

Inhaltsverzeichnis

Vorwort

Danksagung

- 5000 Jahre Schweißtechnik** 1
- Menschen und Metalle** 1
- Gold und Silber für schöne Frauen und Könige** 2
 - Die Granulation – Löten oder Schweißen? 4
 - Silber im vorderen Orient 4
- Kupfer und Bronze für Götter und Helden – und für Werkzeuge** 5
 - Die Bibel als Quelle für die Geschichte der Metalle 6
 - Ägypten, Kreta und die Etrusker 7
 - Untersuchungen von Bronzestatuen 8
 - Bronze im täglichen Leben Roms 9
- Eisen für täglichen Gebrauch und für Waffen** 10
 - Die Geschichten des Pausanias 11
 - Etrusker und Römer, Hebräer und Philister 13
 - Gallier und Germanen 16
 - Schwerter und Pflugscharen 17
 - Eine Randnotiz Caesars 18
- Blei für frisches Wasser** 18
- Aluminium – ein junges Metall erobert die Welt** 20
- Schrifttum** 21

- Stahl – Der Werkstoff zum Schweißen** 24
- Verhüttung von Eisenerz** 24
- Eisenerzeugung in immer größeren Mengen** 25
- Verfahren zur Stahlherstellung** 27
 - Puddelstahl / Schweißisen 27
 - Bessemerstahl (Blasstahl / Flusstahl) 27
 - Siemens-Martin-Stahl (Herdstahl / Flusstahl) 28
 - Thomasstahl (Blasstahl / Flusstahl) 28
 - Elektrostahl (Herdstahl / Flusstahl) 28
 - Sauerstoffblasstahl (Blasstahl / Flusstahl) 28
 - Pfannenmetallurgie 28
- Baustähle von 1885 bis 1940 und ihre Eignung zum Schmelzschweißen** 29
- Die wichtigsten Stahlgruppen** 30
 - Allgemeine Baustähle 30
 - Legierte Stähle 31
- Stahl heute** 32
- Schrifttum** 32

Schweißen und Schneiden mit Feuer und Flamme	34
Vom Schmiedefeuer zur Autogenflamme	34
Feuerschweißen	34
Warmpressschweißen von Rohren	35
Kontinuierliches Rohrschweißen nach Fretz-Moon	36
Wassergasschweißen	37
Gaspressschweißen	39
Gasschmelzschweißen (Gasschweißen)	39
<i>Die autogene Welt des Theo Kautny</i>	39
<i>Ernst Wiss und der Wasserstoff</i>	42
<i>Handwerkliche und industrielle Anwendung</i>	45
Vielfalt der Autogenflamme	46
Flammwärmern	47
Flammlöten	47
Flammrichten	48
Flammstrahlen	48
Gas-Pulver-Auftragschweißen	48
Autogenes Brennschneiden	49
Geräte für das Brennschneiden	51
<i>Kreuzwagenmaschinen</i>	53
<i>Numerische Steuerungen</i>	55
<i>Bauarten von Brennschneidmaschinen</i>	55
Die Techniken des Brennschneidens	57
Verwandte Verfahren des autogenen Brennschneidens	59
Pulverbrennschneiden	60
Unterwasserschneiden	61
Brennfugen	61
Ohne Gase keine Autogentechnik	62
Sauerstoff	62
Wasserstoff – vor einer neuen Zukunft?	64
Acetylen – eine Erfolgsgeschichte	65
<i>Acetylenentwickler und ihre Geschichte</i>	66
Propan drängt in die Autogentechnik	69
Andere Brenngase	70
Das verborgene Feuer des Dr. H. Goldschmidt	72
Schrifttum	74
Elektrizität als Verbündeter der Schweißtechnik	78
Das elektrische Schmiedefeuer	78
Der rätselhafte Lichtbogen	82
Das elektrische Lötrohr oder die elektrische Blaselampe	84
Vorgeschichten	85
Der stromführende Schweißzusatz	86
Lichtbogenhandschweißen	86
Leistung steigern: Mechanisieren und Automatisieren	90
Mit Kohlelektrode	91

Der Wettbewerb: Kohlelichtbogen gegen Metalllichtbogen	92
Mit Schwerkraft und mit Federkraft	94
Hand und Schwerkraft kombiniert	94
Unter der Schiene versteckt	95
Stück für Stück selbsttätig nachgeschoben	96
Die Elektrode von der Rolle	97
Der Wettkampf der Verfahren und Geräte	98
Unter Pulver – die Erfolgsgeschichte eines „Arbeitspferdes“	99
Unter Schlacke, aber ohne Lichtbogen	103
Gerollt, gefüllt, gefalzt: selbstschützende Fülldrahtelektroden	107
Unter Schutzgas mit nicht abschmelzender Elektrode	109
Neue Schutzgase: die Edelgase Helium oder Argon	110
WIG-Schweißen im Handwerk	113
Universelle Anwendung	114
Mechanisierung des WIG-Schweißens	114
Mit gebremster Energie: die Impulstechnik	116
Verbesserungen eines halben Jahrhunderts	118
Unter Schutzgas mit abschmelzender Elektrode	120
Frühe Versuche: Arcogenschweißen	120
Schutz durch Edelgase	122
Das wichtige Jahr 1954	123
Erste praktische Anwendungen	126
CO ₂ tritt auf die Bühne	127
Wettkampf der Schutzgase	128
Verbesserungen im Detail	132
Sieger der Schweißverfahren	134
Neue Impulse durch die Impulstechnik	135
Vollmechanisches Metall-Schutzgasschweißen	137
Beginn des Roboter-Zeitalters	138
Metall-Schutzgas-Hochleistungsschweißen	139
Massivdrahtelektroden	142
Doppelter Schutz: Schlackenbildner und Schutzgas	142
Mit eingeschnürtem Lichtbogen schneiden und schweißen – die Plasmatechnik	145
Die Argon-Wasserstoff-Technik	145
Stürmische Entwicklung – und ein neuer Name	147
Die Drucklufttechnik	148
Vielfalt der Varianten	151
Schweißen mit dem Plasma-Lichtbogen	153
Kombinationen: Plasma plus X	155
Schutzgase – die Qual der Wahl	157
Argon, die Basis des Schutzgasschweißens	157
Die Phantasie der Gasemischer	159
Schutzgase für Chrom-Nickel-Stähle	160
Gase für das MAG-Hochleistungsschweißen	161
Und mit Wasserdampf?	161

Der Wettbewerb: Kohlelichtbogen gegen Metalllichtbogen	92
Mit Schwerkraft und mit Federkraft	94
Hand und Schwerkraft kombiniert	94
Unter der Schiene versteckt	95
Stück für Stück selbsttätig nachgeschoben	96
Die Elektrode von der Rolle	97
Der Wettkampf der Verfahren und Geräte	98
Unter Pulver – die Erfolgsgeschichte eines „Arbeitspferdes“	99
Unter Schlacke, aber ohne Lichtbogen	103
Gerollt, gefüllt, gefalzt: selbstschützende Fülldrahtelektroden	107
Unter Schutzgas mit nicht abschmelzender Elektrode	109
Neue Schutzgase: die Edelgase Helium oder Argon	110
WIG-Schweißen im Handwerk	113
Universelle Anwendung	114
Mechanisierung des WIG-Schweißens	114
Mit gebremster Energie: die Impulstechnik	116
Verbesserungen eines halben Jahrhunderts	118
Unter Schutzgas mit abschmelzender Elektrode	120
Frühe Versuche: Arcogenschweißen	120
Schutz durch Edelgase	122
Das wichtige Jahr 1954	123
Erste praktische Anwendungen	126
CO ₂ tritt auf die Bühne	127
Wettkampf der Schutzgase	128
Verbesserungen im Detail	132
Sieger der Schweißverfahren	134
Neue Impulse durch die Impulstechnik	135
Vollmechanisches Metall-Schutzgasschweißen	137
Beginn des Roboter-Zeitalters	138
Metall-Schutzgas-Hochleistungsschweißen	139
Massivdrahtelektroden	142
Doppelter Schutz: Schlackenbildner und Schutzgas	142
Mit eingeschnürtem Lichtbogen schneiden und schweißen – die Plasmatechnik	145
Die Argon-Wasserstoff-Technik	145
Stürmische Entwicklung – und ein neuer Name	147
Die Drucklufttechnik	148
Vielfalt der Varianten	151
Schweißen mit dem Plasma-Lichtbogen	153
Kombinationen: Plasma plus X	155
Schutzgase – die Qual der Wahl	157
Argon, die Basis des Schutzgasschweißens	157
Die Phantasie der Gasemischer	159
Schutzgase für Chrom-Nickel-Stähle	160
Gase für das MAG-Hochleistungsschweißen	161
Und mit Wasserdampf?	161

Strom für den Lichtbogen – vom Umformer zur digitalen Stromquelle	161
Der Weg in die Elektronik	164
Der Siegeszug des Transistors	165
Schweißen von Aluminium und Magnesium	167
Autogenschweißen in den dreißiger Jahren	167
Aluminium und der elektrische Strom	167
Die Idee der Brüder Weibel	168
Schutzgasschweißen – idealer Partner für Aluminium	169
Stromarten und Stromformen beim WIG-Schweißen	170
Plasmaschweißen	172
Lichtbogen-Punktschweißen	172
Spezialitäten beim MIG-Schweißen	172
Andere Verfahren	173
Strahlverfahren	174
Schweißen mit dem Elektronenstrahl	174
Elektronenstrahlschweißen an der Atmosphäre	176
Der Elektronenstrahl in der Praxis	176
Bohren mit dem Elektronenstrahl	177
Schweißen mit dem Laserstrahl	178
Schneiden mit dem Laserstrahl	181
Lichtstrahlen zum Löten und Schweißen nutzen	183
Phantasiereiche Verfahren in der Schweißtechnik	184
Die weite Welt der Löttechnik	187
Handwerkliches Löten	188
Industrielles Löten	188
Moderne Lötverfahren	189
Schrifttum	190
Die Schweißkonstruktion und ihr Entwicklungsweg	206
Funktionale Bauten aus Eisen wandeln das Antlitz von Stadt und Land	206
Beginn der schulischen Bildung von Ingenieuren	208
Nieten – die wichtigste Verbindungsmethode im 19. Jahrhundert	210
Vorbildliche Nietkonstruktionen	210
Das genietete Palmenhaus im neuen Glanz	213
Das „ <i>Blaue Wunder</i> “ – ein genietetes Brückenbauwerk über dem Elbstrom	214
Sanierung einer der schönsten Rheinbrücken unter dem Schutz der Denkmalsbehörden	215
Vorbildliche Erneuerung des denkmalgeschützten „ <i>Eisernen Stegs</i> “ in Frankfurt/Main	216
Von der genieteten zur geschweißten Stahlkonstruktion	219
Gestaltungsbeispiele genieteter und geschweißter Konstruktionen	219
Pionierleistungen der Schweißtechnik	220
Experimentelle Untersuchungen in Deutschland	222
Anfänge des Regelwerks im Stahlbau	223
Gestalterische Lösungen zu Schweißkonstruktionen	223
Vollständig geschweißte Straßenbrücken der sechziger Jahre	226

Die Deutsche Reichsbahn fördert die Schweißtechnik im Eisenbahnbrückenbau	228
Berechnungsgrundlagen und bauliche Grundsätze	228
Hochfester Baustahl im Brückenbau	229
Schweißen im Eisenbahnbrückenbau	229
Beginn des Großbrückenbaus	230
Die Strelasund- und Ziegelgraben-Brücke der dreißiger Jahre	230
Grundsanierung und Neubau am Rügendamm	230
Rückschläge in der Schweißtechnik und erfolgreiche Gegenmaßnahmen	231
Weitere Beispiele geschweißter Eisenbahnbrücken der dreißiger Jahre	231
Geschweißte Konstruktionen der fünfziger Jahre	232
Torsionssteife Kastenkonstruktion spart Eigengewicht	233
Vom mechanischen zum automatischen Lichtbogenschweißen	233
Geschweißte Tragwerke am neuen Lehrter Bahnhof in Berlin	234
Werkstoff- und Schweißtechnik beim Bau von Dampfkesseln, Druckbehältern und Rohrleitungen	236
Dampfkessel um 1920	236
Material- und Bauvorschriften	239
Schweißen im Koksfeuer und mit Wassergas	240
Das Lichtbogenschweißen setzt sich durch	242
Schweißen von Rohrleitungen unter Schutzgas und mit Formiergas.....	244
Unterpulverschweißen und Elektro-Schlacke-Schweißen für dickwandige Behälter und Kesseltrommeln	245
Lichtbogenschweißen von Großkugelgasbehältern	247
Schweißen von Flossenrohrwänden	248
Bolzenschweißen zum Bestiften von Kesselrohren	250
Regelwerke wurden angepasst	251
Vielseitiges Schweißen im Apparate- und Anlagenbau	253
Vom Nieten zum Schweißen im Schiffbau	254
Eiserne Schiffe zuerst auf englischen Werften	254
Schweißen von Schiffen zu Beginn des 20. Jahrhunderts	255
Vollständig lichtbogengeschweißtes Schiff in Schweden	255
Erste Schweißvorschriften der dreißiger Jahre	255
Geschweißte Schiffe auf deutschen Werften	256
Deutscher Kriegsschiffbau der vierziger Jahre	258
Wandel auf deutschen Werften nach dem zweiten Weltkrieg	259
Schweißen von Fährschiffen aus Aluminium	263
Schweißen von Paneelen in Wismar	264
Laser-Hybridschweißen von Schiffssektionen auf der Meyer-Werft	265
Von der Gussreparatur zu geschweißten Baugruppen im Maschinenbau	266
Vom Reparaturschweißen an Dampfloks bis zur Integralbauweise der ICE-Triebzüge	272
Beginn des Schmelzschweißens Anfang des 20. Jahrhunderts	272
Geschweißte Stahlleichtbauten im Elektro-Lokomotivbau der dreißiger und vierziger Jahre	272
Leichtbauweise im Waggonbau der vierziger Jahre	274
Werkstoffe und Prüftechnik für geschweißte Schienenfahrzeuge	276
Schweißtechnik nach dem zweiten Weltkrieg	277

Die Integralbauweise von ICE 1 und ICE 2	277
Vollmechanisches Schweißen am ICE 3	279
Regelwerk auf hohem Niveau	280
Automobilbau – vom Autogenschweißen zum Laser-Hybridschweißen	280
Autogenes Schweißen als Vorreiter	280
Pioniere der Schweißtechnik im Automobilbau	283
Widerstandspressschweißen in der Blechverarbeitung	284
Automatisierung in den sechziger Jahren	285
Flexible Fertigung mit Schweißrobotern	285
Laser-Hybridschweißen von Kfz-Leichtbauteilen	287
Die Schweißtechnik in der Luft- und Raumfahrt	288
Flugzeugrümpfe wurden anfangs autogengeschweißt	288
Werkstoffe und Prüfmethode werden entwickelt	288
Vorbildliche Schweißkonstruktionen	289
Schweißen von „Elektronmetall“ – einer Magnesiumlegierung	291
Schulung von Flugzeugschweißern	292
Zellenbau nach dem zweiten Weltkrieg	292
Hohe Anforderungen an die Schweißverfahren	294
Schneller mit Strahltriebwerken	295
Mit Raketen in den Weltraum	297
Schrifttum	299
Wie der Sprödbruch besiegt wurde	306
Erste Erfolgsserie von geschweißten Stahlkonstruktionen	306
Schäden an geschweißten Konstruktionen	307
Sprödbrüche an Brücken	307
Sprödbrüche an Schiffen	308
Sprödbrüche an Großbehältern	310
Hohe Eigenspannungen vermeiden	311
Prüfung der Schweißbeignung von Stählen	311
Prüfmethode gegen den Sprödbruch	313
Wann ist ein Bauteil schweißbar?	315
Schrifttum	316
Ein Jahrhundert schweißtechnische Bildung	318
Industrialisierung verlangt nach qualifizierten Fachkräften	318
Erste schweißtechnische Schulungen	318
Überbetriebliche Ausbildung	320
Die schweißtechnische Bildung nach dem zweiten Weltkrieg	324
Von der nationalen zur internationalen Prüfnorm für Schweißer	326
Schweißerausbildung in einem speziellen Industriezweig	327
Personalqualifikation – europa- und weltweit	328
Schrifttum	328
Zeitspiegel der Schweißtechnik	331