

Sicherheitszahlen für den Maschinenbau von 1990

Werkstoffart	Zähe Werkstoffe wie etwa Stahl			Spröde Werkstoffe wie Gusseisen		
	I	II	III	I	II	III
Belastungsfall	I	II	III	I	II	III
Sicherheitszahl v	1,2...1,5	1,8...2,4	3...4	2...4	3...5	5...8

Hier sollte man Vorsicht walten lassen. Bei den Tabellenbüchern aus den unterschiedlichen Jahrzehnten finden sich unterschiedliche Werte der zulässigen Spannungen azul für die unterschiedlichen Belastungsarten. Dies kann bei Neuberechnungen zu erheblichen Schwierigkeiten führen

Zunächst die Tabelle aus dem Jahre 1980

Zulässige Spannungen für azul in N/mm²																
Werkstoffart	Belastungsart Belastungsfall	Zug			Druck			Abscherung			Biegung			Verdrehung		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
St 37		100...150	65...95	45...70	100...150	65...95	45...70	80...120	50...75	35...55	110...165	70...105	50...75	65...95	40...60	30...45
St 50		140...210	90...135	65...95	140...210	90...135	65...95	110...170	70...110	50...75	150...220	100...150	70...105	85...125	55...85	40...60
St 70		210...310	135...200	90...140	210...310	135...200	90...140	170...250	110...160	70...110	230...245	150...220	105...125	125...195	80...125	60...90
GS-45		100...150	65...95	45...70	100...150	65...95	45...70	80...120	50...75	35...55	110...165	70...105	50...75	65...95	40...60	30...45
GG-15		35...45	27...37	20...30	85...115	65...75	20...30	...	...	...	...	...	...	...	...	...
GG-30		65...85	50...67	35...50	165...215	100...135	35...50	...	...	...	...	...	...	...	...	...
G-AISI		30...50	16...28	13...20	40...60	20...24	13...20	20...40	12...20	10...15	35...50	20...28	14...21	25...35	16...28	8...15
AlCuMg 2		100...160	50...70	35...55	110...160	50...70	35...55	90...120	40...55	30...40	120...175	50...70	35...55	65...95	32...48	22...32
AlMg 3		80...120	50...85	42...70	80...120	50...85	42...70	65...95	40...70	30...55	90...135	58...88	45...68	30...70	26...46	18...32

Tabelle von 1965

Zulässige Spannungen für azul in N/mm²																
Werkstoffart	Belastungsart Belastungsfall	Zug			Druck			Abscherung			Biegung			Verdrehung		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
St 34		108	90	40	108	90	...	86	73	32	112	93	54	59	51	32
St 37		118	94	39	118	94	...	94	76	36	128	108	64	69	59	38
St 42		123	107	51	123	107	...	98	85	41	147	128	74	78	69	42
St 50		152	132	69	152	132	...	122	78	53	177	157	93	93	81	53
St 60		177	154	76	177	154	...	141	124	61	206	181	108	108	93	61
St 70		206	172	87	206	172	...	165	137	70	240	216	127	128	111	72
C 22		147	113	78	147	113	...	118	88	59	147	118	90	88	69	49
C 35		177	132	88	177	132	...	142	103	69	177	137	103	103	78	54
C 45		206	152	98	206	152	...	167	123	78	206	162	118	123	88	59
C 60		235	177	118	235	177	...	186	142	93	235	186	137	137	108	74
25 CrMo 4		294	211	132	294	211	...	235	167	103	294	226	162	172	123	78
30 Mn 5		294	211	132	294	211	...	235	167	103	294	226	162	172	123	78
34 CrMo 4		368	260	157	368	260	...	294	206	123	368	275	186	216	157	93
37 MnSi 5		368	260	157	368	260	...	294	206	123	368	275	186	216	157	93
42 CrMo 4		392	284	177	392	284	...	314	216	128	392	294	196	226	167	98
Federstahl, gehärtet		638	510	343	638	510	...	510	412	275	736	589	392	491	392	255
GS-38		108	83	54	108	83	...	86	67	35	125	88	61	65	50	34
GS-45		137	108	69	137	108	...	110	86	55	158	125	79	82	65	41
GS-52		147	108	74	147	108	...	118	88	69	147	118	88	88	69	44
GG-12		29	24	18	69	49	...	29	24	18	44	29	25	26	17	10
GG-26		69	54	39	98	74	...	69	54	39	74	59	49	44	34	25

Tabelle von 1965

Zulässige Spannungen für azul in kp/cm²																
Werkstoffart	Belastungsart Belastungsfall	Zug			Druck			Abscherung			Biegung			Verdrehung		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
St 34		1100	920	410	1100	920	...	880	740	330	1140	950	550	600	520	330
St 37		1200	960	400	1200	960	...	960	770	370	1300	1100	650	700	600	390
St 42		1250	1090	520	1250	1090	...	1000	870	420	1500	1300	750	800	700	430
St 50		1550	1350	700	1550	1350	...	1240	800	540	1800	1600	950	950	830	540
St 60		1800	1570	770	1800	1570	...	1440	1260	620	2100	1850	1100	1100	950	620
St 70		2100	1750	890	2100	1750	...	1680	1400	710	2450	2200	1290	1300	1130	730
C 22		1500	1150	800	1500	1150	...	1200	900	600	1500	1200	920	900	700	500
C 35		1800	1350	900	1800	1350	...	1450	1050	700	1800	1400	1050	1050	800	550
C 45		2100	1550	1000	2100	1550	...	1700	1250	800	2100	1650	1200	1250	900	600
C 60		2400	1800	1200	2400	1800	...	1900	1450	950	2400	1900	1400	1400	1100	750
25 CrMo 4		3000	2150	1350	3000	2150	...	2400	1700	1050	3000	2300	1650	1750	1250	800
30 Mn 5		3000	2150	1350	3000	2150	...	2400	1700	1050	3000	2300	1650	1750	1250	800
34 CrMo 4		3750	2650	1600	3750	2650	...	3000	2100	1250	3750	2800	1900	2200	1600	950
37 MnSi 5		3750	2650	1600	3750	2650	...	3000	2100	1250	3750	2800	1900	2200	1600	950
42 CrMo 4		4000	2900	1800	4000	2900	...	3200	2200	1300	4000	3000	2000	2300	1700	1000
Federstahl, gehärtet		6500	5200	3500	6500	5200	...	5200	4200	2800	7500	6000	4000	5000	4000	2600
GS-38		1100	850	550	1100	850	...	880	680	360	1270	900	620	660	510	350
GS-45		1400	1100	700	1400	1100	...	1120	880	560	1610	1270	810	840	660	420
GS-52		1500	1100	750	1500	1100	...	1200	900	700	1500	1200	900	900	700	450
GG-12		300	240	180	700	500	...	300	240	180	450	300	250	270	170	100
GG-26		700	550	400	1000	750	...	700	550	400	750	600	500	450	350	250

Tabelle von 1991

Zulässige Spannungen für azul in N/mm²																
Werkstoffart	Belastungsart Belastungsfall	Zug			Druck			Abscherung			Biegung			Verdrehung		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
St 37		235	235	150	235	235	150	...	...	...	330	290	170	140	140	120
St 50		295	295	210	295	295	210	...	...	...	410	410	240	170	170	160
St 60		335	335	150	335	335	150	...	...	...	470	470	280	190	190	150
St 70		365	365	300	365	365	300	...	...	...	510	510	330	210	210	190
GS-45		230	230	185	230	230	185	...	...	...	300	300	180	135	135	105

Bemerkenswert ist, das in der Tabelle von 1991 sehr viel höhere zulässige Spannungen für die verschiedenen Materialien angegeben wurden. Dies kann jedoch nicht alleine aus den anderen Sicherheitszahlen erklärt werden. Auch nicht durch eine andere Herstellungsart der Stähle.

Seien Sie vorsichtig bei der Neuberechnung für Teile von älteren Konstruktionen!

Einfluß der Wärme auf Festigkeit

Listen von 1965

Flußstahl erwärmt auf	-20°	+20°	+100°	+200°	300°	400°	500°	600°
Zugfestigkeit σ_z in Kp/cm ²	4100	3850	3950	5100	4750	3300	1900	1070
Zugfestigkeit σ_z in N/mm ²	402	378	387	500	466	324	186	105

Bei Grauguß, der auf 300° bis 350° erwärmt wird, setzt eine Gefügeumwandlung ein. Daher erfolgt ein Ersatz durch Stahlguß.

Kupfer erwärmt: Bei 120° $\sigma_z = 220 \text{ kp/cm}^2$ (21.582 N/mm²). Pro weitere 20° mehr sind σ_z 10 kp/cm² (0,981 N/mm²) weniger zu rechnen

Beispiel: Bei überhitzten Dampf von 300° darf Kupfer mit $((300-120) / 20) * 10 = 90 \text{ kp/cm}^2$ (=8,829 N/mm²) weniger, also mit $220 - 90 = 130 \text{ kp/cm}^2$ (=12,753 N/mm²) belastet werden.

Formel für Temperaturen über 120° für N/mm²
 $21.582 \text{ N/mm}^2 - \{((\text{Isttemperatur} - 120) / 20) * 0,981\} = \text{N/mm}^2$

Merke:
 Werden Stähle verschiedener Festigkeitsklassen miteinander verschweißt, so gilt stets der für σ_z der kleinere Wert!

Damalige zulässige Spannungen σ_z in kp/cm²

Brückenbau nach DIN 1073			Hauptkräfte	m. Zusatzkräften	Schweißnähte nach DIN 4100/01	Hochbau		Brückenbau				
										ST 37		St52
Haupt-, Fahrbahn und Fußwegträger	Zug- und Biegung	St 37	1400	1600	Stumpfnähte 1. Güte, einwandfrei durchgeschweißt	Zug	0,75	σ_z zul	0,8	σ_z zul	0,8	σ_z zul
		St 52	2100	2400		Druck	0,85	"	1,00	"	1,00	"
	Schub	St 37	1120	1280		Biegung	0,8	"	.....	.....	.....	.....
		St 52	1680	1920		Abscheren	0,65	"	0,65	"	0,65	"
Wind-, und Querverbände	Zug- und Biegung	St 37	1200	1200	Stumpfnähte 2. Güte, nicht einwandfrei durchgeschweißt	Zug	0,75	"	0,72	"	0,65	"
		St 52	1800	1800		Druck	0,85	"	0,9	"	0,8	"
	Schub	St 37	960	960		Biegung	0,8	"	.....	.....	.....	.....
		St 52	1440	1440		Abscheren	0,65	"	0,55	"	0,5	"
Anker	Zug	St 37	1000	1000	Kehlnähte	Z...D...B...A...	0,65	"	0,65	"	0,65	"

Die Umrechnung von kp/cm² in N/mm² erfolgt mit $(\text{kp/cm}^2) / 100 * 9,81$

Quellennachweis:
 Wilhelm Friedrich „Fach und Tabellenbücher“
 Titel: Tabellenbuch für Metallgewerbe“
 Auflage 1011

Nun die Tabellen aus den Jahre 1958

Werkstoff	Werkstoffeigenschaften kp/mm ²				Zug σ_z zul			Druck σ_d zul		Biegung σ_b zul			Schub τ_s zul		Verdrehung τ_t zul		
	σ_B	σ_S	σ_{bW}	τ_{tW}	I	II	III	I	II	I	II	III	I	II	I	II	III
St 34	36	20	17	10	13	10	7	13	10	16	12	8	11	8	8	6,5	5
St 42	45	25	20	12	17	12	8	17	12	20	15	10	14	10	10	8	6
St 50	55	30	24	15	20	15	10	20	15	24	18	12	16	12	12	10	7,5
St 60	65	36	28	18	24	17	11	24	17	29	22	14	19	14	14	11,5	9
C 35 vergütet	60	38	28	17	25	18	11	25	18	30	22	14	20	15	15	12	8,5
C 45 vergütet	70	45	32	19	30	21	13	30	21	36	26	16	24	17	18	14	9,5
C 60 vergütet	80	54	38	22	36	25	15	36	25	43	31	19	29	21	22	16	11
34 CrMo 4 vergütet	90	63	40	24	42	29	16	42	29	50	35	20	34	24	25	18	12
42 CrMg 4 vergütet	100	70	48	28	47	33	19	47	33	56	40	24	38	27	28	21	14
34 Cr NiMo 6 vergütet	120	90	50	30	60	40	20	60	40	72	48	25	48	33	36	25	15
GS-45	45	22	20	10	15	11	8	15	11	18	14	10	12	9	9	7	5
GS-52	52	25	22	12	17	13	9	18	13	20	16	11	14	11	10	8	6
GG-18	18	34	9	7	6	5	4	17	9	10	8	5	8	6	6	5	3,5
GG-26	26	46	13	10	9	7	5	22	12	15	11	7	12	8	9	7	5
AlCu 4 Mg (Duraluminium), ausgeh. u. Kalt verformt	48	30	18	11	19	13	7	19	13	20	15	9	16	11	12	9	5,5
G AlSi 13 K (Silizium)	24	10	8	5	5	4	3	5	4	6	5	4	4	3,5	4	3	2,5
MgAl 7 (Mg-Knetg), ausgehärtet	36	24	12	8	16	10	5	16	10	17	12	6	13	9	10	7	4
G MgAl 9 g K (Mg-Gußleg)	25	10	9	5	5	4	3,5	5	4	6	5	4,5	4	3,5	4	3	2,5

Werkstoff	Werkstoffeigenschaften N/mm ²				Zug σ_z zul			Druck σ_d zul		Biegung σ_b zul			Schub τ_s zul		Verdrehung τ_t zul		
	σ_B	σ_S	σ_{bW}	τ_{tW}	I	II	III	I	II	I	II	III	I	II	I	II	III
St 34	353	196	167	98	128	98	69	128	98	157	118	78	108	78	78	64	49
St 42	441	245	196	118	167	118	78	167	118	196	147	98	137	98	98	78	59
St 50	540	294	235	147	196	147	98	196	147	235	177	118	157	118	118	98	74
St 60	638	353	275	177	235	167	108	235	167	284	216	137	186	137	137	113	88
C 35 vergütet	589	373	275	167	245	177	108	245	177	294	216	137	196	147	147	118	83
C 45 vergütet	687	441	314	186	294	206	128	294	206	353	255	157	235	167	177	137	93
C 60 vergütet	785	530	373	216	353	245	147	353	245	422	304	186	284	206	216	157	108
34 CrMo 4 vergütet	883	618	392	235	412	284	157	412	284	491	343	196	334	235	245	177	118
42 CrMg 4 vergütet	981	687	471	275	461	324	186	461	324	549	392	235	373	265	275	206	137

Festigkeiten

34 Cr NiMo 6 vergütet	1177	883	491	294	589	392	196	589	392	706	471	245	471	324	353	245	147
GS-45	441	216	196	98	147	108	78	147	108	177	137	98	118	88	88	69	49
GS-52	510	245	216	118	167	128	88	177	128	196	157	108	137	108	98	78	59
GG-18	177	334	88	69	59	49	39	167	88	98	78	49	78	59	59	49	34
GG-26	255	451	128	98	88	69	49	216	118	147	108	69	118	78	88	69	49
AlCu 4 Mg (Duraluminium), ausgeh. u. Kalt verformt	471	294	177	108	186	128	69	186	128	196	147	88	157	108	118	88	54
G AlSi 13 K (Silizium)	235	98	78	49	49	39	29	49	39	59	49	39	39	34	39	29	25
MgAl 7 (Mg- Knetlg), ausgehärtet	353	235	118	78	157	98	49	157	98	167	118	59	128	88	98	69	39
G MgAl 9 g K (Mg- Gußleg)	245	98	88	49	49	39	34	49	39	59	49	44	39	34	39	29	25

Quellennachweis: Otto Ludwig „Technische Tabellen“, Fachbuchverlag Dr. Pfannenberg & Co. Jahrgang 1958

Kleine Liste der Werkstoffnummern, alte und neue Bezeichnung

Werkstoffnummer	Kurzname alt	Kurzname neu
1.0022.1	T St 10	
1.0022.5	St 10	
1.0026		S195T
1.0028	U St 34-2	
1.0030	St 00	
1.0031		E190
1.0032	St 34-2	S205GT
1.0033	St 33-1	
1.0034	R St 34-2	S205G2T
1.0035	St 33-2	S185
1.0036	U St 37-2	S235JRG1
1.0037	St 37-2	S235JR
1.0038	R St 37-2	S235JRG2
1.0039	St 37-2	S235JRH
1.0042	St 42-3	
1.0044	St 44-2	S275JR
1.0045		S355JR
1.0050	St 50-2	S295
1.0052	St 50-1	
1.0055	U St 34-1	
1.0060	St 60-2	E335
1.0062	St 60-1	
1.0065	U St 37-1	
1.0070	St 70-2	E360
1.0075	U St 42-1	
1.0100	St 34	
1.0100.6	R St 34	
1.0102	St 34-2	
1.0202.6	M St 34-2	
1.0106	St 34-3	
1.0107		P295TR1
1.0108		P295TR2
1.0110	St 37	
1.0110.1	U St 37	
1.0111.6	MRS St 37-2	
1.0112	St 37-2	P235S
1.0112.5	U St 37-2	
1.0114	St 37-3U	S235J0
1.0115		S235J0C
1.0116	M St 37-3	S235J2C
1.0117		S235J2
1.0118	ZST 37-3N QST 37-3N KST 37- 3N	S235J2G3C
1.0119		
1.0120	ZST 37-2 KST 37-2	S235JRC
1.0121	UZST 37-2 UQST 37-2 UKST 37-2	S235JRG1C
1.0122		S235JRC
1.0128		S275JRC
1.0130	St 42	
1.0132	ST 42-2	
1.0132.6	R St 42-2	
1.0136	St 42-3	
1.0140	ST 42	S275J0C
1.0141		S275J2G3C
1.0142		S275J2C
1.0143	St 44-3U	S275J0
1.0144	St 44-3N	S275J2G3
1.0145		S275J2
1.0149	St 44-3U	S275J0H
1.0153	ZSt 44-3	
1.0159	Z St 37-2	
1.0161	UZST 37-2	
1.0165	RZST 37-2	
1.0168	RZST 37-3	
1.0181	ST 42-2	
1.0201	U St 36-1	
1.0216	U St 30-1	
1.0301	C10	
1.0302	C10 Pb	
1.0305	ST 35.8	
1.0306		DX54D
1.0308	St 35	E235
1.0309		DX55D
1.0311	IF 18	
1.0312		DC05
1.0315	ST 37.8	
1.0319		L210GA
1.0330.3	WUST 12	
1.0330.5	UST 12	
1.0333.5	UST 13	
1.0333.6	RSt 13	
1.0336.5	UST 14	
1.0338.6	RRSt 14	
1.0345	H I	P 235 GH
1.0401	C15	
1.0402	C22	
1.0406	C25	
1.0408	St 45	
1.0416	GS-38	
1.0419	R-St 44-2	
1.0420	GS 38	GE 200
1.0425	HII	P265 GH
1.0435	H III	P285 NH
1.0443	GS-45	
1.0445	H IV	
1.0446		GS-45
1.0461	STE 255	S 255 N
1.0473		P355GH
1.0477	R St 46-3	
1.0481		P295GH
1.0482	19 Mn 5	
1.0483	St 46-3	
1.0490	StE 285	S275N
1.0491	TstE 285	S275NL
1.0501	C35	
1.0503	C45	
1.0507	St 55	
1.0528	C 30	
1.0530	St 50	
1.0531	St 50	

1.0533		E295GC
1.0535	C55	
1.0543		E335GC
1.0545	StE 355	S355N
1.0546	TSIE 355	S355NL
1.0551	GS-52	
1.0552	GS-52	
1.0553	St52-3U	S355J0
1.0554		S355J0C
1.0558	GS-60	
1.0569	St 52-3	S355J2G3C
1.0570	St 52-3N	S355J2G3
1.0572	Cq 15	
1.0577		S355J2
1.0579		S355J2C
1.0582	STE 355	
1.0590		S450J0
1.0594		S355K2C
1.0596		S355K2
1.0601	C60	
1.0612	Cq 22	
1.0619	GS-C25	
1.0632.6	St 70-2	
1.0633		E360GC
1.0651	C 35	
1.0652	Cq 35	
1.0722	Cq 45	
1.0751	C 60	