.....	44
5.1.2 Einfluß der Fokussierung	46
5.2 Nahtschweißen	49
5.2.1 Einfluß der mittleren Leistung.....	50
5.2.2 Einfluß der energieführenden Pulsparameter.....	52
5.2.3 Einfluß der Fokussierung	59
6. Strategien zur Prozeßoptimierung.....	61
6.1.1 Einzelpulsschweißen.....	61
6.1.2 Nahtschweißen.....	63
6.1.3 Vorhersage der Nahttiefe	65

7. Untersuchungen zur Prozeßstrahlung	71
7.1 Spektrales Verhalten.....	71
7.2 Zeitliches Verhalten	76
8. Aufbau eines Systems zur Prozeßüberwachung.....	78
8.1 Integration eines Sensors zur Erfassung der Prozeßstrahlung.....	78
8.1.1 Auskopplung der Prozeßstrahlung	78
8.1.2 Erfassung der Prozeßstrahlung.....	80
8.2 Korrelation zum Schweißergebnis.....	82
8.2.1 Einzelpulsschweißen.....	83
8.2.2 Überlappstoß-Nahtschweißen	85
8.3 Methoden zur Fehlererkennung	90
8.4 Rechnerprogramm zur Fehlererkennung und -klassifizierung	95
8.5 Möglichkeiten einer Prozeßregelung.....	97
9. Zusammenfassung.....	103
10. Literaturverzeichnis	105