

Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur 1. und 2. Auflage

1	Einleitung	1
2	Hinweise und Erläuterungen zum Gebrauch der Schweiß-ZTU-Schaubilder	3
2.1	Allgemeines	3
2.2	Bestimmungsmethode	4
2.3	Diagramme der mechanisch-technologischen Gütwerte	5
2.4	Thermo-mechanische Simulationsanlage vom Typ „Gleeble 3500“	6
2.5	Handhabung der Schweiß-ZTU-Schaubilder	9
2.6	Ermittlung der Abkühlzeit	10
2.6.1	Allgemeines	10
2.6.2	Experimentelle Ermittlung	11
2.6.3	Analytische Ermittlung	15
2.6.4	Numerische Ermittlung	17
2.7	Anwendung der Schweiß-ZTU-Schaubilder	18
2.8	WeldWare	20
3	Stahlschlüsselung	22
3.1	Stähle	22
3.1.1	Allgemeine Baustähle	22
3.1.2	Hochfeste und korrosionsträge schweißgeeignete Baustähle	22
3.1.3	Einsatz- und Vergütungsstähle	23
3.1.4	Warmfeste und druckwasserstoffbeständige Stähle	23
3.1.5	Unlegierter Werkzeugstahl	23
3.1.6	Korrosionsbeständiger Stahl	23
3.1.7	Hochfeste Stähle mit einer Streckgrenze ≥ 360 MPa	24
3.2	Stahlguss	24
3.2.1	Unlegierter Stahlguss	24
3.2.2	Niedriglegierter Stahlguss	24
3.2.3	Warmfester Stahlguss	25
3.2.4	Weitere Stahlgussarten	25
3.3	Strahlschweißgeeignete Stähle	25
3.3.1	Laserstrahlschweißen	25
3.3.2	Elektronenstrahlschweißen	25
4	Schweiß-ZTU-Schaubilder für Stähle	26
4.1	Allgemeine Baustähle	28
	R 1 W St 3sp/Charge 1	
	R 2 W St 3sp/Charge 2	
	R 3 W St 3sp/Charge 3	
	R 4 St 3 SU	
	R 5 St 4 SU	
	R 6 St 44-3	
4.2	Hochfeste und korrosionsträge schweißgeeignete Baustähle	34
	R 7 RSB	
	R 8 D32	
	R 9 09 G 2/Charge 1	
	R 10 09 G 2/Charge 2	
	R 11 09 G 2/Charge 3	
	R 12 09 G 2/Charge 4	
	R 13 09 G 2/Charge 5	
	R 14 09 G 2S	
	R 15 10 G 2S1D/Charge 1	
	R 16 10 G 2S1D/Charge 2	
	R 17 10 G 2S1	
	R 18 15 GA	
	R 19 15 GB	
	R 20 15 GA 2A Nb	
	R 21 15 G 2N Nb	
	R 22 OX 525	

R 23	St 315 N	
R 24	St 355/Charge 1	
R 25	St 355/Charge 2	
R 26	St 355 T/Charge 1	
R 27	St 355 T/Charge 2	
R 28	St 355 T/Charge 3	
R 29	St 355 T/Charge	
R 30	St 355 E/Charge 1	
R 31	St 355 E/Charge 2	
R 32	St 355 E/Charge 3	
R 33	St 355 E Z	
R 34	St 440	
R 35	St 460 E/Charge 1	
R 36	St 460 E/Charge 2	
R 37	St 460 E/Charge 3	
R 38	St 460 E/Charge 4	
R 39	St 600/Charge 1	
R 40	St 600/Charge 2	
R 41	St 600/Charge 3	
R 42	St 600/Charge 4	
R 43	10 ChSND/Charge 1	
R 44	10 ChSND/Charge 2	
R 45	13 MnCuNi 6.6.2 (N)	
R 46	13 MnCuNi 6.6.2 (V)	
R 47	13 MnNiCu 8.2.6	
R 48	10 MnCrNiMo 6.6.4.4	
R 49	10 MnCrNiMo 5.6.2.4	
R 50	10 MnCrMoNi 6.6.4.1	
R 51	10 MnCrMo 6.5.4	
R 52	10 MnCrMo 6.5.3	
R 53	10 MnCrMo 5.5.4	
R 54	KT 315	
R 55	KT 355	
4.3	Einsatz- und Vergütungsstähle	83
R 56	C 45	
R 57	42 MnV 7	
R 58	34 CrNi 3 Mo	
R 59	24 CrNiMoV 8.5.7	
R 60	28 CrNi 7 Mo	
R 61	24 CrNi 3 MoV	
R 62	P19 NiCrMo 15.4 V	
R 63	14 Cr 2 MnMoB	
4.4	Warmfeste und druckwasserstoffbeständige Stähle	91
R 64	10 CrMo 9.10	
R 65	12 CrMo 4.3	
R 66	13 CrMo 4.4/Charge 1	
R 67	13 CrMo 4.4/Charge 2	
R 68	13 CrMo 4.4/Charge 3	
R 69	15 Mo 3	
R 70	15 Ch 1M 1F	
R 71	17 CrMoV 10	
R 72	20 CrMoV 13.5	
R 73	24 CrMo 5	
R 74	34 CrMo 4	
4.5	Unlegierter Werkzeugstahl	102
R 75	C 100	
4.6	Korrosionsbeständiger Stahl	103
R 76	X 20 Cr 13	
4.7	Hochfeste Stähle mit einer Streckgrenze ≥ 360 MPa	104
R 77	Jakutsk	
R 78	St 45/60	
R 79	St 52-3	
R 80	St 52-3	
R 81	X52	

R 82 X60
 R 83 X60 TM
 R 84 StE 355
 R 85 StE 355 TM
 R 86 StE 355
 R 87 StE 460
 R 88 V5
 R 89 V6
 R 90 S460N
 R 91 P460NH
 R 92 P500NH
 R 93 S550M
 R 94 S690QL
 R 95 S690Q
 R 96 S690QL
 R 97 S890QL
 R 98 S890QL
 R 99 S960QL
 R 100 S960QL/2
 R 101 S1100QL
 R 102 S1100QL/2
 R 103 S1100QL/3
 R 104 S1100QL/4
 R 105 S1100QL/5
 R 106 20MnMoNi4-5
 R 107 44MnSiV5-6
 R 108 DP780
 R 109 LH800
 R 110 33MnCrB5-2

5	Schweiß-ZTU-Schaubilder für Modellstähle	138
5.1	C-Mn-Stähle	139
	M1 0,03 C – 0,15 Mn	
	M2 0,15 C – 0,40 Mn	
	M 3 0,25 C – 0,40 Mn	
	M 4 0,35 C – 0,40 Mn	
	M 5 0,40 C – 0,40 Mn	
	M 6 0,45 C – 0,40 Mn	
	M 7 0,50 C – 0,40 Mn	
	M 8 0,65 C – 0,40 Mn	
	M 9 0,65 C – 0,40 Mn	
	M 10 0,75 C – 0,40 Mn	
	M 11 0,85 C – 0,40 Mn	
	M 12 0,95 C – 0,40 Mn	
	M 13 0,01 C – 0,15 Mn	
	M 14 0,01 C – 0,50 Mn	
	M 15 0,01 C – 0,90 Mn	
	M 16 0,01 C – 1,35 Mn	
	M 17 0,01 C – 1,75 Mn	
	M 18 0,05 C – 0,10 Mn	
	M 19 0,05 C – 0,50 Mn	
	M 20 0,05 C – 2,00 Mn	
	M 21 0,15 C – 0,10 Mn	
	M 22 0,15 C – 0,40 Mn	
	M 23 0,15 C – 2,00 Mn	
	M 24 0,30 C – 0,40 Mn	
	M 25 0,30 C – 0,80 Mn	
	M 26 0,30 C – 2,00 Mn	
5.2	C-Si-Stähle	165
	M 27 0,01 C – 0,30 Si	
	M 28 0,01 C – 0,60 Si	
	M 29 0,01 C – 1,00 Si	
	M 30 0,10 C – 0,30 Si	
	M 31 0,10 C – 1,00 Si	

	M 32	0,45 C – 0,05 Si	
	M 33	0,45 C – 0,60 Si	
5.3	C-Si-Mn-Stähle		172
	M 34	0,15 C – 0,60 Si – 0,80 Mn	
	M 35	0,15 C – 1,00 Si – 2,00 Mn	
	M 36	0,20 C – 0,30 Si – 0,70 Mn	
	M 37	0,20 C – 0,30 Si – 1,75 Mn	
	M 38	0,20 C – 1,00 Si – 0,05 Mn	
	M 39	0,20 C – 1,00 Si – 0,70 Mn	
	M 40	0,20 C – 1,00 Si – 1,60 Mn	
6	Schweiß-ZTU-Schaubilder für Stahlguss		179
6.1	Unlegierter Stahlguss		180
	GS 1	GS-45/Charge 1	
	GS 2	GS-45/Charge 2	
	GS 3	GS-50	
	GS 4	GS-60/Charge 1	
	GS 5	GS-60/Charge 2	
	GS 6	GS-60/Charge 3	
6.2	Niedriglegierter Stahlguss		186
	GS 7	GS-15 Mn 4	
	GS 8	GS-28 Mn 6	
	GS 9	GS-25 CrMo 4	
	GS 10	GS-30 CrMo 4	
6.3	Warmfester Stahlguss		190
	GS 11	GS-C25/Charge 1	
	GS 12	GS-C25/Charge 2	
	GS 13	GS-17 CrMo 5.5	
	GS 14	GS-17 CrMoV 6.11/Charge 1	
	GS 15	GS-17 CrMoV 6.11/Charge 2	
6.4	Weitere Stahlgusssorten		195
	GS 16	GS-52/Charge 2	
	GS 17	GS-20 Mn 5	
	GS 18	GS-22 Mo 4	
	GS 19	GS-18 CrMo 9 10	
7	Schweiß-ZTU-Schaubilder für Schweißgut		199
7.1	Lichtbogenhand- (E-) Schweißgut		201
	SG 1	Garant K	
	SG 2	EB 12	
7.2	MAG-Schweißgut		203
	SG 3	MSG – 0,89 % Mn	
	SG 4	MSG – 1,10 % Mn	
	SG 5	MSG – 1,52 % Mn	
	SG 6	MSG – 1,42 % Mn	
	SG 7	MSG/Charge 1	
	SG 8	MSG/Charge 2	
	SG 9	MSG – 0,23 % Mo	
	SG 10	MSG – 0,37 % Mo	
	SG 11	MSG – 0,66 % Mo	
	SG 12	MSG – 0,22 % Ni	
	SG 13	MSG – 0,38 % Ni	
	SG 14	MSG – 0,58 % Ni	
	SG 15	MSG – 0,27 % Cr	
	SG 16	MSG – 0,44 % Cr	
	SG 17	MSG – 0,86 % Cr	
7.3	UP-Schweißgut		218
	SG 18	9 CrMo 4.5	
7.4	Weiteres Schweißgut.....		219
7.4.1	Lichtbogenhand- (E-) Schweißgut		219
	SG 19	OK 15.17	
	SG 20	OK 48.08	
	SG 21	OK Femax 33.30	
	SG 22	OK Femax 33.30 MSG	

SG 23	OK Femax 33.80	
SG 24	OK Femax 33.80 MSG	
SG 25	OK Femax 38.65	
SG 26	OK Femax 38.65 MSG	
7.4.2	MAG-Schweißgut	227
SG 27	0,11 % C – 0,68 % Si – 1,24 % Mn	
SG 28	0,10 % C – 0,65 % Si – 1,17 % Mn	
SG 29	0,11 % C – 0,70 % Si – 1,27 % Mn	
SG 30	0,11 % C – 0,70 % Si – 1,27 % Mn	
SG 31	0,049 % C – 0,795 % Si – 1,235 % Mn	
SG 32	0,0637 % C – 0,747 % Si – 1,30 % Mn	
SG 33	0,085 % C – 0,72 % Si – 1,219 % Mn	
SG 34	0,0774 % C – 0,666 % Si – 1,21 % Mn	
SG 35	0,065 % C – 0,559 % Si – 1,144 % Mn	
SG 36	0,0657 % C – 0,66 % Si – 1,36 % Mn	
SG 37	0,09 % C – 0,68 % Si – 1,90 % Mn	
SG 38	0,09 % C – 0,73 % Si – 2,08 % Mn	
SG 39	0,08 % C – 0,7 % Si – 1,92 % Mn	
SG 40	0,08 % C – 0,65 % Si – 1,93 % Mn	
SG 41	0,1 % C – 0,72 % Si – 2,02 % Mn	
SG 42	0,096 % C – 0,66 % Si – 1,9 % Mn	
SG 43	0,069 % C – 0,64 % Si – 1,61 % Mn	
SG 44	0,069 % C – 0,64 % Si – 1,61 % Mn	
SG 45	0,1 % C – 0,54 % Si – 1,42 % Mn	
SG 46	0,08 % C – 0,60 % Si – 1,70 % Mn	
SG 47	0,08 % C – 0,60 % Si – 1,70 % Mn	
7.4.3	UP-Schweißgut	248
SG 48	0,081 % C – 0,22 % Si – 0,98 % Mn	
SG 49	0,086 % C – 0,22 % Si – 1,01 % Mn	
SG 50	0,080 % C – 0,40 % Si – 1,42 % Mn	
SG 51	0,091 % C – 0,40 % Si – 1,36 % Mn	
SG 52	0,076 % C – 1,17 % Si – 1,86 % Mn	
SG 53	0,092 % C – 1,18 % Si – 1,81 % Mn	
8	Schweiß-ZTU-Schaubilder für das Strahlschweißen	254
8.1	Laserstrahlschweißen	255
LB 1	L24N	
LB 2	L36TM	
LB 3	StE 690	
LB 4	GL-E36	
LB 5	10CrMo9-10	
LB 6	S890Q	
LB 7	S355J2G3	
LB 8	15Mo3	
LB 9	13CrMo4-4	
LB 10	S690QL	
LB 11	S960QL	
LB 12	S700M	
LB 13	EH36	
LB 14	S1100QL	
LB 15	S890QL	
8.2	Elektronenstrahlschweißen	270
EB 1	P355NL1	
EB 2	S690QL	
EB 3	S890QL	
EB 4	S960QL	
9	Schrifttum	274