

**Kraume · Zober**

**Arbeitssicherheit  
und Gesundheitsschutz  
in der Schweißtechnik**

**Ein Handbuch für Techniker  
und Arbeitsmediziner**

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Literaturrecherche</b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Aktionsprogramm „Humanisierung des Arbeitslebens“</b> .....	<b>4</b>
3.1	Verbundprojekt „Humanisierung des Arbeitslebens der Schweißer“ (HdAdS) .....	4
3.1.1	Vom DVS initiierte und koordinierte Forschungsarbeiten (HdA-geförderte Arbeiten) .....	5
3.1.2	Über andere Institutionen geförderte Arbeiten .....	5
3.2	Weitere vom Projektträger HdA geförderte Vorhaben .....	7
3.3	Veröffentlichung von Forschungsergebnissen .....	7
<b>4</b>	<b>Daten und Fakten zur Schweißtechnik in der Bundesrepublik Deutschland</b> .....	<b>10</b>
4.1	Anzahl der Beschäftigten und ihre Zuordnung .....	10
4.2	Verbrauch an Schweißzusätzen und -hilfsstoffen .....	12
<b>5</b>	<b>Unfallstatistiken in der Schweißtechnik</b> .....	<b>14</b>
<b>6</b>	<b>Einflußfaktoren zur Belastung und Beanspruchung in der Schweißtechnik</b> .....	<b>19</b>
6.1	Verfahren der Schweißtechnik .....	19
6.1.1	Verfahren zum Schweißen von Metall .....	19
6.1.2	Verfahren zum Schweißen von Kunststoffen .....	22
6.1.3	Verfahren zum thermischen Schneiden .....	23
6.1.4	Verfahren zum thermischen Spritzen .....	23
6.1.5	Verfahren zum Löten .....	25
6.2	Geräte, Maschinen, Anlagen .....	26
6.3	Zusätze und Hilfsstoffe .....	27
6.4	Werkstück (Bauteil) .....	30
6.5	Prozeßablauf .....	30
6.6	Persönliche Schutzausrüstung .....	33
6.7	Umgebungseinflüsse, Nebenarbeiten, allgemeine Arbeitsbedingungen und personengebundene Faktoren .....	34
6.8	Möglichkeiten zur Umsetzung von Ergebnissen der Arbeitsschutzforschung .....	37
<b>7</b>	<b>Belastungen und Beanspruchungen beim Schweißen, Schneiden und Wärmen durch Schadstoffe, Lärm und Strahlung</b> .....	<b>40</b>
7.1	Belastungen und Beanspruchungen durch Schadstoffe (Gase, Rauche, Stäube) .....	40
7.1.1	Entstehung von Schadstoffen .....	40
7.1.1.1	Verfahren der Autogentechnik .....	40
	Gasschweißen und Wärmen .....	42
	Brennschneiden .....	45
7.1.1.2	Lichtbogenhandschweißen mit umhüllten Stabelektroden .....	50
	Un- und niedriglegierte Stabelektroden .....	51
	Mittellegierte Stabelektroden .....	60
	Hochlegierte Stabelektroden .....	61

7.1.1.3	Schutzgasschweißen	66
	Metall-Aktivgasschweißen (MAG) mit un- und niedriglegierten Drahtelektroden	66
	MAG-Schweißen mit Fülldrähten	77
	MAG-Schweißen mit hochlegierten Drahtelektroden	81
	Metall-Inertgasschweißen (MIG) von Nickel und Nickelbasislegierungen	84
	Wolfram-Inertgasschweißen (WIG)	85
	Schutzgasschweißen von Aluminium	89
7.1.1.4	Mangan in Schweißrauch	94
7.1.1.5	Schweißen mit bariumhaltigen Schweißzusätzen	97
7.1.1.6	Schweißtechnische Arbeiten an beschichteten Blechen	111
	Fertigungsbeschichtungen	111
	Verzinkte oder aluminierete Bleche	117
7.1.1.7	Verwendung von Schweißsprays	122
7.1.1.8	Plasmaschneiden	123
7.1.1.9	Unterpulverschweißen (UP)	128
7.1.1.10	Widerstandsschweißen	132
7.1.2	Arbeitsmedizinische Erkenntnisse über mögliche Gefährdungen durch Gase, Rauche, Stäube	137
7.1.2.1	Gase, Rauche, Stäube allgemein	137
7.1.2.2	Bariumhaltige Schweißrauche	149
7.1.2.3	Gase, Rauche und Stäube aus Oberflächenbeschichtungen	153
7.1.3	Schweißen unter erhöhtem Druck	161
7.1.4	Sauerstoffveränderung in der Raumluft	169
7.2	Belastungen und Beanspruchungen durch Lärm	173
7.2.1	Lärmquellen	175
7.2.1.1	Autogenverfahren	175
7.2.1.2	Lichtbogenschweißen und Plasmaschneiden	177
7.2.2	Möglichkeiten der Lärminderung	178
7.2.3	Lärmbedingte Hörverluste bei Schweißern	181
7.2.4	Zur Entflammbarkeit von Gehörschützern	185
7.3	Belastungen und Beanspruchungen durch optische Strahlung und durch von ihr wesentlich verursachte Schadstoffe	190
7.3.1	Optische Strahlung	190
	Ultraviolett-Strahlung (UV)	192
	Infrarot-Strahlung (IR)	194
7.3.1.1	Strahlungsquellen	195
	Autogenverfahren	195
	Lichtbogenverfahren	196
7.3.1.2	Reflexion von UV-Strahlung	200
7.3.2	Tragen von Kontaktlinsen beim Schweißen	203
7.3.3	Elektrooptische Schweißerschutzfilter und -sichtscheiben	204
7.3.4	Hautschutz bei Schweißarbeiten	207
7.3.5	Wesentlich durch optische Strahlung verursachte Schadstoffe	211
7.3.5.1	Ozon	211
7.3.5.2	Phosgen	217
<b>8</b>	<b>Belastungen und Beanspruchungen durch Schadstoffe beim Löten</b>	<b>220</b>
8.1	Entstehung von Schadstoffen (Gase, Rauche)	220
8.1.1	Weichlöten	220
8.1.2	Hartlöten	226
8.2	Arbeitsmedizinische Erkenntnisse über mögliche Gefährdungen	236

<b>9</b>	<b>Belastungen und Beanspruchungen beim thermischen Spritzen</b>	<b>241</b>
9.1	Belastungen und Beanspruchungen durch Lärm	243
9.2	Belastungen und Beanspruchungen durch Strahlung	244
9.3	Belastungen und Beanspruchungen durch Schadstoffe	244
9.3.1	Entstehung von Schadstoffen	244
9.3.1.1	Flammspritzen	245
9.3.1.2	Lichtbogenspritzen	248
9.3.2	Schadstoffmessungen an Spritzarbeitsplätzen	251
9.3.3	Arbeitsmedizinische Erkenntnisse über mögliche Gefährdungen durch Gase, Rauche und Stäube	254
<b>10</b>	<b>Belastungen und Beanspruchungen beim Laserstrahlschneiden</b>	<b>257</b>
10.1	Belastungen und Beanspruchungen durch Laserstrahlung	258
10.2	Belastungen und Beanspruchungen durch Schadstoffe (Rauche, Gase)	261
10.2.1	Laserstrahlschneiden von Stahl	262
10.2.2	Laserstrahlschneiden von Kunststoffen	266
<b>11</b>	<b>Belastungen und Beanspruchungen beim Schweißen, Löten und Reinigen mit Ultraschall</b>	<b>270</b>
11.1	Anwendung von Ultraschall	270
11.1.1	Ultraschallschweißen von Kunststoffen	271
11.1.2	Ultraschall-Löten	275
11.1.3	Ultraschall-Reinigen	275
11.2	Arbeitsmedizinische Erkenntnisse über mögliche Gefährdungen durch Ultraschall	276
<b>12</b>	<b>Belastungen und Beanspruchungen durch elektromagnetische Felder</b>	<b>277</b>
12.1	Elektromagnetische Felder in der Schweißtechnik	277
12.2	Wirkung elektromagnetischer Felder auf den Menschen	279
12.3	Beeinflussung von Herzschrittmachern	280
<b>13</b>	<b>Belastungen und Beanspruchungen durch Körperhaltung und Muskelarbeit</b>	<b>283</b>
13.1	Ergonomie in der Schweißtechnik	283
13.2	Ermittlung des menschlichen Energiebedarfs bei der Ausführung von Schweißarbeiten	289
<b>14</b>	<b>Luftreinhaltung am Arbeitsplatz</b>	<b>300</b>
14.1	Lüftung von Schweißwerkstätten	300
14.1.1	Freie (natürliche) Raumlüftung	301
14.1.2	Technische (maschinelle) Raumlüftung	302
14.2	Örtliche Absaugung	307
14.2.1	Schweißbraucherfassung	308
14.2.2	Schweißrauchabscheidung	308
14.2.3	Stationäre Absaugeinrichtungen	310
14.2.4	Mobile Absauggeräte	312
14.2.5	Brennerintegrierte Rauchabsaugung	316
14.3	Zuordnung von Lüftungstechnischen Maßnahmen zu Verfahren und Werkstoffen	320
14.4	Schadstoffabweisende Wirkung von Schutzschilden und -schirmen	322

<b>15</b>	<b>Sonstige Hinweise</b> .....	<b>327</b>
15.1	Nutzwert von Milch als Schutz gegen Schweißrauche .....	327
15.2	Gefährlichkeit von Gasfeuerzeugen beim Schweißen .....	327
15.3	Kennzeichnung von Formiergasflaschen .....	328
<b>16</b>	<b>Personalqualifizierung als Ergebnis von Arbeitsschutzmaßnahmen am Beispiel von Schweißrobotern</b> .....	<b>331</b>
<b>17</b>	<b>Umweltschutz in der Schweißtechnik</b> .....	<b>339</b>
<b>18</b>	<b>Erkannte Wissensdefizite</b> .....	<b>345</b>
<b>19</b>	<b>Stichwortverzeichnis</b> .....	<b>356</b>
<b>20</b>	<b>Zitierte Normen, Vorschriften, Merkblätter</b> .....	<b>367</b>