



Peiner Umformtechnik GmbH
Woltorfer Straße 20-24
31224 Peine
Deutschland/Germany

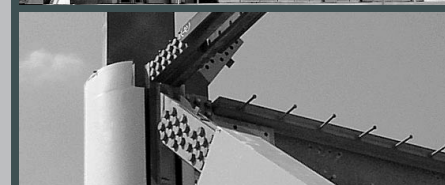
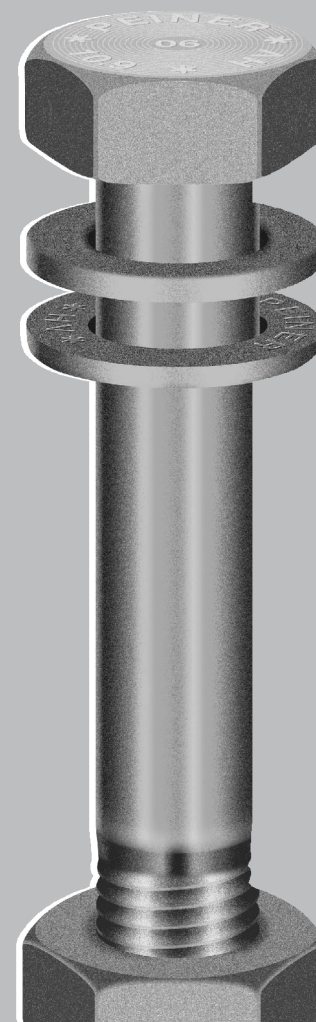
Telefon + 49 (0) 5171 545-0
Telefax + 49 (0) 5171 545-180
E-Mail info@peiner-ut.com
Internet www.peiner-ut.com

Eine Gesellschaft der
Sundram Fasteners Ltd., Indien

Stand April 2010. Abbildungen und technische Daten unverändert. Änderungen bzw. Konstruktionsänderungen vorbehalten.

PEINER HV-

Schrauben-Garnituren
für den Stahlbau





Die PEINER Umformtechnik ist eine Gesellschaft der indischen Sundram Fasteners Limited (SFL). Sundram ist Teil der TVS-Gruppe, einem der größten Automobilzulieferer Indiens. Am Standort Peine produziert die PEINER Umformtechnik seit mehr als 80 Jahren Schrauben, Muttern und sonstige Verbindungselemente für den Stahl- und Brückenbau und für Verbindungen in Windenergieanlagen, sowie hochwertige Automobilteile für namhafte Hersteller weltweit.

Unser Key-Accountment berät unsere Kunden in allen Belangen der Verschraubungstechnik, sei es bei der Auswahl der Verbindungselemente, der Gestaltung der Verbindungsstellen oder der Berechnung und Montage. Durch die Zusammenarbeit mit Hochschulen im Rahmen von Forschungs Kooperationen und die federführende Mitarbeit in regelsetzenden Gremien, wie nationalen (DIN) und internationalen (CEN, ISO) Normenausschüssen, sind wir immer entsprechend dem Stand der Technik informiert und gestalten diesen mit. Aktuelle Themen, wie Änderungen bei Produktnormen oder Berechnungs- und Montagevorschriften, vermitteln wir unseren Kunden durch Schulungsveranstaltungen.

Die Peiner Umformtechnik versorgt die Stahlbaubranche mit hochfesten HV- und HVP-Garnituren nach DIN EN 14399-4, DIN EN 14399-6 und DIN EN 14399-8 über den Schrauben-großhandel, der die logistischen Dienstleistungen übernimmt.

PEINER hochfeste vorspannbare (HV) Schrauben-Garnituren werden vorrangig in gleitfesten Verbindungen, in biegesteifen Stirnplatten-Verbindungen, in Scher-Loch-leibungs-Verbindungen und in Ringflansch-Verbindungen bei Windenergieanlagen eingesetzt.

Als sicherheitsrelevante Konstruktionselemente müssen HV-Schrauben strenge Qualitätskriterien erfüllen. Wir fertigen sie daher mit hoher Präzision und großem Aufwand für die Qualitätssicherung. Jede Peiner HV-Schraube und HV-Mutter wird mit einem Kennzeichen – einer Seriennummer – versehen. So kann nachträglich jederzeit der Fertigungsweg vom Endprodukt bis zur Charge des Vormaterials zurückverfolgt werden. Diese Kennzeichnung sorgt für Transparenz im Produktionsablauf und ist zugleich Zeichen unseres Qualitätsanspruchs. Gemäß DIN 18800-7:2008-11, kann dadurch das für HV-Schrauben geforderte Prüfzeugnis 3.1 nach DIN EN 10204 entfallen. Unabhängig davon werden auf Wunsch Prüfzeugnisse 3.1 erstellt.

PEINER HV-Garnituren sind im genormten Abmessungsbereich M12 bis M36 ab Lager lieferbar. Darüber hinaus ist ein erweiterter Abmessungsbereich bis M64, insbesondere zur Anwendung in Windenergieanlagen, gemäß der DAST-Richtlinie 021 und einer entsprechenden PEINER-Werknorm lieferbar.

Korrosionsschutz durch Feuerverzinken

Durch Feuerverzinken erreichen wir einen guten, hochwertigen Korrosionsschutz – auch in aggressiver Atmosphäre. Eine mit dem Grundmaterial legierte Zinkschicht von 50 bis 70 µm Dicke kann die volle Funktionsfähigkeit der Schraubenverbindung je nach Angriffsmedien über viele Jahre schützen (Bild 1).

Auf der Grundlage wissenschaftlicher Erkenntnisse und langer, guter Erfahrungen erfolgt das Feuerverzinken nach besonderen Bedingungen, gemäß Herstellungsrichtlinie des Deutschen Schraubenverbandes und des Gemeinschaftsausschusses Verzinken.

Feuerverzinkte und vergütungsschwarze HV-Muttern sind mit einer speziellen Langzeitschmierung behandelt und somit einbaufertig. Sie erfüllen in diesem Zustand die Vorgaben für Vorspannkraft und Anziehmoment nach DIN 18800-7:2008-11.

Die europäischen HV-Produktnormen sind sogenannte harmonisierte Normen nach der Bauproduktenrichtlinie der Europäischen Gemeinschaft. Auf dieser Grundlage werden die HV-Garnituren mit CE-Zeichen ausgeliefert. Damit dürfen innerhalb der Europäischen Gemeinschaft für die Produkte keine Handelshemmnisse bestehen oder aufgebaut werden.

Im Regelfall werden HV-Garnituren nach DIN EN 14399-4, DIN EN 14399-6 und DIN EN 14399-8 mit CE-Kennzeichnung in der k-Klasse Ausführung K1 geliefert und erfüllen zusätzlich die Anforderungen der DIN 18800-7 für ein drehmomentgesteuertes Vorspannen.

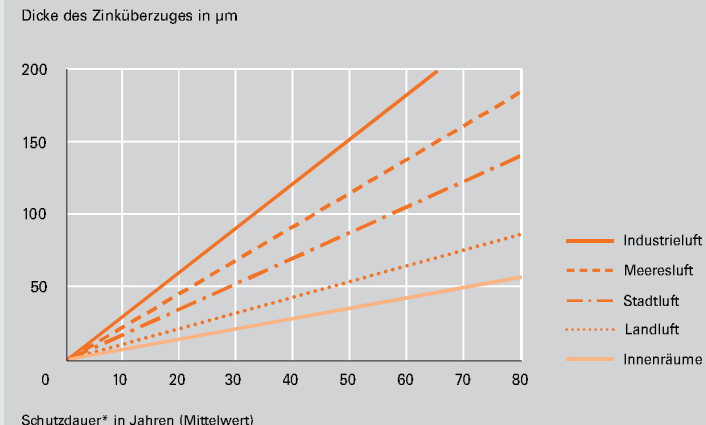
Die Komponenten der HV-Garnituren, d.h. die Schrauben, Muttern und Scheiben, sind separat verpackt. Eine HV-Garnitur entsteht durch die Kombination von Schraube, Mutter und Scheiben eines Herstellers.

HV-Garnituren sind uneingeschränkt zur Ausführung aller im Stahlbau üblichen Verbindungstypen für Schraubenverbindungen sowohl nach der deutschen Norm DIN 18800-1, als auch nach der europäischen Norm DIN EN 1993-1-8 geeignet.

Bild 1

Schutzdauer von Zinküberzügen unter Berücksichtigung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse

*Die Schutzdauer ist keine „Gewährleistungszeit“



Quelle: Arbeitsblätter Feuerverzinken (5.4 Korrosionsverhalten von Zinküberzügen an der Atmosphäre), 3. Auflage 1999

PEINER HV-Schrauben-Garnituren

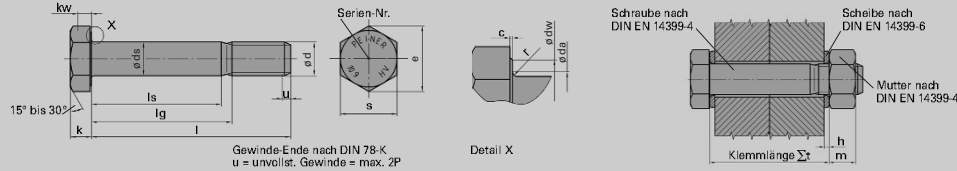


Tabelle 1

Maße der Schraube*

Abmessungen der PEINER HV-Schrauben mit großen Schlüsselweiten DIN EN 14399-4 für GV, SLV- und -SL-Verbindungen in Stahlkonstruktionen

*Angaben in Millimeter

Nennmaß	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30	M36
P ¹⁾	1,75	2	2,5	2,5	3	3	3,5	4
c	min. 0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
	max. 0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
d _a	max. 15,2	19,2	24	26	28	32	35	41
	nom. 12	16	20	22	24	27	30	36
d _s	min. 11,3	15,3	19,16	21,16	23,16	26,16	29,16	35
	max. 12,7	16,7	20,84	22,84	24,84	27,84	30,84	37
d _z ²⁾	min. 20,1	24,9	29,5	33,3	38,0	42,8	46,6	55,9
e	min. 23,91	29,56	35,03	39,55	45,20	50,85	55,37	66,44
	nom. 8	10	13	14	15	17	19	23
k	min. 7,55	9,25	12,1	13,1	14,1	16,1	17,95	21,95
	max. 8,45	10,75	13,9	14,9	15,9	17,9	20,05	24,05
k _w	min. 5,28	6,47	8,47	9,17	9,87	11,27	12,56	15,36
r	min. 1,2	1,2	1,5	1,5	1,5	2	2	2
s	min. 22	27	32	36	41	46	50	60
	max. 21,16	26,16	31	35	40	45	49	58,8
	nom. 3	4	4	4	4	5	5	6
h	min. 2,7	3,7	3,7	3,7	3,7	4,4	4,4	5,4
	max. 3,3	4,3	4,3	4,3	4,3	5,6	5,6	6,6
m	nom.=max. 10	13	16	18	20	22	24	29
	min. 9,64	12,3	14,9	16,9	18,7	20,7	22,7	27,7

Anmerkung: Für feuerverzinkte Schrauben, Scheiben und Muttern gelten die Maße vor dem Verzinken

¹⁾ P = Gewindesteigung (Regelgewinde)

²⁾ d_{w,max} = S_{ist}

Nennmaß	Schachtlängen l _s und l _g															
	M12		M16		M20		M22		M24		M27		M30		M36	
	l _s min.	l _g max.	l _s min.	l _g max.	l _s min.	l _g max.	l _s min.	l _g max.	l _s min.	l _g max.	l _s min.	l _g max.	l _s min.	l _g max.	l _s min.	l _g max.
30	1,75	7														
35	6,75	12	1	7												
40	11,75	17	6	12												
45	16,75	22	11	17	4,5	12										
50	21,75	27	16	22	9,5	17	8,5	16	2	11						
55	26,75	32	21	27	14,5	22	13,5	21	7	16						
60	31,75	37	26	32	19,5	27	18,5	26	12	21	10	19				
65	36,75	42	31	37	24,5	32	23,5	31	17	26	15	24				
70	41,75	47	36	42	29,5	37	28,5	36	22	31	20	29	15,5	26		
75	46,75	52	41	47	34,5	42	33,5	41	27	36	25	34	20,5	31		
80	51,75	57	46	52	39,5	47	38,5	46	32	41	30	39	25,5	36	16	28
85	56,75	62	51	57	44,5	52	43,5	51	37	46	35	44	30,5	41	21	33
90	61,75	67	56	62	49,5	57	48,5	56	42	51	40	49	35,5	46	26	38
95	66,75	72	61	67	54,5	62	53,5	61	47	56	45	54	40,5	51	31	43
100	71,75	77	66	72	59,5	67	58,5	66	52	61	50	59	45,5	56	36	48
105	76,75	82	71	77	64,5	72	63,5	71	57	66	55	64	50,5	61	41	53
110	81,75	87	76	82	69,5	77	68,5	76	62	71	60	69	55,5	66	46	58
115	86,75	92	81	87	74,5	82	73,5	81	67	76	65	74	60,5	71	51	63
120	91,75	97	86	92	79,5	87	78,5	86	72	81	70	79	65,5	76	56	68
125	96,75	102	91	97	84,5	92	83,5	91	77	86	75	84	70,5	81	61	73
130	101,75	107	96	102	89,5	97	88,5	96	82	91	80	89	75,5	86	66	78
135	106,75	112	101	107	94,5	102	93,5	101	87	96	85	94	80,5	91	71	83
140	111,75	117	106	112	99,5	107	98,5	106	92	101	90	99	85,5	96	76	88
145	116,75	122	111	117	104,5	112	103,5	111	97	106	95	104	90,5	101	81	93
150	121,75	127	116	122	109,5	117	108,5	116	102	111	100	109	95,5	106	86	98
155	126,75	132	121	127	114,5	122	113,5	121	107	116	105	114	100,5	111	91	103
160	131,75	137	126	132	119,5	127	118,5	126	112	121	110	119	105,5	116	96	108
165	136,75	142	131	137	124,5	132	123,5	131	117	126	115	124	110,5	121	101	113
170	141,75	147	136	142	129,5	137	128,5	136	122	131	120	129	115,5	126	106	118
175	146,75	152	141	147	134,5	142	133,5	141	127	136	125	134	120,5	131	111	123
180	151,75	157	146	152	139,5	147	138,5	146	132	141	130	139	125,5	136	116	128
185			151	157	144,5	152	143,5	151	137	146	135	144	130,5	141	121	133
190			156	162	149,5	157	148,5	156	142	151	140	149	135,5	146	126	138
195			161	167	154,5	162	153,5	161	147	156	145	154	140,5	151	131	143
200			166	172	159,5	167	158,5	166	152	161	150	159	145,5	156	136	148
210			176	182	169,5	177	168,5	176	162	171	160	169	155,5	166	146	158
220			186	192	179,5	187	178,5	186	172	181	170	179	165,5	176	156	168
230					189,5	197	188,5	196	182	191	180	189	175,5	186	166	178
240					199,5	207	198,5	206	192	201	190	199	185,5	196	176	188
250					209,5	217	208,5	216	202	211	200	209	195,5	206	186	198
260					219,5	227	218,5	226	212	221	210	219	205,5	216	196	208

 genommener Nennlängenbereich
 zusätzlicher Nennlängenbereich

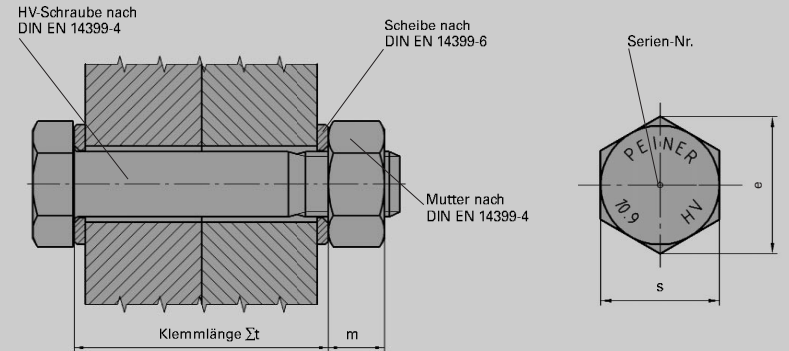
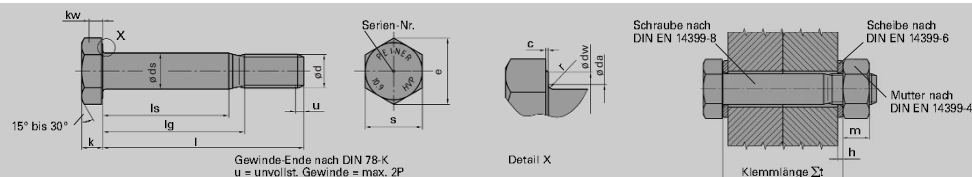


Tabelle 1a

¹⁾ Klemmlänge Σt umfasst auch die beiden Scheiben (siehe Bild oben)

Nennlänge l	Klemmlänge $\Sigma t_{\min.}$ und $\Sigma t_{\max.}$ für HV- und HVP-Schrauben ¹⁾							
	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30	M36
30	11 - 16							
35	16 - 21	12 - 17						
40	21 - 26	17 - 22						
45	26 - 31	22 - 27	18 - 23					
50	31 - 36	27 - 32	23 - 28	22 - 27				
55	36 - 41	32 - 37	28 - 33	27 - 32				
60	41 - 46	37 - 42	33 - 38	32 - 37	29 - 34			
65	46 - 51	42 - 47	38 - 43	37 - 42	34 - 39			
70	51 - 56	47 - 52	43 - 48	42 - 47	39 - 44	36 - 41		
75	56 - 61	52 - 57	48 - 53	47 - 52	44 - 49	41 - 46	39 - 44	
80	61 - 66	57 - 62	53 - 58	52 - 57	49 - 54	46 - 51	44 - 49	
85	66 - 71	62 - 67	58 - 63	57 - 62	54 - 59	51 - 56	49 - 54	43 - 48
90	71 - 76	67 - 72	63 - 68	62 - 67	59 - 64	56 - 61	54 - 59	48 - 53
95	76 - 81	72 - 77	68 - 73	67 - 72	64 - 69	61 - 66	59 - 64	53 - 58
100	81 - 86	77 - 82	73 - 78	72 - 77	69 - 74	66 - 71	64 - 69	58 - 63
105	86 - 91	82 - 87	78 - 83	77 - 82	74 - 79	71 - 76	69 - 74	63 - 68
110	91 - 96	87 - 92	83 - 88	82 - 87	79 - 84	76 - 81	74 - 79	68 - 73
115	96 - 101	92 - 97	88 - 93	87 - 92	84 - 89	81 - 86	79 - 84	73 - 78
120	101 - 106	97 - 102	93 - 98	92 - 97	89 - 94	86 - 91	84 - 89	78 - 83
125	106 - 111	102 - 107	98 - 103	97 - 102	94 - 99	91 - 96	89 - 94	83 - 88
130	111 - 116	107 - 112	103 - 108	102 - 107	99 - 104	96 - 101	94 - 99	88 - 93
135	116 - 121	112 - 117	108 - 113	107 - 112	104 - 109	101 - 106	99 - 104	93 - 98
140	121 - 126	117 - 122	113 - 118	112 - 117	109 - 114	106 - 111	104 - 109	98 - 103
145	126 - 131	122 - 127	118 - 123	117 - 122	114 - 119	111 - 116	109 - 114	103 - 108
150	131 - 136	127 - 132	123 - 128	122 - 127	119 - 124	116 - 121	114 - 119	108 - 113
155	136 - 141	132 - 137	128 - 133	127 - 132	124 - 129	121 - 126	119 - 124	113 - 118
160	141 - 146	137 - 142	133 - 138	132 - 137	129 - 134	126 - 131	124 - 129	118 - 123
165	146 - 151	142 - 147	138 - 143	137 - 142	134 - 139	131 - 136	129 - 134	123 - 128
170	151 - 156	147 - 152	143 - 148	142 - 147	139 - 144	136 - 141	134 - 139	128 - 133
175	156 - 161	152 - 157	148 - 153	147 - 152	144 - 149	141 - 146	139 - 144	133 - 138
180	161 - 166	157 - 162	153 - 158	152 - 157	149 - 154	146 - 151	144 - 149	138 - 143
185			158 - 163	157 - 162	154 - 159	151 - 156	149 - 154	143 - 148
190			163 - 168	162 - 167	159 - 164	156 - 161	154 - 159	148 - 153
195			168 - 173	167 - 172	164 - 169	161 - 166	159 - 164	153 - 158
200			173 - 178	172 - 177	169 - 174	166 - 171	164 - 169	158 - 163
210			183 - 188	182 - 187	179 - 184	176 - 181	174 - 179	168 - 173
220			193 - 198	192 - 197	189 - 194	186 - 191	184 - 189	178 - 183
230			203 - 208	202 - 207	199 - 204	196 - 201	194 - 199	188 - 193
240			213 - 218	212 - 217	209 - 214	206 - 211	204 - 209	198 - 203
250			223 - 228	222 - 227	219 - 224	216 - 221	214 - 219	208 - 213
260			233 - 238	232 - 237	229 - 234	226 - 231	224 - 229	218 - 223

PEINER HV-Schrauben-Garnituren

**Tabelle 2****Maße der
Passschraube***

**Abmessungen der
PEINER HV-Pass-
schrauben mit großen
Schlüsselweiten
DIN EN 14399-8 für
GVP-, SLVP- und SLP-
Verbindungen in
Stahlkonstruktionen**

**Die Mutter für
HVP-Garnituren nach
DIN EN 14399-8 ist
identisch mit der
HV-Mutter nach
DIN EN 14399-4**

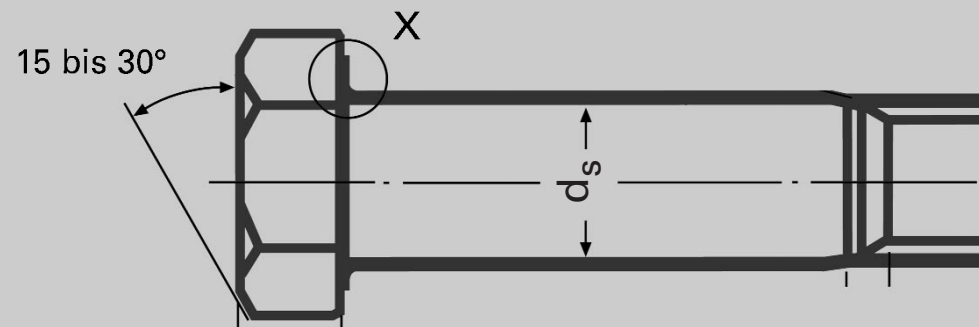
*Angaben in Millimeter

Nennmaß		M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30	M36
P ¹⁾		1,75	2	2,5	2,5	3	3	3,5	4
	min.	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
	max.	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
d _a	nom.	15,2	19,2	24	26	28	32	35	41
	min. ²⁾	13	17	21	23	25	28	31	37
	max. ²⁾	12,74	16,74	20,71	22,71	24,71	27,71	30,67	36,67
d _w ³⁾	nom.	12,85	16,85	20,84	22,84	24,84	27,84	30,83	36,83
	min.	20,1	24,9	29,5	33,3	38,0	42,8	46,6	55,9
	max.	23,91	29,56	35,03	39,55	45,20	50,85	55,37	66,44
e	nom.	8	10	13	14	15	17	19	23
	min.	7,55	9,25	12,1	13,1	14,1	16,1	17,95	21,95
	max.	8,45	10,75	13,9	14,9	15,9	17,9	20,05	24,05
k _w	min.	5,28	6,47	8,47	9,17	9,87	11,27	12,56	15,36
	min.	1,2	1,2	1,5	1,5	1,5	2	2	2
	max.	22	27	32	36	41	46	50	60
s	min.	21,16	26,16	31	35	40	45	49	58,8
	nom.	3	4	4	4	4	5	5	6
	min.	2,7	3,7	3,7	3,7	3,7	4,4	4,4	5,4
h	max.	3,3	4,3	4,3	4,3	4,3	5,6	5,6	6,6
	nom. = max.	10	13	16	18	20	22	24	29
	min.	9,64	12,3	14,9	16,9	18,7	20,7	22,7	27,7

Anmerkung:
Für feuerverzinkte Schrauben, Scheiben und Muttern gelten die Maße vor dem Verzinken
¹⁾ P = Gewindesteigung (Regelgewinde) ²⁾ Entspricht Toleranzklasse b11 ³⁾ $d_{w, \max} = S_{set}$

I	Schaftlängen l_5 und l_9																	
	M12		M16		M20		M22		M24		M27		M30		M36			
Nennmaß	$l_{\min}$	$l_{\max}$	$l_{\min}$	$l_{\max}$	$l_{\min}$	$l_{\max}$	$l_{\min}$	$l_{\max}$	$l_{\min}$	$l_{\max}$	$l_{\min}$	$l_{\max}$	$l_{\min}$	$l_{\max}$	$l_{\min}$	$l_{\max}$		
50	20,5	27	14,5	22	8,5	17												
55	25,5	32	19,5	27	13,5	22	12,5	21	6	16								
60	30,5	37	24,5	32	18,5	27	15,5	26	11	21	9	19						
65	35,5	42	29,5	37	23,5	32	22,5	31	16	26	14	24	9,5	21				
70	40,5	47	34,5	42	28,5	37	27,5	36	21	31	19	29	14,5	26				
75	45,5	52	39,5	47	33,5	42	32,5	41	26	36	24	34	19,5	31				
80	50,5	57	44,5	52	38,5	47	37,5	46	31	41	29	39	24,5	36				
85	55,5	62	49,5	57	43,5	52	42,5	51	36	46	34	44	29,5	41	20	33		
90	60,5	67	54,5	62	48,5	57	47,5	56	41	51	39	49	34,5	46	25	38		
95	65,5	72	59,5	67	53,5	62	52,5	61	46	56	44	54	39,5	51	30	43		
100	70,5	77	64,5	72	58,5	67	57,5	66	51	61	49	59	44,5	56	35	48		
105	75,5	82	69,5	77	63,5	72	62,5	71	56	66	54	64	49,5	61	40	53		
110	80,5	87	74,5	82	68,5	77	67,5	76	61	71	59	69	54,5	66	45	58		
115	85,5	92	79,5	87	73,5	82	72,5	81	66	76	64	74	59,5	71	50	63		
120	90,5	97	84,5	92	78,5	87	77,5	86	71	81	69	79	64,5	76	55	68		
125	95,5	102	89,5	97	83,5	92	82,5	91	76	86	74	84	69,5	81	60	73		
130	100,5	107	94,5	102	88,5	97	87,5	96	81	91	79	89	74,5	86	65	78		
135	105,5	112	99,5	107	93,5	102	92,5	101	86	96	84	94	79,5	91	70	83		
140	110,5	117	104,5	112	98,5	107	97,5	106	91	101	89	99	84,5	96	75	88		
145	115,5	122	109,5	117	103,5	112	102,5	111	96	106	94	104	89,5	101	80	93		
150	120,5	127	114,5	122	108,5	117	107,5	116	101	111	99	109	94,5	106	85	98		
155	125,5	132	119,5	127	113,5	122	112,5	121	106	116	104	114	99,5	111	90	103		
160	130,5	137	124,5	132	118,5	127	117,5	126	111	121	109	119	104,5	116	95	108		
165	135,5	142	129,5	137	123,5	132	122,5	131	116	126	114	124	109,5	121	100	113		
170	140,5	147	134,5	142	128,5	137	127,5	136	121	131	119	129	114,5	126	105	118		
175	145,5	152	139,5	147	133,5	142	132,5	141	126	136	124	134	119,5	131	110	123		
180	150,5	157	144,5	152	138,5	147	137,5	146	131	141	129	139	124,5	136	115	128		
185					143,5	152	142,5	151	136	146	134	144	129,5	141	120	133		
190					148,5	157	147,5	156	141	151	139	149	134,5	146	125	138		
195					153,5	162	152,5	161	146	156	144	154	139,5	151	130	143		
200					158,5	167	157,5	166	151	161	149	159	144,5	156	135	148		
210					168,5	177	167,5	176	161	171	159	169	154,5	166	145	158		
220					178,5	187	177,5	186	171	181	169	179	164,5	176	155	168		
230					188,5	197	187,5	196	181	191	179	189	174,5	186	165	178		
240					198,5	207	197,5	206	191	201	189	199	184,5	196	175	188		
250					208,5	217	207,5	216	201	211	199	209	194,5	206	185	198		
260					218,5	227	217,5	226	211	221	209	219	204,5	216	195	208		

	genommener
	Nennlängen-
	bereich
	zusätzlicher
	Nennlängen-
	bereich

**Tabelle 2a**

**Gewichte der
PEINER HV-Schrauben
DIN EN 14399-4,
PEINER HVP-Schrauben
DIN EN 14399-8,
PEINER HV-Muttern
DIN EN 14399-4 und
PEINER HV-Scheiben
DIN EN 14399-6**

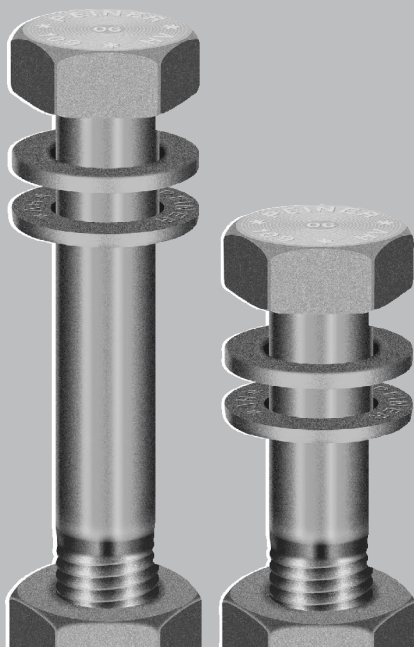
* die angegebenen Gewichte sind Anhaltswerte

Gewinde d	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30	M36
Nennlänge l	Gewicht* in kg/100 Stück bei 785 kg/dm³							
30	4,50							
35	4,94	9,19						
40	5,39	9,98						
45	5,83	10,77	17,83					
50	6,28	11,56	19,07	24,60	30,60			
55	6,72	12,35	20,30	26,09	32,38			
60	7,16	13,14	21,53	27,58	34,15	45,90		
65	7,61	13,92	22,77	29,08	35,93	48,15	61,63	
70	8,05	14,71	24,00	30,57	37,70	50,39	64,40	
75	8,50	15,50	25,23	32,06	39,48	52,64	67,17	
80	8,94	16,29	26,46	33,55	41,25	54,89	69,95	110,50
85	9,38	17,08	27,70	35,04	43,03	57,14	72,72	114,50
90	9,83	17,87	28,93	36,54	44,81	59,38	75,50	118,49
95	10,27	18,66	30,16	38,03	46,58	61,63	78,27	122,49
100	10,71	19,45	31,40	39,52	48,36	63,88	81,05	126,48
105	11,16	20,24	32,63	41,01	50,13	66,13	83,82	130,48
110	11,60	21,03	33,86	42,50	51,91	68,37	86,60	134,47
115	12,05	21,82	35,10	44,00	53,68	70,62	89,37	138,47
120	12,49	22,61	36,33	45,49	55,46	72,87	92,14	142,46
125	12,93	23,39	37,56	46,98	57,23	75,11	94,92	146,46
130	13,38	24,18	38,80	48,47	59,01	77,36	97,69	150,45
135	13,82	24,97	40,03	49,96	60,79	79,61	100,47	154,45
140	14,27	25,76	41,26	51,46	62,56	81,86	103,24	158,44
145	14,71	26,55	42,49	52,95	64,34	84,10	106,02	162,44
150	15,15	27,34	43,73	54,44	66,11	86,35	108,79	166,43
155	15,60	28,13	44,96	55,93	67,89	88,60	111,57	170,43
160	16,04	28,92	46,19	57,42	69,66	90,85	114,34	174,42
165	16,49	29,71	47,43	58,92	71,44	93,09	117,11	178,42
170	16,93	30,50	48,66	60,41	73,22	95,34	119,89	182,41
175	17,37	31,29	49,89	61,90	74,99	97,59	122,66	186,41
180	17,82	32,08	51,13	63,39	76,77	99,83	125,44	190,40
185		32,86	52,36	64,88	78,54	102,08	128,21	194,40
190		33,65	53,59	66,38	80,32	104,33	130,99	198,39
195		34,44	54,83	67,87	82,09	106,58	133,76	202,39
200		35,23	56,06	69,36	83,87	108,82	136,53	206,38
205		36,02	57,29	70,85	85,64	111,07	139,31	210,38
210		36,81	58,52	72,34	87,42	113,32	142,08	214,37
215		37,60	59,76	73,84	89,20	115,57	144,86	218,37
220		38,39	60,99	75,33	90,97	117,81	147,63	222,36
225			62,22	76,82	92,75	120,06	150,41	226,36
230			63,46	78,31	94,52	122,31	153,18	230,35
235			64,69	79,80	96,30	124,55	155,96	234,35
240			65,92	81,30	98,07	126,80	158,73	238,35
245			67,16	82,79	99,85	129,05	161,50	242,34
250			68,39	84,28	101,63	131,30	164,28	246,34
255			69,62	85,77	103,40	133,54	167,05	250,33
260			70,86	87,26	105,18	135,79	169,83	254,33

Achtung: Für Gewichtsangaben von HVP-Schrauben nach DIN EN 14399-8, müssen die Tabellenwerte um ~ 6% erhöht werden!

+ 2 HV-Scheiben	1,4	3,0	3,8	4,8	6,0	10,6	12,6	21,2
+ 1 HV-Mutter	2,3	4,5	6,9	9,8	14,5	20,7	26,2	46,0
Σ	3,7	7,5	10,7	14,6	20,5	31,3	38,8	67,2

Berechnung von Stahlbauverbindungen mit HV-Schrauben nach DIN 18800-1:2008-11 und DIN EN 1993-1-8:2005



Einteilung von Schraubenverbindungen
Mit der DIN EN 1993-1-8 wurde gegenüber der DIN 18800-1 eine neue Klassifizierung von Schraubenverbindungen vorgenommen, die sich an der Richtung der Krafteinleitung im Verhältnis zur Schraubenlängsachse orientiert. In den nachfolgenden Darstellungen (Tabellen 3 und 4) werden die Nachweiskriterien, auf die später eingegangen wird, und die entsprechenden Klassifizierungen nach DIN 18800-1 jeweils im Grenzzustand der Gebrauchtauglichkeit (GdG) als auch im Grenzzustand der Tragfähigkeit (GdT) angegeben.

Berechnung von HV-Schraubenverbindungen
Für den Nachweis von HV-Schraubenverbindungen werden sicherlich noch einige Zeit sowohl die deutsche Norm DIN 18800-1 als auch die europäische Norm DIN EN 1993-1-8 und DIN EN 1993-1-9 verwendet. Es macht daher Sinn sich mit beiden Nachweisformaten zu beschäftigen und gegebenenfalls die technisch bedeutenden Unterschiede anzuprechen.

1. Nachweis auf Abscherung der Schrauben
1.1. Die Bemessungswerte der Abscherbeanspruchungen V_a dürfen die nach der DIN 18800-1:2008-11 Grenzaabscherkräfte $V_{a,R,d}$ nicht überschreiten.

$$\frac{V_a}{V_{a,R,d}} \leq 1$$

Die Grenzaabscherkraft $V_{a,R,d}$ ist

$$V_{a,R,d} = A \cdot \tau_{a,R,d} = A \cdot \alpha_a \cdot f_{u,b,k} / \gamma_M$$

A Schaftquerschnitt $A_{S_{ch}}$, wenn der glatte Schaft in der Scherfuge liegt
Spannungsquerschnitt $A_{S_{p}}$, wenn der Gewindeteil des Schaftes in der Scherfuge liegt.

α_a 0,55 für HV-Schrauben der Festigkeitsklasse 10.9, wenn der glatte Schaft in der Scherfuge liegt.

0,44 für HV-Schrauben der Festigkeitsklasse 10.9, wenn der Gewindeteil in der Scherfuge liegt.

$f_{u,b,k}$ charakteristische Zugfestigkeit des Schraubenmaterials, bei HV-Schrauben: 1000 N/mm²

$\gamma_M = 1,1$ Teilsicherheitsbeiwert für den Widerstand

Beim Nachweisverfahren Plastisch-Plastisch und bei einschnittigen ungestützten Verbindungen sind weitere Vorschriften zu beachten.

1.2 Nach der DIN EN 1993-1-8:2005 darf die einwirkende Scherkraft $F_{v,Ed}$ den entsprechenden Grenzwert $F_{v,Rd}$ nicht überschreiten. Dieser berechnet sich zu:

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

- wenn der Schaft in der Scherfuge liegt:
A Schaftquerschnitt $\alpha_v = 0,6$

- wenn das Gewinde in der Scherfuge liegt:
A Spannungsquerschnitt A_s
 $\alpha_v = 0,5$
 f_{ub} für FK 10.9 = 1000 N/mm²
 $\gamma_{M2} = 1,25$ Teilsicherheitsbeiwert

Trotz dieser Unterschiede in den Koeffizienten der Nachweisformate ist die daraus ermittelte Beanspruchbarkeit nach DIN 18800-1 und DIN EN 1993-1-8 annähernd gleich. Wenn das Schraubengewinde in der Scherfuge liegt, sind die Beanspruchbarkeiten gleich.

Tabelle 3

Krafteinleitung quer zur Schraubenachse

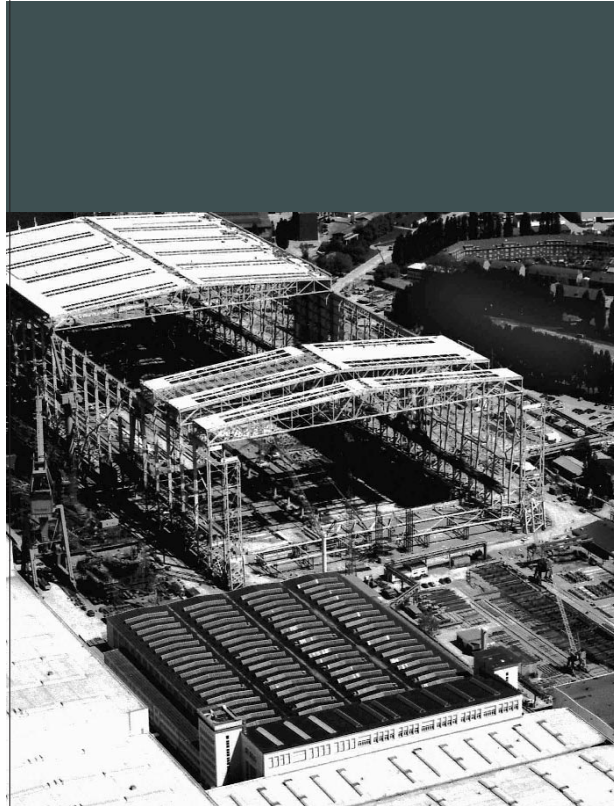
Scher-/Lochleibungs- und gleitfeste Verbindungen				
Kategorie	Kriterium	Anmerkung	Verglichen mit DIN 18800-1	
			GdG	GdT
A Scher-/Lochleibungs-Verbindung	$F_{v,Ed} \leq F_{v,Rd}$ $F_{v,Ed} \leq F_{b,Rd}$	Keine Vorspannung erforderlich, jedoch in den meisten Fällen von Vorteil, Festigkeitsklassen 4.6 bis 10.9	SL bzw. SLP	SL bzw. SLP
B Gleitfeste Verbindung (GdG)	$F_{v,Ed,sar} \leq F_{s,Rd,sar}$ $F_{v,Ed} \leq F_{v,Rd}$ $F_{v,Ed} \leq F_{b,Rd}$	Hochfeste Schrauben FK 8.8 oder 10.9 vorgespannt	GV bzw. GVP	SL bzw. SLP
C Gleitfeste Verbindung (GdT)	$F_{v,Ed} \leq F_{s,Rd}$ $F_{v,Ed} \leq F_{b,Rd}$ $F_{v,Ed} \leq N_{sot,Rd}$	Hochfeste Schrauben FK 8.8 oder 10.9 vorgespannt. $N_{sot,Rd}$ nach DIN EN 1993-1-1	GV bzw. GVP	GV bzw. GVP (Netto)

Tabelle 4

Krafteinleitung in Richtung der Schraubenachse

Zugbeanspruchte Verbindungen			
Kategorie	Kriterium	Anmerkung	Verglichen mit DIN 18800-1
D Nicht vorgespannt	$F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd}$ $F_{t,Ed} \leq F_{p,Rd}^{1)}$	Keine Vorspannung erforderlich, Festigkeitsklassen 4.6 bis 10.9	Nicht klassifiziert, jedoch Nachweiskriterium angeben
E Vorspannt	$F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd}$ $F_{t,Ed} \leq F_{p,Rd}$	Hochfeste Schrauben FK 8.8 oder 10.9	

¹⁾ Bemessungswert des Durchstanzwiderstandes des Schraubenkopfes und der Schraubenmutter (DIN EN 1993-1-8:2005 Absatz 3.6.1 Tabelle 3.5)



2. Nachweis der Lochleibung

2.1 Nach DIN 18800-1:2008-11 dürfen die Bemessungswerte der Lochleibungsbeanspruchungen V_l die Grenzlochleibungskräfte $V_{l,R,d}$ nicht überschreiten.

$$\frac{V_l}{V_{l,R,d}} \leq 1$$

Die Grenzlochleibungskraft $V_{l,R,d}$ ist

$$\begin{aligned} V_{l,R,d} &= t \cdot d_{Sch} \cdot \sigma_{l,R,d} \\ &= t \cdot d_{Sch} \cdot \alpha_l \cdot f_{y,k} / \gamma_M \end{aligned}$$

Mit	t	Dicke des Bauteils
	d_{Sch}	Schaftdurchmesser der Schraube
	α_l	Faktor zur Ermittlung der Lochleibungsbeanspruchbarkeit, abhängig vom Lochbild (Bild 2)
	$f_{y,k}$	charakteristische Streckgrenze des Bauteilmaterials
	γ_M	= 1,1 Teilsicherheitsbeiwert für den Widerstand
Für	$e_2 \geq 1,5 d_L$ und $e_3 \geq 3,0 d_L$ ist	
	$\alpha_l = 1,1 e_1/d_L - 0,30$ (Endschraube)	
	$\alpha_l = 1,08 e/d_L - 0,77$ (Innenschraube)	
Für	$e_2 = 1,2 d_L$ und $e_3 = 2,4 d_L$ ist	
	$\alpha_l = 0,73 e_1/d_L - 0,20$ (Endschraube)	
	$\alpha_l = 0,72 e/d_L - 0,51$ (Innenschraube)	
Mit	e_1	Randabstand in Kraftrichtung
	e	Lochabstand in Kraftrichtung
	e_2	Randabstand senkrecht zur Kraftrichtung
	e_3	Lochabstand senkrecht zur Kraftrichtung
	d_L	Lochdurchmesser

2.2 Die Grenzlochleibungskraft nach DIN EN 1993-1-8 berechnet sich zu:

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

Mit	α_b	min. (α_d ; f_{ub}/f_u ; 1,0)
		für Randschrauben:
		$\alpha_d = e_1/3 \cdot d_0$
		für innere Schrauben:
		$\alpha_d = p_1/3 \cdot d_0 - 0,25$

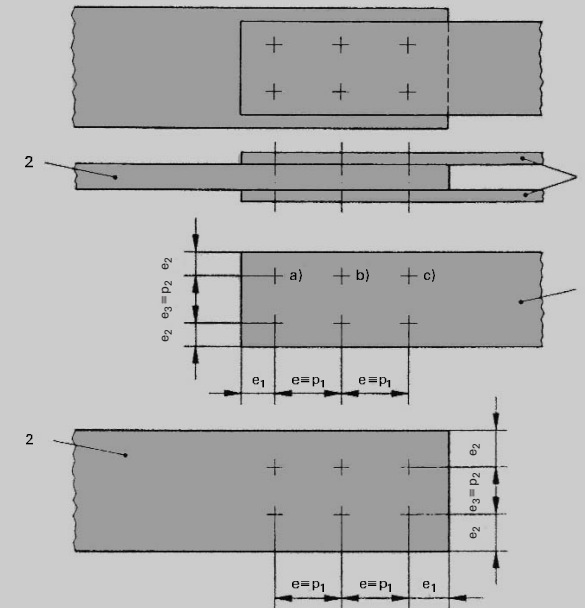


Bild 2

Doppellaschen-Scher-Verbindung mit Randabständen e_1 und e_2 und Lochabständen e und e_3 . Für Zugscherbeanspruchung der Verbindung sind die

Schrauben a und c Endschrauben

Schrauben b Innenschrauben

Für Druckscherbeanspruchung der Verbindung sind die Schrauben a, b und c Innenschrauben

1 Außenlaschen
2 Innenlaschen

k_1	für Randschrauben: min. (2,8 · $e_2/d_0 - 1,7$; 2,5)
k_1	für innere Schrauben: min. (1,4 · $p_2/d_0 - 1,7$; 2,5)
f_u	Zugfestigkeit des Bauteilwerkstoffes
d	Nenn Durchmesser der Schraube
t	Dicke des Bauteils
$\gamma_{M2} = 1,25$	Teilsicherheitsbeiwert für den Widerstand

Anmerkungen:

$F_{b,Rd}$ bei Langlöchern mit Längsachse quer zur Kraftrichtung mit Beiwert 0,6 gegenüber normalem Lochspiel abgemindert.

Hierbei ist d_0 der Lochdurchmesser; p_1 ist der Lochabstand in Kraftrichtung und p_2 der Lochabstand senkrecht der Kraftrichtung.

Die Berechnung erfolgt mit dem Werkstoffkennwert f_u gegenüber $f_{y,k}$ beim Nachweis nach der DIN 18800-1. Da die Berechnungen der Grenzlochleibungskraft nach DIN 18800-1 und DIN EN 1993-1-8 sich vom Ansatz her unterscheiden, ist kein einfacher Vergleich möglich und es ist eine Neuberechnung erforderlich.



3. Der Nachweis von HV-Schrauben auf Zugbelastung erfolgt durch Berechnung der Grenzzugkraft nach sehr ähnlichen Ansätzen (Tabelle 5).

Für HV-Schrauben ergibt sich das Verhältnis von:

$$\frac{F_{t,Rd}}{N_{R,d}} = 0,99$$

so dass die Beanspruchbarkeiten nach alter und neuer Norm praktisch als gleich anzunehmen sind.

4. Kombination von Zug und Abscheren

Es ist nach DIN 18800-1 folgender Interaktionsnachweis zu führen:

$$\left(\frac{N}{N_{R,d}} \right)^2 + \left(\frac{V_a}{V_{a,R,d}} \right)^2 \leq 1$$

Hierin sind:

N, V_a Bemessungswerte der Beanspruchungen auf Zug und Abscheren
siehe 3
 $N_{R,d}$ siehe 3
 $V_{a,R,d}$ siehe 1.1

Auf den Interaktionsnachweis darf verzichtet werden, wenn $N/N_{R,d}$ oder $V_a/V_{a,R,d}$ kleiner als 0,25 ist.

Nach DIN EN 1993-1-8 ergibt sich die Interaktionsbedingung aus der Auswertung experimenteller Ergebnisse zu

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4 F_{t,Rd}} \leq 1,0$$

Es werden damit Wechselwirkungen zwischen beiden Belastungen unterschiedlich bewertet (Bild 3).

5. Nachweis gleitfester Verbindungen: (GV und GVP)

5.1 Nach der DIN 18800-1 dürfen die für die Gebrauchstauglichkeit maßgebenden Beanspruchungen V_g die Grenzgleitkräfte $V_{g,R,d}$ nicht überschreiten.

$$\frac{V_g}{V_{g,R,d}} \leq 1$$

Die Grenzgleitkraft $V_{g,R,d}$ ist

$V_{g,R,d} = \mu \cdot F_v / (1,15 \cdot \gamma_M)$, wenn keine äußere Zugkraft auf die HV-Schraube einwirkt,
 $V_{g,R,d} = \mu \cdot F_v (1 - N / F_v) / (1,15 \cdot \gamma_M)$, wenn eine äußere Zugkraft auf die HV-Schraube einwirkt.

Dabei ist

μ die Reibungszahl nach Vorbehandlung der Reibflächen nach DIN 18800-7
 F_v die Vorspannkraft nach DIN 18800-7
 N die anteilig auf die Schraube entfallende Zugkraft
 $\gamma_M = 1,0$

Darüber hinaus ist für GV- und GVP-Verbindungen ein Tragsicherheitsnachweis wie für SL- und SLP-Verbindungen zu führen.



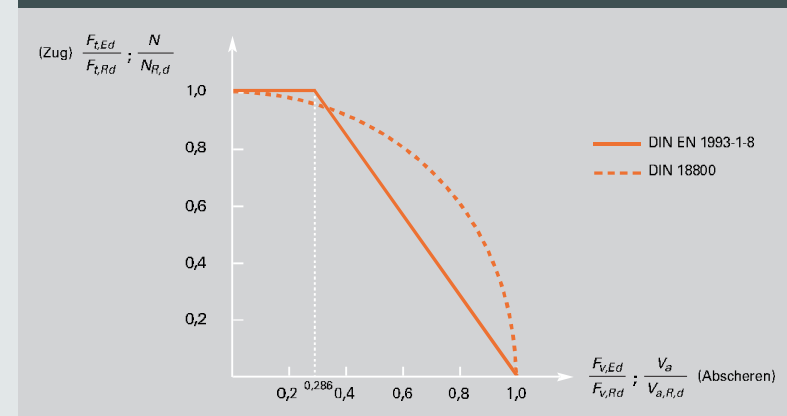
5.2 Nach der DIN EN 1993-1-8 ist der Nachweis einer gleitfesten HV-Verbindung durch Berechnung des Gleitwiderstandes sowohl im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GdG) als auch im Grenzzustand der Tragfähigkeit (GdT) möglich. Der Gleitwiderstand $F_{s,Rd}$ berechnet sich zu:

$$F_{s,Rd} = \frac{k_s \cdot n \cdot \mu}{\gamma_{M3}} \cdot F_{p,C}$$

Tabelle 5

Berechnung der Grenzzugkraft zum Nachweis von HV-Schrauben auf Zugbelastung.

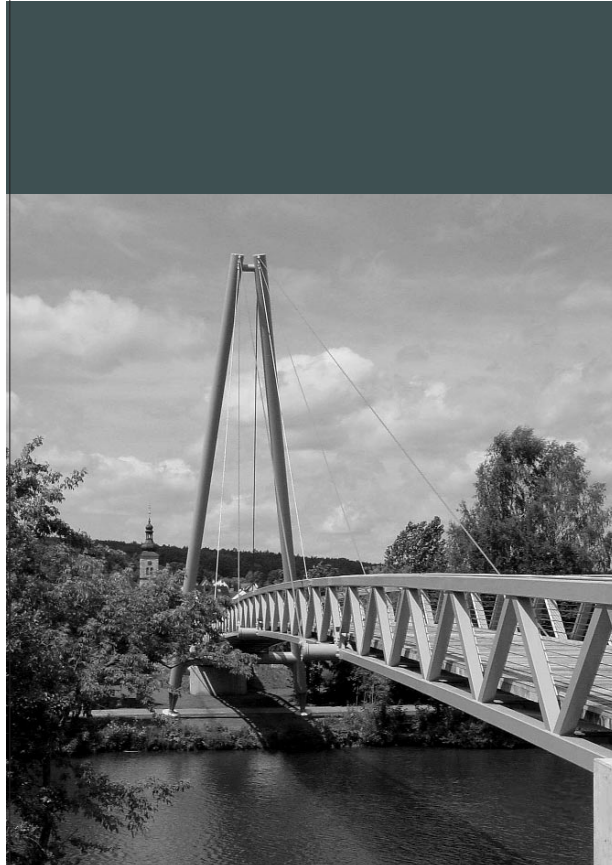
	DIN 18800-1:2008-11	DIN EN 1993-1-8:2005
	$N_{R,d} = \frac{A_{Sp} \cdot f_{u,b,k}}{1,25 \cdot \gamma_M}$	$F_{t,Rd} = \frac{k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_S}{\gamma_{M2}}$
A_{Sp}	Spannungsquerschnitt	A_S Spannungsquerschnitt
$f_{u,b,k}$	für FK 10.9 = 1000 N/mm ²	f_{ub} für FK 10.9 = 1000 N/mm ²
1,25	= Beiwert zur erhöhten Absicherung gegen Zugfestigkeit	$k_2 = 0,9$
γ_M	= 1,1	$\gamma_{M2} = 1,25$



Quelle: übernommen von Univ.-Prof. Dr.-Ing. Ungermann und Dipl.-Ing. Schmidt, Universität Dortmund

Bild 3

Wechselwirkung zwischen Zug und Abscheren:
DIN 18800-1:2008-11
DIN EN 1993-1-8:2005



© Maurer Sohne GmbH & Co. KG, München

Dabei ist
 k_S Lochbeiwert, abhängig von Lochausführung und -spiel, z. B. für normales Lochspiel: $k_S = 1$
 n Anzahl der Gleitfugen
 μ Reibungszahl in den Kontaktflächen, Einstufung nach Gleitflächenklassen, z. B. für Klasse A: $\mu = 0,5$
 $F_{p,C} = 0,7 \cdot f_{ub} \cdot A_s (= 1,11 \cdot F_V)$
 $\gamma_{M3} = 1,25$ Teilsicherheitsbeiwert für GdT
 $\gamma_{M3,ser} = 1,1$ Teilsicherheitsbeiwert für GdG

Im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (Kategorie B nach DIN EN 1993-1-8) ist dieser Wert etwa 16% höher als die Grenzgleitkraft nach DIN 18800-1. Hierbei ist aber zu beachten, dass die angesetzte Vorspannkraft $F_{p,C}$ etwa 11% höher ist als die Vorspannkraft F_V nach DIN 18800-7 und mit Drehmomentverfahren nicht mehr sicher zu erreichen, da der dort wirksame Reibungseinfluss einer gewissen Streuung unterworfen ist. Aus diesem Grunde ist hier das kombinierte Vorspannverfahren nach DIN EN 1090-2 anzuwenden. Für PEINER HV-Schrauben sind die dabei anzuwendenden Voranziehrehmomente und Weiterdrehwinkel als Herstellerempfehlung in Tabelle 8 angegeben.

5.3 Ein einfacher Vergleich der Beanspruchbarkeit gleitfester Verbindungen nach DIN EN 1993-1-8 und der DIN 18800-1 bei kombinierter Scher- und Zugbeanspruchung über eine Verhältniszahl oder die Angabe eines prozentualen Unterschiedes ist nicht möglich, das die Beanspruchbarkeiten vom Verhältnis von Zugbeanspruchung und Vorspannkraft abhängen.

In Tabelle 6 sind die in den jeweiligen Normen angegebenen Berechnungsformeln für die Beanspruchbarkeiten aufgeführt. Für gleitfeste Verbindungen im Grenzzustand der Tragfähigkeit (GdT, Kategorie C) enthält lediglich die DIN EN 1993-1-8 Angaben.

Um im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GdG) einen Vergleich anzustellen, wird die äußere Zugbelastung gleichgesetzt und die Vorspannkraft nach DIN EN 1993-1-8 abhängig von der Vorspannkraft nach DIN 18800-7 ausgedrückt.

Mit
 $F_{p,C} = 1,11 \cdot F_V$ und $F_{tEd,ser} = N$ und $\mu = 0,5$ sowie F_V nach DIN 18800-7, ergibt sich durch

Umformung der Gleichungen nach Eurocode 3 und DIN

$$F_{s,Rd,ser} = 0,836 \cdot V_{g,Rd} + 0,141 \cdot F_V$$

Dies ist die Gleichung einer Geraden in der allgemeinen Form

$$y = mx + n$$

6. Nachweis der Betriebsfestigkeit

Nach DIN 18800-1 sind die erforderlichen Nachweise für auf Zug oder Abscheren beanspruchte Schrauben nach Abschnitt 7.5.1, Element 741 oder nach Abschnitt 8.2.1.5, Element 811 gemäß DIN 18800-1:2008-11 zu führen. Ein geeignetes Nachweisformat kann der DIN EN 1993-1-9 entnommen werden. Im Grundsatz beruht dies auf einer Schädigungsrechnung mit Hilfe einer abgewandelten Schadensakkumulationshypothese nach Palmgren-Miner.

Tabelle 6

Gleitfeste Verbindungen bei kombinierter Scher- und Zugbeanspruchung

DIN 18800-1:2008-11	DIN EN 1993-1-8:2005
Grenzgleitkraft $V_{g,Rd} = \frac{\mu \cdot F_V \left(1 - \frac{N}{F_V}\right)}{1,15 \cdot \gamma_M}$ μ die Reibungszahl nach Vorbehandlung der Reibflächen nach DIN 18800-7 F_V die Vorspannkraft nach DIN 18800-7 N die anteilig auf die Schraube entfallende Zugkraft für den Gebrauchstauglichkeitsnachweis. $\gamma_M = 1,0$ Es dürfen Reibungszahlen $\mu > 0,5$ verwendet werden, wenn sie belegt werden.	Gleitwiderstand für hochfeste Verbindungen gilt allgemein $F_{s,Rd} = \frac{k_S \cdot n \cdot \mu}{\gamma_{M3}} \cdot F_{p,C}$ Dabei ist k_S der Beiwert n die Anzahl der Gleitfugen μ die Reibungszahl kombinierte Scher- und Zugbeanspruchung gilt bei Kategorie B Verbindungen (GdG) $F_{s,Rd,ser} = \frac{k_S \cdot n \cdot \mu}{\gamma_{M3,ser}} \left(F_{p,C} - 0,8 \cdot F_{tEd,ser}\right)$ bei Kategorie C Verbindungen (GdT) $F_{s,Rd} = \frac{k_S \cdot n \cdot \mu}{\gamma_{M3}} \left(F_{p,C} - 0,8 \cdot F_{tEd}\right)$

Anmerkungen zur DIN 18800-1:2008-11:

1) Für nicht zugbeanspruchte Schrauben folgt:

$$V_{g,Rd} = \frac{\mu \cdot F_V}{1,15 \cdot \gamma_M}$$

2) Zugkräfte in vorgespannten Verbindungen reduzieren die Klemmkraft zwischen den Berührungsflächen, so dass die Gleitlasten ebenfalls reduziert werden.

3) Der Faktor 1,15 ist ein Korrekturfaktor. Die Zugbeanspruchung aus äußerer Belastung wird rechnerisch ausschließlich den Schrauben zugewiesen. Das heißt, der tatsächlich eintretende Abbau der Klemmkraft in den Berührungsflächen der zu verbindenden Bauteile sowie die Vergrößerung der Pressung in den Auflageflächen von Schraubenkopf und Mutter werden nicht berücksichtigt.



Vorspannen von PEINER HV-Schraubenverbindungen

1. Regelungen der DIN 18800-7:2008-11

Für eine planmäßige Vorspannung sind HV-Schrauben-Garnituren auf die Regel-Vorspannkraft F_v nach Tabelle 7 vorzuspannen. Die Regel-Vorspannkraft ergibt sich aus dem Produkt von Nennspannungsquerschnitt des Gewindes (A_{Sp}) $\times$ 0,7 $\times$ Streckgrenze ($f_{y,b,k} = 900 \text{ N/mm}^2$ für 10.9). Für das Vorspannen durch Drehen, im Regelfall durch Drehen der Mutter, ist bevorzugt das Drehmomentverfahren anzuwenden. Die Regel-Vorspannkraft F_v wird durch ein Anziehmoment M_A erzeugt. Für HV-Schrauben-Garnituren der k-Klasse K1 gilt unabhängig vom Oberflächenzustand ein einheitliches Anziehdrehmoment M_A gemäß Tabelle 7. Dieses Verfahren ermöglicht ein stufenweises Vorspannen in Anschlüssen mit vielen Schrauben sowie ein Nachziehen als Kontrolle oder zum Ausgleich von Vorspannkraftverlusten nach wenigen Tagen.

Die DIN 18800-7 bietet für eine Vorspannung auf das in Tabelle 7 dargestellte Vorspann-

kraftniveau noch weitere Verfahren an, die hier nur grundsätzlich erläutert werden, da sie in praxi nur selten zum Einsatz kommen. Die entsprechenden genauen Vorgehensweisen sind dann gegebenenfalls dem Normtext zu entnehmen.

Beim Drehimpulsverfahren wird die Vorspannkraft durch Drehimpulse, d.h. tangentiale Drehschläge erzeugt. Das Anziehgerät ist vor der Verwendung mit einem geeigneten Einstellgerät auf die in der DIN 18800-7 für dieses Verfahren genannte Vorspannkraft einzustellen.

Beim Drehwinkelverfahren erfolgt das Vorspannen in zwei Stufen. Zuerst wird ein recht niedriges Voranziehmoment aufgebracht, bei dem in praxi ein gewisses Risiko besteht, dass die zu verbindenden Teile dann noch nicht vollflächig anliegen. Der dann aufzubringende Weiterdrehwinkel ist durch eine Verfahrensprüfung zu ermitteln. Fehlende vollflächige Anlage der Bauteile

vor Aufbringen des Weiterdrehwinkels führt im Einzelfall zu hohen Streuungen bei den Vorspannkräften.

Beim kombinierten Verfahren erfolgt das Vorspannen ebenfalls in zwei Stufen. Das in DIN 18800-7 tabellierte Voranziehmoment ist deutlich höher und soll dadurch die Wahrscheinlichkeit erhöhen, dass bereits eine vollflächige Anlage der Bauteile erreicht wird. Danach wird ein in DIN 18800-7 ebenfalls tabellierter Weiterdrehwinkel aufgebracht, der geringer ist als der in der DIN EN 1090-2 genannte, da das Vorspannkraftniveau dort höher ist.

2. Regelungen der DIN EN 1090-2

Für vorgespannte Verbindungen, bei denen die Vorspannkraft nicht in die statische Berechnung eingeht, also überall dort, wo der Nachweis einer gleitfesten Verbindung nicht zu führen ist, ist auch nach der europäischen Norm DIN EN 1993-1-8 ein Vorspannkraftniveau $F_{p,C}^*$ erlaubt, das unter

dem Niveau $F_{p,C}$ liegt. Für Verbindungen, die aus anderen Gründen als dem Nachweis der Gleitfestigkeit vorgespannt werden, ist daher weiterhin ein Vorspannen auf

$$F_{p,C}^* = 0,7 \cdot f_{yb} \cdot A_s$$

erlaubt, was dem Vorgehen nach der DIN 18800-7 entspricht. Das Drehmomentverfahren kann daher in solchen Fällen uneingeschränkt angewandt werden.

Für eine Vorspannung auf eine Schraubenkraft

$$F_{p,C} = 0,7 \cdot f_{ub} \cdot A_s$$

die die Zugfestigkeit der Schraube zu 70% ausnutzt, empfiehlt die PEINER Umformtechnik die Anwendung des kombinierten Verfahrens nach DIN EN 1090-2 mit den aufgeführten Voranziehmomenten M_A und den aufgeführten Weiterdrehwinkeln (Tabelle 8).

Tabelle 7

Vorspannkraft und Anziehmomente für Drehmoment-Vorspannverfahren für HV-Garnituren der k-Klasse K1 für das Vorspannen nach DIN 18800-7

Maße	Regel-Vorspannkraft F_v [kN] (entspricht $F_{p,C}^* = 0,7 \cdot f_{yb} \cdot A_s$)	Drehmomentverfahren	
		Aufzubringendes Anziehmoment M_A zum Erreichen der Regel-Vorspannkraft F_v [Nm]	Oberflächenzustand: feuerverzinkt und geschmiert ^a und wie hergestellt und geschmiert ^a
1	M 12	50	100
2	M 16	100	250
3	M 20	160	450
4	M 22	190	650
5	M 24	220	800
6	M 27	290	1250
7	M 30	350	1650
8	M 36	510	2800

^a Mutttern im Anlieferungszustand herstellenseitig mit Molybdändisulfid oder gleichwertigem Schmierstoff behandelt. Im Gegensatz zu früheren Regelungen ist das Anziehmoment unabhängig vom Lieferzustand immer gleich.

Tabelle 8

Erforderliche Vorspannkraft, Voranziehmomente und Weiterdrehwinkel bzw. -umdrehungsmaße für das kombinierte Vorspannverfahren für HV-Garnituren der k-Klasse K1 für das Vorspannen nach DIN EN 1090-2

Kombiniertes Verfahren								
Maße	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30	M36
Vorspannkraft $F_{p,C} = 0,7 \cdot f_{ub} \cdot A_s$ [kN]	59	110	172	212	247	321	393	572
Voranziehmoment M_A [Nm]	75	190	340	490	600	940	1240	2100
Weiterdrehwinkel bzw. -umdrehungsmaß für Klemmlänge insgesamt Σt								
Gesamte Nenndicke Σt der zu verbindenden Teile (einschließlich aller Futterbleche und Unterlegscheiben)			Weiterdrehwinkel			Weiterumdrehungsmaß		
1	$\Sigma t < 2d$			60°			1/6	
2	$2d \leq \Sigma t < 6d$			90°			1/4	
3	$6d \leq \Sigma t < 10d$			120°			1/3	



Anwendungshinweise für HV-Schrauben-Garnituren

PEINER HV-Schrauben dürfen nur mit PEINER HV-Muttern und PEINER HV-Scheiben verschraubt werden, um das geforderte Anziehverhalten und bei feuerverzinkten Verbindungselementen zusätzlich die Gewindepassfähigkeit sicherzustellen. PEINER HV-Muttern, feuerverzinkt, sind einbaufertig geschmiert. Eine zusätzliche Schmierung von Schrauben, Muttern und Scheiben kann zu Montagefehlern führen.

Die einzelnen Verbindungselemente sind für eine Nenngröße beliebig zu einer Garnitur kombinierbar und nur mit gleichem Oberflächenzustand einzusetzen (keine „Mischanwendung“ wie z.B. „schwarze“ Schraube und feuerverzinkte Mutter).

Lagerung von HV-Garnituren

Die Elemente einer Schraubengarnitur müssen so gelagert werden, dass der Oberflächenzustand und damit die Funktionseigenschaften (z. B. durch Korrosion oder Schmutz) nicht nachteilig beeinflusst werden.

Eine Garnitur ist eine jeweils beliebige Zusammenstellung einer Schraube, einer Mutter und Scheiben eines Herstellers.

Anordnung der Verbindungselemente

Scheibe: Fläche mit Kennzeichnung zum Bauteil
Fasen zum Schraubenkopf
bzw. zur Mutter

Mutter: Fläche mit Kennzeichnung sichtbar nach außen

Besondere Hinweise zu planmäßig vorgespannten Schraubenverbindungen:

- Bei Vorspannen durch Drehen des Schraubenkopfes ist das Erreichen der planmäßigen Vorspannung z. B. durch eine Verfahrensprüfung zum Anziehverhalten mit geeigneter Schmierung der kopfseitigen Scheibe oder der Auflagefläche des Schraubenkopfes sicherzustellen.
- Für Beschichtungen auf Kontaktflächen von SLV- und SLVP-Verbindungen ist DIN 18800-7:2008-11, Tabelle 4, zu beachten. Erforderlichenfalls sind auftretende Vorspannkraftverluste durch Nachziehen der Schraubenverbindung auszugleichen.
- Wird eine planmäßig vorgespannte Garnitur später gelöst, dann muss sie ausgebaut und durch eine neue ersetzt werden. Wenn für gelöste Garnituren, die nach dem Drehmoment- oder Drehimpuls-Verfahren vorgespannt wurden, nachgewiesen wird, dass die Schraube beim ersten Vorspannen nicht bleibend geschädigt wurde, ist ein erneutes Vorspannen dieser Schraube mit einer neuen Mutter und Scheibe desselben Schraubenherstellers zulässig. Unsere Empfehlung: Da beim Lösen und Ausbauen planmäßig vorgespannter HV-Schrauben-Garnituren meistens nicht mehr bekannt ist, ob bei der ersten Montage Unregelmäßigkeiten, z.B. Schiefstellung, dadurch hohe einseitige Pressung und in der Folge örtliche Plastifizierungen im Gewinde, aufgetreten sind, und eine genaue Überprüfung der Verbindungsmittel auf bleibende Verformungen unter Baustellen-

bedingungen nicht immer möglich ist, sollten aus Sicherheitsgründen diese Garnituren komplett durch neue ersetzt werden.

Schraubenüberstand

Nach dem Anziehen muss das Schraubengewinde bei planmäßig vorgespannten Verbindungen und bei SL- und SLP-Verbindungen mit zusätzlicher Zugbeanspruchung mindestens einen vollständigen Gewindegang über die Mutter hinausragen.

Nach der DIN 18800-7:2008-11 reicht es bei nicht planmäßig vorgespannten Verbindungen ohne zusätzliche Zugbeanspruchung aus, wenn das Schraubenende mit der Außenfläche der Mutter abschließt.

Verwendung mehrerer Scheiben auf einer Seite

Zum Ausgleich der Klemmlänge sind auf der Seite, auf der nicht gedreht wird, bis zu drei Scheiben mit einer Gesamtdicke von max. 12 mm zulässig.

Zulässige Neigung der Auflageflächen am Bauteil gegen Auflageflächen des Schraubenkopfes und/oder der Mutter

(Summe aus planmäßiger und herstellungsbedingter Neigung)
Bei vorwiegend ruhender Beanspruchung $\leq 4^\circ$ ($\approx 2^\circ$) (sofern mutternseitig angezogen wird), bei nicht vorwiegend ruhender Beanspruchung $\leq 2^\circ$ ($\approx 1^\circ$).

Bei Überschreitung der Grenzwerte sind zum Ausgleich geeignete Keilscheiben ausreichender Härte einzubauen.

Beim Verschrauben von U- oder I-Profilen sind die entsprechenden Keilscheiben nach DIN 6917 oder DIN 6918 zu verwenden (zusätzlich oder anstelle der runden Scheiben nach DIN EN 14399-6).

Sichern von Schraubenverbindungen

Planmäßig vorgespannte Schraubenverbindungen benötigen auch bei nicht vorwiegend ruhender Beanspruchung keine zusätzlichen Sicherungsmaßnahmen (Bei einem Klemmlängenverhältnis $\Sigma t/d < 5$ sind mögliche Querverschiebungen durch konstruktive Maßnahmen hinreichend zu begrenzen.).

Langlöcher

Langlöcher und planmäßig übergroße Löcher sowie dafür (zusätzlich zu den Scheiben) gegebenenfalls notwendige Unterlegbleche dürfen nur nach Angaben des Entwurfverfassers ausgeführt werden. Sie erfordern in der Regel einen speziellen statischen Nachweis.

Einsatz von HV-Schrauben in Bauteilen mit Innengewinde

Ermittlung der erforderlichen Einschraubtiefe nach DIN 18800-1:2008-11, El. (504) ggf. unter Heranziehung der Vorgaben der VDI-Richtlinie 2230. Bei feuerverzinkten HV-Schrauben ist hinsichtlich der Gewindepassfähigkeit das Innengewinde mit Gewindeübermaß der Toleranzklasse 6AZ gemäß DIN EN ISO 10684 herzustellen (erforderlichenfalls in Abstimmung mit uns).

