

BERICHTE AUS DEM  
INSTITUT FÜR  
WERKSTOFFKUNDE



UNIVERSITÄT HANNOVER

WERKSTOFFTECHNIK

Dipl.-Ing. Ulrich Priesmeyer, Dillingen

# **Thermische Schneidverfahren und Werkstoffreaktionen im Hinblick auf die Entstehung von Staub und Aerosolen**

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

Nr. **450**

<b>1 Einleitung und Ziel der Arbeit</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Entstehung und Eigenschaften schädlicher Emissionen</b> .....	<b>4</b>
2.1 Partikelförmige Schadstoffe.....	4
2.2 Gesundheitsschädliche Gase.....	7
2.2.1 Gasentstehung bei thermischen Schneidverfahren .....	7
2.2.2 Nitrose Gase.....	8
2.2.3 Entstehung von Ozon.....	8
2.2.4 Kohlenstoffmonoxid und Kohlenstoffdioxid.....	9
2.3 Technische Richtkonzentrationen für Gefahrstoffe .....	10
2.4 Die besondere Bedeutung von Wasser als Abschirmmedium .....	12
2.4.1 Abschirmmechanismen des Wassers .....	14
2.4.1.1 Reduktion der Schallemissionen.....	14
2.4.1.2 Abschirmung von Materiestrahlen durch Wasser.....	16
2.4.1.3 Fortbewegung elektromagnetischer Wellenstrahlung im Wasser .....	16
2.4.1.4 Wirkung des Wassers auf die Neutronenstrahlung.....	18
2.4.1.5 Absorption des Lichtes .....	18
2.4.1.6 Bindung der Staubpartikeln .....	19
<b>3 Stand der Technik ausgewählter Schneidwerkzeuge</b> .....	<b>20</b>
3.1 Verfahrensprinzip des Plasmaschmelzschnidens .....	22
3.1.1 Geeignete Prozeßgase für das Plasmaschmelzschnidens .....	24
3.1.2 Das Plasmaschmelzschnidens mit sauerstoffhaltigen Arbeitsgasen.....	26
3.2 Verfahrensprinzip des Autogenen Brennschnidens .....	28
3.2.1 Das Autogene Brennschnidens unter einer Wasserabdeckung .....	29
3.3 Verfahrensprinzip des Lichtbogen Wasserstrahl Drahtschnidens.....	31
3.3.1 Einsatzbereiche des Lichtbogen Wasserstrahl Drahtschnidens .....	33
3.4 Verfahrensprinzip des Kontaktlichtbogen Metallschnidens .....	35
3.4.1 Anwendungsmöglichkeiten des Kontaktlichtbogen Metallschnidens .....	36
<b>4 Theorie und Wechselwirkungen zwischen Werkstoff und Werkzeug</b> .....	<b>38</b>
4.1 Reaktionen im Schneidstrahl und Lichtbogen .....	38
4.2 Vorgänge beim Schneiden mit diskontinuierlichen Lichtbögen.....	44
4.3 Theoretische Erwartungswerte für die Aerosolproduktion.....	47
<b>5 Untersuchungsprogramm</b> .....	<b>49</b>
5.1 Forschungsdefizit und Ziel der Untersuchungen .....	49
5.1.1 Konventionelle Werkzeuge .....	49

5.1.2 Sonderwerkzeuge für die Stilllegung.....	51
5.2 Versuchsaufbau und Durchführung der Schadstoffmessungen .....	52
5.2.1 Aufbau der Meßstrecke.....	52
5.2.2 Meßtechnik für Aerosole .....	55
5.2.2.1 Randbedingungen für die Probenahme.....	56
5.2.2.2 Messung des Gesamtstaubs mit Laborfiltern.....	57
5.2.2.3 Analyse der Korngrößen mit Niederdruck Kaskadenimpaktoren .....	59
5.2.2.4 On line Prozeßkontrolle durch Kondensationskernzähler .....	60
5.2.2.5 Das Verdünnungssystem für hoch emittierende Verfahren.....	61
5.2.3 Meßtechnik für Hydrosole .....	62
5.2.4 Meßtechnik für Sedimente.....	63
5.3 Versuchsaufbau zum Plasmaschmelzschnneiden .....	64
5.3.1 Plasmaschmelzschnneiden mit Handbrennern an Atmosphäre .....	64
5.3.2 Mehrbrennersysteme für die Schweißnahtvorbereitung.....	65
5.4 Versuchsaufbau für das Autogene Brennschnneiden .....	68
5.4.1 Schnneiden an Atmosphäre .....	68
5.4.2 Schnneiden unter einer Wasserabdeckung .....	69
5.5 Versuchsaufbau des Lichtbogen Wasserstrahl Drahtschnneiden.....	70
5.5.1 Vergleichsmessung beim Lichtbogen Sauerstoff Impulsschnneiden .....	73
5.6 Versuchsaufbau für das Kontaktlichtbogen Metallschnneiden.....	75
<b>6 Ergebnisse.....</b>	<b>77</b>
6.1 Struktur der Ergebnisdarstellung .....	77
6.2 Emissionen beim Plasmaschmelzschnneiden mit Handbrennern .....	78
6.2.1 Gesamtstaubmasse beim Schnneiden verschiedener Werkstoffe .....	79
6.2.2 Größenverteilung der partikelförmigen Emissionen .....	82
6.2.3 Chemische Analyse der Stäube .....	83
6.2.4 Gasförmige Emissionen.....	84
6.2.5 Emissionsverhalten von Mehrbrennersystemen .....	85
6.3 Das Brennschnneiden an Atmosphäre als Vergleichsgrundlage .....	87
6.4 Emissionen durch Brennschnneiden unter Wasser .....	90
6.4.1 Emittierte Staubmassen und Korngrößenverteilungen .....	90
6.4.2 Einflüsse durch den Einsatz unter Wasser .....	94
6.4.3 Schwebstoffe im Wasser.....	97
6.4.4 Sedimentiertes Granulat aus der erzeugten Schnittfuge .....	98
6.5 Ergebnisse beim Lichtbogen Wasserstrahl Drahtschnneiden.....	99
6.5.1 Aerosolkonzentrationen und Gesamtstaubmassen .....	100
6.5.2 Verhalten der Hydrosole.....	103
6.5.3 Sedimentation des Abtrags- und Zusatzwerkstoffs .....	105

6.5.4 Vergleichswerte für das Lichtbogen Sauerstoff Impulsschneiden .....	106
6.6 Emissionsverhalten beim Kontaktlichtbogen Metallschneiden .....	108
6.6.1 Staubproduktion durch Werkstoff und Elektrode .....	109
6.6.2 Ausbreitung der Schwebstoffe im Wasser .....	111
6.6.3 Bildung von Granulat .....	112
6.7 Ausbreitungspfade der Legierungselemente .....	113
6.8 Verhalten radioaktiver Nuklide beim Schneiden unter Wasser .....	114
6.9 Emissionsverhalten im Vergleich der Werkzeuge .....	116
6.9.1 Emissionsvergleich der Plasma- und Autogentechnik für Baustahl .....	116
6.9.1.1 Vergleich der Aerosole .....	116
6.9.1.2 Vergleich der Hydrosole .....	118
6.9.2 Vergleich der Emissionen beim Schneiden von Austenit unter Wasser .....	119
6.9.2.1 Beteiligte Gase .....	119
6.9.2.2 Vergleich der Aerosole .....	120
6.9.2.3 Vergleich der Hydrosole .....	121
<b>7 Diskussion der Ergebnisse und Folgerungen .....</b>	<b>123</b>
<b>8 Zusammenfassung und Ausblick .....</b>	<b>127</b>
<b>9 Literatur .....</b>	<b>129</b>