

MINISTERIALBLATT

FÜR DAS LAND NORDRHEIN-WESTFALEN

Ausgabe A

31. Jahrgang	Ausgegeben zu Düsseldorf am 19. Dezember 1978	Nummer 133
---------------------	--	-------------------

Inhalt

I.

Veröffentlichungen, die in die Sammlung des bereinigten Ministerialblattes für das Land Nordrhein-Westfalen (SMBL. NW.) aufgenommen werden.

Glied-Nr.	Datum	Titel	Seite
232314	29. 11. 1978	RdErl. d. Innenministers Wetterfeste Baustähle	1958
232343	30. 11. 1978	RdErl. d. Innenministers Anwendung hochfester Schrauben im Stahlbau	1958

II.

Veröffentlichungen, die nicht in die Sammlung des bereinigten Ministerialblattes für das Land Nordrhein-Westfalen (SMBL. NW.) aufgenommen werden.

Datum	Hinweis	Seite
	Inhalt des Gesetz- und Verordnungsblattes für das Land Nordrhein-Westfalen Nr. 69 v. 8. 12. 1978	1966

I.

232314

Wetterfeste Baustähle

RdErl. d. Innenministers v. 29. 11. 1978 -
V B 4 - 445.109

1. Neuere Untersuchungen und die Auswertung der bisherigen Erfahrungen und Beobachtungen haben gezeigt, daß ein vollständiger Stillstand des Rostvorganges auch nach einer Deckschichtbildung nicht eintritt, und über zeitlichen Ablauf und das Maß der Abrostung noch keine zuverlässige Aussage getroffen werden kann.

Die Richtlinien für die Lieferung, Verarbeitung und Anwendung wetterfester Baustähle - Ausgabe Februar 1970 - (DAST-Ri 007) werden zur Zeit überarbeitet.

2. Werden wetterfeste Baustähle (WT-Stähle) ohne Korrosionsschutz verwendet, so ist hierfür ein besonderer Nachweis ihrer Brauchbarkeit erforderlich (allgemeine bauaufsichtliche Zulassung bzw. Zustimmung zur Verwendung im Einzelfall gem. § 23 BauO NW).

Bei der Verwendung von WT-Stählen für Schornsteine nach DIN 4133 bedarf es des besonderen Nachweises jedoch nicht, weil in dieser Norm Regelungen über Korrosionszuschläge und Zeitabstände der Revision enthalten sind und im übrigen WT-Stähle die Anforderungen der entsprechenden Stahlsorten nach DIN 17100 - Allgemeine Baustähle - erfüllen.

3. Im Verzeichnis der nach § 3 Abs. 3 BauO NW eingeführten technischen Baubestimmungen, Anlage zum RdErl. v. 7. 6. 1963 (SMBI. NW. 2323), sind in Abschnitt 2.5 die „Richtlinien für die Lieferung, Verarbeitung und Anwendung wetterfester Baustähle“ zu streichen.
4. Meinen RdErl. v. 5. 8. 1970 (SMBI. NW. 232314), mit dem ich vorgenannte Richtlinien bauaufsichtlich eingeführt habe, hebe ich auf.

- MBI. NW. 1978 S. 1958.

232343

Anwendung hochfester Schrauben im Stahlbau

RdErl. d. Innenministers v. 30. 11. 1978 -
V B 4 - 480.128

- Anlage 1. Die DAST-Richtlinie 010 (Fassung Juni 1976) - Anwendung hochfester Schrauben im Stahlbau - wird nach § 3 Abs. 3 der Landesbauordnung (BauO NW) als Richtlinie bauaufsichtlich eingeführt und als Anlage bekanntgemacht.

Die DAST-Richtlinie 010 ersetzt die „Vorläufigen Richtlinien für Berechnung, Ausführung und bauliche Durchbildung von gleitfesten Schraubenverbindungen (HV-Verbindungen)“ - 2. Ausgabe 1963 - und die „Ergänzungen zu den Vorläufigen Richtlinien für

HV-Verbindungen für den Anwendungsbereich des Stahlhochbaues mit vorwiegend ruhender Belastung“ - Ausgabe März 1967 -, die mit RdErl. v. 26. 2. 1970 (MBI. NW. S. 592/SMBI. NW. 232343) bauaufsichtlich eingeführt worden sind.

2. Bei Anwendung der DAST-Richtlinie 010 - Fassung Juni 1976 - ist folgendes zu beachten:

- 2.1 Zu Abschnitt 1.1 - Anwendungsbereich

Die DAST-Richtlinie 010 darf im Kranbau nur soweit angewendet werden, als sie den Vorschriften des Abschnittes 9 von DIN 15018 Teil 1, Ausgabe April 1974, nicht widerspricht.

- 2.2 Zu Abschnitt 2.1

Den RdErl. v. 5. 8. 1970 (MBI. NW. 1970 S. 1682/SMBI. NW. 232314), mit dem die - Richtlinien für die Lieferung, Verarbeitung und Anwendung wetterfester Baustähle (Ausgabe Februar 1970) - bauaufsichtlich eingeführt wurden, habe ich mit RdErl. v. 29. 11. 1978 (MBI. NW. S. 1958/SMBI. NW. 232314) aufgehoben. Regelungen zur Verwendung wetterfester Baustähle sind in meinem vorgenannten RdErl. v. 29. 11. 1978 enthalten.

- 2.3 Zu Abschnitt 9.2.3

Werden Schrauben mit anderen Korrosionsschutzüberzügen verwendet, so sind die Anwendungsbedingungen auf Grund eines Prüfzeugnisses der Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine der Universität Karlsruhe (TH), Kaiserstraße 12, 7500 Karlsruhe 1, festzulegen.

- 2.4 Zu Abschnitt 4.3

Abweichend von Tabelle 3 ist für alle in der Tabelle angegebenen Stahlsorten der Reibbeiwert mit $\mu = 0,50$ anzusetzen.

3. Den RdErl. d. Ministers für Wohnungsbau und öffentliche Arbeiten v. 26. 2. 1970 (MBI. NW. S. 592/SMBI. NW. 232343), mit dem die „Vorläufigen Richtlinien für HV-Verbindungen“ und die „Ergänzungen“ dazu bauaufsichtlich eingeführt wurden, hebe ich auf.

4. Das Verzeichnis der nach § 3 Abs. 3 BauO NW eingeführten technischen Baubestimmungen, Anlage zum RdErl. v. 7. 6. 1963 (SMBI. NW. 2323), erhält in Abschnitt 5.4 folgende Fassung:

Spalte 1: DAST-Richtlinie 010

Spalte 2: Juni 1976

Spalte 3: Anwendung hochfester Schrauben im Stahlbau

Spalte 4: R

Spalte 5: 30. 11. 1978

Spalte 6: MBI. NW. S. 1958
SMBI. NW. 232343

5. Weitere Stücke der DAST-Richtlinie 010 können bei der Stahlbau-Verlags-GmbH, Ebertplatz 1, 5000 Köln 1, bezogen werden. Es wird darauf hingewiesen, daß die Ausgabe Juni 1976 Druckfehler bei Dimensionsangaben enthält. Die als Anlage abgedruckte Fassung ist bereits berichtigt.

Anlage

Juni 1976

DEUTSCHER AUSSCHUSS FÜR STAHLBAU	Anwendung hochfester Schrauben im Stahlbau	DAST- Richtlinie 010
---	---	-------------------------------------

Diese Richtlinie wurde aufgestellt vom Deutschen Ausschuss für Stahlbau (Unterausschuß „Verbindungstechnik“) im Einvernehmen mit der FNBau-Arbeitsgruppe Stahlbau im Deutschen Normenausschuß (DNA) und dem Institut für Bautechnik (IfBt), Berlin. Sie ersetzen die vom DAST herausgegebenen „Vorläufigen Richtlinien für HV-Verbindungen (VR)“, 2. Ausgabe 1963 sowie die „Ergänzungen zu den (VR) für den Anwendungsbereich des Stahlbaus mit vorwiegend ruhender Belastung“ Ausgabe März 1967. Der Inhalt wurde vollständig überarbeitet und dem gegenwärtigen Stand der Technik angepaßt.

Nach der „Ausführungsverordnung zum Gesetz über Einheiten im Meßwesen“ vom 26. Juni 1970 dürfen die bisher üblichen Krafteinheiten Kilopond (kp) und Megapond (Mp) nur noch bis zum 31. Dezember 1977 benutzt werden. Bei der Umstellung auf die gesetzliche Krafteinheit Newton (N) ($1 \text{ kp} = 9,80665 \text{ N}$) ist im Rahmen des Anwendungsbereiches dieser Richtl. $1 \text{ kp} = 0,01 \text{ kN}$ oder $1 \text{ Mp} = 10 \text{ kN}$ und für $1 \text{ kp/cm}^2 = 0,1 \text{ N/mm}^2$ zu setzen. Diese Angaben sind im Text und in den Tabellen vorliegender Richtlinie in Klammern hinzugefügt.

INHALTSVERZEICHNIS

1. Allgemeines
 - 1.1. Anwendungsbereich
 - 1.2. Hinweise auf Normen und Vorschriften
2. Werkstoffe
 - 2.1. Bauteile
 - 2.2. Verbindungsmittel
3. Scher/Lochleibungs-Verbindungen (SL- und SLP-Verbindungen)
 - 3.1. Anwendungsbereich
 - 3.2. Wirkungsweise
 - 3.3. Berechnungsweise
4. Gleitfeste Verbindungen (GV- und GVP-Verbindungen)
 - 4.1. Anwendungsbereich
 - 4.2. Wirkungsweise
 - 4.3. Berechnungsweise
 - 4.3.1. GV-Verbindungen
 - 4.3.2. GVP-Verbindungen
 - 4.4. GV- und GVP-Verbindungen mit gleitfesten Anstrichen
 - 4.5. Vorbereitung der Reibflächen
5. Scher/Lochleibungs-Verbindungen und gleitfeste Verbindungen mit zusätzlicher Zugbeanspruchung in Richtung der Schraubenachse
 - 5.1. Wirkungsweise
 - 5.1.1. Planmäßig vorgespannte Verbindungen
 - 5.1.2. Nicht planmäßig vorgespannte Verbindungen
 - 5.2. Berechnungsweise
 - 5.2.1. Übertragung von Kräften axial zur Schraubenachse
 - 5.2.2. Gleichzeitige Übertragung von Kräften senkrecht und axial zur Schraubenachse
 - 5.2.3. Dauerfestigkeitsnachweis bei schwingender Beanspruchung axial zur Schraubenachse
6. Zusammenwirken verschiedener Verbindungsmittel
 - 6.1. Gleitfeste Verbindungen mit Scher/Lochleibungs-Verbindungen
 - 6.2. Gleitfeste Verbindungen mit Niet-, Paßschrauben- und Schweißverbindungen
7. Vorspannen der Schrauben
 - 7.1. Drehmoment-Verfahren
 - 7.2. Drehimpuls-Verfahren
 - 7.3. Drehwinkel-Verfahren
8. Überprüfen der gleitfesten Verbindungen
9. Korrosionsschutz der gleitfesten Verbindungen
 - 9.1. Berührungsflächen der Bauteile
 - 9.2. Hochfeste Schrauben
 - 9.2.1. Schrauben ohne Korrosionsüberzüge
 - 9.2.2. Feuerverzinkte Schrauben
 - 9.2.3. Schrauben mit anderen Korrosionsüberzügen
10. Stirnplattenverbindungen
11. Bauliche Durchbildung
 - 11.1. Lochspiel
 - 11.2. Lochabstände
 - 11.3. Unterlegscheiben
 - 11.4. Schraubenverbindungen mit Beiwinkeln und Beibiechen bzw. Futter
 - 11.5. Schraubenverbindungen mit Schweißnähten
 - 11.6. Futter in gleitfesten Verbindungen
 - 11.7. Vorspannen bei großen Anschlußbildern
 - 11.8. Wiederverwendung der Schrauben

1. ALLGEMEINES

Hochfeste Schrauben können im Stahlbau als Verbindungsmittel in Scher/Lochleibungsverbindungen, gleitfesten Verbindungen sowie in (gleichzeitig) zugfesten Verbindungen verwendet werden. Die entsprechenden Berechnungsgrundlagen sind jeweils in den Abschnitten 3, 4 und 5 enthalten. Diese Verbindungen erfordern eine gründliche Kenntnis von Wirkungsweise und Herstellungstechnik. Deshalb dürfen damit nur solche Ingenieure und Betriebe beauftragt werden, die die Gewähr für eine sorgfältige Ausführung bieten.

Von dieser Richtlinie darf in Ausnahmefällen abgewichen werden, wenn dies durch entsprechende Untersuchungen begründet und von der für die Bauaufsicht zuständigen Stelle anerkannt ist.

1.1. Anwendungsbereich

Diese Richtlinie ist anzuwenden für Verbindungen mit hochfesten Schrauben. Für die Berechnung, Konstruktion und Ausführung der zu verbindenden tragenden Bauteile aus Stahl sind die einschlägigen Normen und Vorschriften (siehe Abschnitt 1.2) einzuhalten, soweit nachfolgend nicht anders bestimmt wird.

1.2. Hinweise auf Normen und Vorschriften

Die wichtigsten Normen und Vorschriften für die Berechnung, Konstruktion und Ausführung von Stahlbauten sind nachstehend aufgeführt; sie sind in der jeweils gültigen Fassung anzuwenden.

DIN 120	Stahlbauteile von Kranen und Kranbahnen ¹⁾
DIN 1000	Stahlbauten, Ausführung
DIN 1050	Stahl im Hochbau
DIN 1073	Stählerne Straßenbrücken, Berechnungsgrundlagen
DIN 1078	Verbundträger-Straßenbrücken, Richtlinien für die Berechnung und Ausbildung
DIN 1079	Stählerne Straßenbrücken, Grundsätze für die bauliche Durchbildung
DIN 4100	Geschweißte Stahlbauten mit vorwiegend ruhender Belastung
DIN 4101	Geschweißte stählerne Straßenbrücken
DIN 4111	Blatt 1. Stählerne Bohrtürme für Tiefbohrungen, stählerne Fördertürme für Erdölgewinnung, Berechnungsgrundlagen
DIN 4112	Fliegende Bauten; Richtlinien für Bemessung und Ausführung
DIN 4115	Stahlleichtbau und Stahlrohrbau im Hochbau
DIN 4118	Fördergerüste für Bergbau; Lastannahmen und Berechnungsgrundlagen
DIN 4119	Oberirdische zylindrische Tankbauwerke aus Stahl; Berechnungsgrundlagen
DIN 4131	Antennentragwerke aus Stahl; Berechnung und Ausführung
DIN 4133	Schornsteine aus Stahl; Berechnung und Ausführung
DIN 11 622	Blatt 4. Gärfutterbehälter aus Stahl
DIN 19 704	Berechnungsgrundlagen für Stahlwasserbauten
DIN 19 705	Grundsätze für die bauliche Durchbildung von Stahlwasserbauten
DV 804	Berechnungsgrundlagen für stählerne Eisenbahnbrücken
DV 805	Grundsätze für die bauliche Durchbildung stählerner Eisenbahnbrücken
DV 848	Vorschriften für geschweißte Eisenbahnbrücken
VDE 0210	Vorschriften für den Bau von Starkstrom-Freileitungen

¹⁾ wird ersetzt durch: DIN 4132 — Kranbahnen, Stahltragwerke, DIN 15 018 — Krane, Stahltragwerke

2. WERKSTOFFE

2.1. Bauteile

Als Werkstoffe dürfen im allgemeinen nur die Baustähle St 37 und St 52 nach DIN 17 100 sowie WT St 37 und WT St 52 nach DAST-Ri. 007 „Richtlinien für die Lieferung, Verarbeitung und Anwendung wetterfester Baustähle“ verwendet werden.

Bei Verwendung anderer nach eingehender Prüfung der technologischen Eigenschaften von der für die Bauaufsicht zuständigen Stelle zugelassener Baustähle sind die entsprechenden „Lieferbedingungen, Berechnungsgrundlagen und Verarbeitungsrichtlinien zu beachten.“

2.2. Verbindungsmittel

Es sind hochfeste Schrauben nach DIN 6914 in der Festigkeitsklasse 10.9 nach DIN 267, Blatt 3, mit Muttern nach DIN 6915 in der Festigkeitsklasse 10 nach DIN 267, Blatt 4, und gehärtete Unterlegscheiben nach DIN 6916 - DIN 6918 zu verwenden; für feuerverzinkte hochfeste Schrauben siehe Abschnitt 9.2.2. Bei Verwendung hochfester Schrauben als Paßschrauben müssen Schaft und Gewinde DIN 7968 entsprechen.

Die Verwendung hochfester Schrauben bei anderen als den in Abschnitt 2.1 genannten Baustählen oder Baustoffen bedarf nach den bauaufsichtlichen Vorschriften im Einzelfall der Zustimmung der für die Bauaufsicht zuständigen Stelle, sofern nicht eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung oder ein Prüfzeichen erteilt ist.

Das Herstellerwerk hat laufend durch geeignete Prüfungen nachzuweisen, daß die zu garantierenden Abmessungen, Festigkeitseigenschaften, Oberflächenbeschaffenheit und das Anziehverhalten erfüllt sind. Hierüber ist vom Hersteller eine Bescheinigung nach DIN 50 049, mindestens ein Werkzeugzeugnis nach Abschnitt 2.2 auszustellen.

3. SCHER/LOCHLEIBUNGS-VERBINDUNGEN (SL- und SLP-VERBINDUNGEN)

3.1. Anwendungsbereich

Scher/Lochleibungs-Verbindungen mit hochfesten Schrauben, Lochspiel 1,0 mm (SL-Verbindungen), dürfen nur für Bauteile mit vorwiegend ruhender Belastung, solche mit hochfesten Paßschrauben, Lochspiel $\leq 0,3$ mm (SLP-Verbindungen), auch für Bauteile mit nicht vorwiegend ruhender Belastung angewendet werden.

3.2. Wirkungsweise

Für die Berechnung der übertragbaren Kräfte senkrecht zur Schraubenachse wird ausschließlich die Beanspruchung auf Abscheren in der Schraube (τ_a) sowie Lochleibungsdruck auf die Schraube und das zu verbindende Bauteil (σ_l) herangezogen. Durch teilweises Vorspannen der Schrauben – diese können ohne Vorspannung oder mit teilweiser Vorspannung ($\geq 0,5 \cdot P_v$ mit P_v nach Tabelle 10, Spalte 2, ohne Überprüfung der Vorspannung nach Abschnitt 8) verwendet werden – läßt sich der zulässige Lochleibungsdruck unter Ausnutzung des dadurch hervorgerufenen räumlichen Spannungszustandes erhöhen.

3.3. Berechnungsweise

Die zulässige übertragbare Kraft z_{SL} bzw. z_{SLP} einer Schraube je Scherfläche senkrecht zur Schraubenachse beträgt:

$$\left. \begin{array}{l} z_{\text{SL}} \\ z_{\text{SLP}} \end{array} \right\} = z_{\text{SL}} \cdot \tau_a \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (1)$$

Der Lochleibungsdruck ist ungeachtet der wirklichen Spannungsverhältnisse wie folgt zu berechnen:

$$\sigma_l = \frac{N}{\min \sum t \cdot d} \quad (2)$$

In den Formeln (1) und (2) bedeuten:

N = zu übertragende Scherkraft je Schraube

$\min \sum t$ = kleinste Summe der Bleichdicken mit in gleicher Richtung wirkendem Lochleibungsdruck

d = Schaftdurchmesser der Schraube

Die Werte für z_{SL} , z_{SLP} und z_{SLP} sind Tabelle 1, für σ_l Tabelle 2 zu entnehmen.

Für den Lochabzug beim allgemeinen Spannungsnachweis der Bauteile ist DIN 1050, Ausgabe Juni 1968, Abschnitt 4.2, DIN 1073, Ausgabe Juli 1974, Abschnitt 3.5 und DV 804, Ausgabe 1965, Ziffer 28, für den Zustand der Berührungsfächen DIN 1000, Ausgabe Dezember 1973, Abschnitt 4.3.2 bzw. 5.3.2, zu beachten.

Für den Dauerfestigkeitsnachweis bei SLP-Verbindungen sind die zulässigen Spannungen nach DV 804, Ausgabe 1965, zu verwenden, und zwar für Bauteile nach Übersicht 40.1 b, für hochfeste Paßschrauben nach Übersicht 40.1 e die Werte der Festigkeitsklasse 5.6.

Bei zusätzlicher Zugbeanspruchung aus äußerer Belastung in Richtung der Schraubenachse erfolgt die Berechnung nach Abschnitt 5.

Tabelle 1 Zulässige übertragbare Kräfte z_{SL} und z_{SLP} je Schraube und je Scherfläche senkrecht zur Schraubenachse

	1 Schrauben- durch- messer	2 Hochfeste Schrauben: z_{SL}			3 Hochfeste Paßschrauben: z_{SLP}		
		Scherfläche $F_a = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$	Lastfall		Scherfläche $F_a = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$	Lastfall	
			H $\tau_a = 2400 \text{ kp/cm}^2$ (240 N/mm ²)	HZ $\tau_a = 2700 \text{ kp/cm}^2$ (270 N/mm ²)		H $\tau_a = 2800 \text{ kp/cm}^2$ (280 N/mm ²)	HZ $\tau_a = 3200 \text{ kp/cm}^2$ (320 N/mm ²)
			M_p (kN)	M_p (kN)		M_p (kN)	M_p (kN)
1	M 12	1,13	2,70 (27,00)	3,05 (30,50)	1,33	3,70 (37,00)	4,25 (42,50)
2	M 16	2,01	4,85 (48,50)	5,45 (54,50)	2,27	6,35 (63,50)	7,25 (72,50)
3	M 20	3,14	7,55 (75,50)	8,50 (85,00)	3,46	9,70 (97,00)	11,10 (111,00)
4	M 22	3,80	9,10 (91,00)	10,25 (102,50)	4,15	11,65 (116,50)	13,30 (133,00)
5	M 24	4,52	10,85 (108,50)	12,20 (122,00)	4,91	13,75 (137,50)	15,70 (157,00)
6	M 27	5,73	13,75 (137,50)	15,45 (154,50)	6,16	17,25 (172,50)	19,70 (197,00)
7	M 30	7,07	16,95 (169,50)	19,10 (191,00)	7,55	21,15 (211,50)	24,15 (241,50)

Tabelle 2 Zulässiger rechnerischer Lochleibungsdruck σ_l in kp/cm^2 (N/mm^2) für Scher/Lochleibungsverbindungen in Bauteilen aus St 37, WT St 37 und St 52, WT St 52

	1		2	3	4	5
	Verbindungsart		Werkstoff des zu verbindenden Bauteils			
			St 37, WT St 37		St 52, WT St 52	
			Lastfall			
Art, Lochspiel	Vorspannung	H	HZ	H	HZ	
1	SL-Verbindung Lochspiel $\leq 1 \text{ mm}$	0	2800 (280)	3200 (320)	4200 (420)	4700 (470)
2		$\geq 0,5 P_v$ 1)	3800 (380)	4300 (430)	5700 (570)	6400 (640)
3	SLP-Verbindung Lochspiel $\leq 0,3 \text{ mm}$	0	3200 (320)	3600 (360)	4800 (480)	5400 (540)
4		$\geq 0,5 P_v$ 1)	4200 (420)	4700 (470)	6300 (630)	7100 (710)

1) P_v nach Tabelle 10, Spalte 2, ohne Überprüfung der Vorspannung nach Abschnitt 8

¹⁾ P_v nach Tabelle 10, Spalte 2, ohne Überprüfung der Vorspannung nach Abschnitt 8

4. GLEITFESTE VERBINDUNGEN (GV- UND GVP-VERBINDUNGEN)

4.1. Anwendungsbereich

Gleitfeste Verbindungen mit hochfesten vorgespannten Schrauben (GV-Verbindungen) oder/und hochfesten vorgespannten Paßschrauben (GVP-Verbindungen) dürfen bei Bauteilen mit vorwiegend ruhender Belastung und mit nicht vorwiegend ruhender Belastung angewendet werden.

4.2. Wirkungsweise

In gleitfesten Verbindungen sind die Schrauben planmäßig nach Abschnitt 7 vorzuspannen. Damit lassen sich in den besonders vorbereiteten Berührungsflächen der zu verbindenden Bauteile (siehe Abschnitt 4.5) Kräfte senkrecht zur Schraubenachse durch Reibung übertragen. Bei Verbindungen mit hochfesten Paßschrauben wird gleichzeitig die Kraftübertragung durch Abscheren und Lochleibung herangezogen.

4.3. Berechnungsweise

4.3.1. GV-Verbindungen

In gleitfesten Verbindungen mit hochfesten Schrauben, Lochspiel 1,0 mm, beträgt die zulässige übertragbare Kraft $z_{ul} N_{GV}$ einer Schraube je Reibfläche senkrecht zur Schraubenachse:

$$z_{ul} N_{GV} = \frac{\mu}{\nu} \cdot P_V \quad (3)$$

Darin bedeuten:

P_V = Vorspannkraft in der Schraube nach Tabelle 10, Sp. 2

μ = Reibbeiwert der Berührungsflächen nach Tabelle 3

ν = Sicherheitszahl gegen Gleiten nach Tabelle 4

Tabelle 3 Reibbeiwerte μ der Berührungsflächen

	1	2	3
	Reibflächenvorbereitung (s. Abschnitt 4.5)	Stahlsorte WT St 37 WT St 52 St 37 St 52	
1	Stahlgußkiesstrahlen	0,50	0,55
2	2 x Flammstrahlen		
3	Sandstrahlen		
4	gleitfeste Anstriche nach Abschnitt 4.4		0,50

Tabelle 4 Sicherheitszahlen ν gegen Gleiten

	1 Belastungsart	2 Lastfall	
		H	HZ
1	Vorwiegend ruhend, z. B. allgemeiner Stahlhochbau	1,25	1,10
2	Nicht vorwiegend ruhend, z. B. Brücken, Krane, Kranbahnen	1,40	1,25

Die Werte $z_{ul} N_{GV}$ sind in Tabelle 5 zusammengestellt.

Der Lochleibungsdruck σ_l im Bauteil ist rechnerisch nach Formel (2) Abschnitt 3.3, nachzuweisen. Dabei ist der Einfluß von Reibungskräften unberücksichtigt zu lassen. Die Werte für z_{ul} sind Tabelle 6, Zeile 1, zu entnehmen. Ein Nachweis der Scherspannung τ_s in der Schraube ist nicht erforderlich.

Für Bauteile mit Zugbeanspruchung darf beim allgemeinen Spannungsnachweis und beim Dauerfestigkeitsnachweis angenommen werden, daß 40% von $z_{ul} N_{GV}$ derjenigen hochfesten Schrauben, die im betrachteten Nettoquerschnitt (Querschnitt mit Lochabzug) liegen, vor Beginn der Lochschwächung durch Reibungsschluß angeschlossen sind, jedoch nicht mehr als 20% der anzuschließenden Gesamtkraft. Außerdem ist der Vollquerschnitt mit der Gesamtkraft nachzuweisen.

Bei Druckbeanspruchung ist ein Nachweis für den Nettoquerschnitt nicht erforderlich.

Für den Dauerfestigkeitsnachweis der Bauteile sind die zulässigen Spannungen nach DV 804, Ausgabe 1965, Übersicht 40.1 b zu verwenden. Ein Dauerfestigkeitsnachweis für die Schraube ist nicht erforderlich.

Bei zusätzlicher Zugbeanspruchung aus äußerer Belastung in Richtung der Schraubenachse erfolgt die Berechnung nach Abschnitt 5.

4.3.2. GVP-Verbindungen

In gleitfesten Verbindungen mit hochfesten Paßschrauben, Lochspiel $\leq 0,3$ mm, beträgt die zulässige übertragbare Kraft $z_{ul} N_{GVP}$ einer Schraube je Reib- bzw. Scherfläche senkrecht zur Schraubenachse:

$$z_{ul} N_{GVP} = \frac{1}{2} z_{ul} N_{SLP} + z_{ul} N_{GV} \quad (4)$$

Dabei ist $z_{ul} N_{SLP}$ nach Tabelle 1, Spalte 6 und 7, $z_{ul} N_{GV}$ nach Tabelle 5, Spalte 3 bis 10, einzusetzen.

Die Werte $z_{ul} N_{GVP}$ sind in Tabelle 7 zusammengestellt.

Werden GVP-Verbindungen durch Schnittkräfte mit wechselnden Vorzeichen beansprucht, so ist die Übertragung der Kraft mit dem größeren Absolutbetrag mit den Werten $z_{ul} N_{GVP}$ der Tabelle 7 und die Übertragung der Kraft mit dem kleineren Absolutbetrag mit den Werten $z_{ul} N_{GV}$ der Tabelle 5 nachzuweisen.

Der Lochleibungsdruck σ_l im Bauteil ist rechnerisch nach Formel (2) Abschnitt 3.3, nachzuweisen. Dabei ist der Einfluß von Reibungskräften unberücksichtigt zu lassen. Die Werte für z_{ul} sind Tabelle 6, Zeile 1, zu entnehmen. Ein Nachweis der Scherspannung τ_s in der Schraube ist nicht erforderlich.

Für Bauteile mit Zugbeanspruchung darf beim allgemeinen Spannungsnachweis und beim Dauerfestigkeitsnachweis angenommen werden, daß 40% von $z_{ul} N_{GV}$ derjenigen hochfesten Paßschrauben, die im betrachteten Nettoquerschnitt (Querschnitt mit Lochabzug) liegen, vor Beginn der Lochschwächung durch Reibungsschluß angeschlossen sind, jedoch nicht mehr als 10% der anzuschließenden Gesamtkraft.

Im übrigen gilt Abschnitt 4.3.1.

4.4. GV- und GVP-Verbindungen mit gleitfesten Anstrichen

Wird auf die nach Abschnitt 4.5 vorbereiteten Reibflächen ein gleitfester Konservierungsanstrich aufgebracht, so sind bei Bauteilen aus St 37 und St 52 für hochfeste Schrauben bzw. hochfeste Paßschrauben die Werte nach Tabelle 5 bzw. 7, Spalten 3 und 4, bzw. 7 und 8, in Rechnung zu stellen.

Gleitfeste Konservierungsanstriche müssen den Technischen Lieferbedingungen (TL) Nr. 918 385 der Deutschen Bundesbahn²⁾ entsprechen und die darin unter Abschnitt 2.1 geforderten Reibbeiwerte durch Zeugnis einer anerkannten Materialprüfanstalt³⁾ belegt sein. Diese Prüfung ist mindestens im Abstand von 2 Jahren zu wiederholen.

4.5. Vorbereitung der Reibflächen

Die Reibflächen in gleitfesten Verbindungen sind vor dem Zusammenbau durch Strahlen mit Strahlmitteln (Stahlgußkies, Quarzsand) oder durch zweimaliges Flammstrahlen zu reinigen und aufzurauben.

Die vorbereiteten Oberflächen müssen im Augenblick des Zusammenbaus frei sein von Stoffen, die die Reibbeiwerte nach Tabelle 3 verringern können, wie z. B. Rost, Staub, Öl und Anstrichfarben. Die vorbereiteten Oberflächen von Bauteilen aus WT-Stählen (s. Abschnitt 2.1) sind stets mit einem gleitfesten Anstrich nach Abschnitt 4.4 zu versehen.

²⁾ Zu beziehen über das Bundesbahn-Zentralamt Minden (Westf.)

³⁾ Hierfür anerkannte Materialprüfungsanstalten sind die Forschungs- und Materialprüfungsanstalt für das Bauwesen an der Universität Stuttgart (Otto-Graf-Institut) und die Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine an der Universität Karlsruhe.

Tabelle 5 Zulässige übertragbare Kraft N_{GV} je hochfeste Schraube und je Reibfläche senkrecht zur Schraubenachse in $Mp(kN)$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Schrauben- durch- messer	Vorspann- kraft Py s. Tab. 10 Spalte 2	Vorwiegend ruhende Belastung z. B. allgemeiner Stahlhochbau				Nicht vorwiegend ruhende Belastung, z. B. Brücken, Krane u. Kranbahnen			
			Werkstoff der zu verbindenden Bauteile							
			St 37, St 52 ¹⁾ WT St 37, WT St 52 ¹⁾		St 52 ²⁾		St 37, St 52 ¹⁾ WT St 37, WT St 52 ¹⁾		St 52 ²⁾	
			Lastfall				Lastfall			
			H	HZ	H	HZ	H	HZ	H	HZ
1	M 12	5,0 (50,00)	2,00 (20,00)	2,25 (22,50)	2,20 (22,00)	2,50 (25,00)	1,80 (18,00)	2,00 (20,00)	1,95 (19,50)	2,20 (22,00)
2	M 16	10,0 (100,00)	4,00 (40,00)	4,55 (45,50)	4,40 (44,00)	5,00 (50,00)	3,55 (35,50)	4,00 (40,00)	3,95 (39,50)	4,40 (44,00)
3	M 20	16,0 (160,00)	6,40 (64,00)	7,25 (72,50)	7,05 (70,50)	8,00 (80,00)	5,70 (57,00)	6,40 (64,00)	6,30 (63,00)	7,05 (70,50)
4	M 22	19,0 (190,00)	7,60 (76,00)	8,65 (86,50)	8,35 (83,50)	9,50 (95,00)	6,80 (68,00)	7,60 (76,00)	7,45 (74,50)	8,35 (83,50)
5	M 24	22,0 (220,00)	8,80 (88,00)	10,00 (100,00)	9,70 (97,00)	11,00 (110,00)	7,85 (78,50)	8,80 (88,00)	8,65 (86,50)	9,70 (97,00)
6	M 27	29,0 (290,00)	11,60 (116,00)	13,20 (132,00)	12,75 (127,50)	14,50 (145,00)	10,35 (103,50)	11,60 (116,00)	11,40 (114,00)	12,75 (127,50)
7	M 30	35,0 (350,00)	14,00 (140,00)	15,90 (159,00)	15,40 (154,00)	17,50 (175,00)	12,50 (125,00)	14,00 (140,00)	13,75 (137,50)	15,40 (154,00)

¹⁾ Für Reibflächenvorbereitung nach Tabelle 3, Zeile 4²⁾ Für Reibflächenvorbereitung nach Tabelle 3, Zeile 1-3In Bauteilen mit vorwiegend ruhender Belastung dürfen gleitfeste Verbindungen auch mit einem Lochspiel von $1\text{ mm} < \Delta d < 3\text{ mm}$ verwendet werden. Es sind dann die Werte der Spalten 3-6 dieser Tabelle auf 80 % zu ermäßigen.Tabelle 6 Zulässiger rechnerischer Lochleibungsdruck σ_l in kp/cm^2 (N/mm^2) für gleitfeste Verbindungen in Bauteilen aus St 37, WT St 37, St 52 und WT St 52 beim allgemeinen Spannungsnachweis

	1	2	3	4	5
	Verbindungsart	Werkstoff der zu verbindenden Bauteile			
		St 37, WT St 37		St 52, WT St 52	
		Lastfall			
		H	HZ	H	HZ
1	GV-Verbindung, Lochspiel ≤ 1 mm, GVP-Verbindung, Lochspiel $\leq 0,3$ mm Vorspannung P_V nach Tabelle 10, Spalte 2	4800 (480)	5400 (540)	7200 (720)	8100 (810)

Tabelle 7 Zulässige übertragbare Kraft N_{GV} je hochfeste Paßschraube und je Reibfläche (Scherfläche) senkrecht zur Schraubenachse in $Mp(kN)$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Schrauben- durch- messer		Vorspann- kraft P _v s. Tab.10, Spalte 2 Mp (kN)	Vorwiegend ruhende Belastung, z. B. allgemeiner Stahlhochbau				Nicht vorwiegend ruhende Belastung, z. B. Brücken, Krane u. Kranbahnen			
			Werkstoff der zu verbindenden Bauteile							
			St 37, St 52 ¹⁾ WT St 37, WT St 52 ¹⁾		St 52 ²⁾		St 37, St 52 ¹⁾ WT St 37, WT St 52 ¹⁾		St 52 ²⁾	
			Lastfall				Lastfall			
			H	HZ	H	HZ	H	HZ	H	HZ
1	M 12	5,0 (50,00)	3,85 (38,50)	4,35 (43,50)	4,05 (40,50)	4,60 (46,00)	3,65 (36,50)	4,10 (41,00)	3,80 (38,00)	4,30 (43,00)
2	M 16	10,0 (100,00)	7,20 (72,00)	8,20 (82,00)	7,60 (76,00)	8,65 (86,50)	6,75 (67,50)	7,65 (76,50)	7,15 (71,50)	8,05 (80,50)
3	M 20	16,0 (160,00)	11,25 (112,50)	12,80 (128,00)	11,90 (119,00)	13,55 (135,50)	10,55 (105,50)	11,95 (119,50)	11,15 (111,50)	12,60 (126,00)
4	M 22	19,0 (190,00)	13,40 (134,00)	15,30 (153,00)	14,15 (141,50)	16,15 (161,50)	12,60 (126,00)	14,25 (142,50)	13,25 (132,50)	15,00 (150,00)
5	M 24	22,0 (220,00)	15,65 (156,50)	17,85 (178,50)	16,55 (165,50)	18,85 (188,50)	14,70 (147,00)	16,65 (166,50)	15,50 (155,00)	17,55 (175,50)
6	M 27	29,0 (290,00)	20,20 (202,00)	23,05 (230,50)	21,35 (213,50)	24,35 (243,50)	18,95 (189,50)	21,45 (214,50)	20,00 (200,00)	22,60 (226,00)
7	M 30	35,0 (350,00)	24,55 (245,50)	28,00 (280,00)	25,95 (259,50)	29,60 (296,00)	23,05 (230,50)	26,10 (261,00)	24,30 (243,00)	27,50 (275,00)

¹⁾ Für Reibflächenvorbereitung nach Tabelle 3, Zeile 4²⁾ Für Reibflächenvorbereitung nach Tabelle 3, Zeile 1-3

5. SCHER/LOCHLEIBUNGS-VERBINDUNGEN UND GLEIT-FESTE VERBINDUNGEN MIT ZUSÄTZLICHER ZUGBEANSPRUCHUNG IN RICHTUNG DER SCHRAUBEN-ACHSE

5.1. Wirkungsweise

5.1.1. Planmäßig vorgespannte Verbindungen
Werden SL-, SLP-, GV- oder GVP-Verbindungen aus äußerer Belastung in Richtung der Schraubenachse zusätzlich auf Zug beansprucht, so sind die Schrauben mit P_v nach Tabelle 10, Spalte 2, vorzuspannen. Damit entfällt auf die vorgespannte Schraube selbst nur ein geringer Anteil aus der sich rechnerisch ergebenden Zugkraft, solange eine Restpressung zwischen den Berührungsflächen als Klemmwirkung erhalten bleibt. Dieses ist durch Begrenzung der rechnerisch zusätzlich zulässigen Zugkraft nach Tabelle 8 sichergestellt.

Die Zugbeanspruchung aus äußerer Belastung wird rechnerisch ausschließlich den Schrauben zugewiesen, d. h., 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.

5.1.2. Nicht planmäßig vorgespannte Verbindungen

Die Verwendung hochfester Schrauben ohne Vorspannung oder mit teilweiser Vorspannung (siehe Tabelle 2, Zeile 2 bzw. 4) bei Beanspruchung auf Zug aus äußerer axialer Belastung abweichend von den Bedingungen des Abschnittes 5.2.1. bedarf im Einzelfall der Zustimmung der für die Bauaufsicht zuständigen Stelle, sofern nicht eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung erteilt ist.

5.2. Berechnungsweise

5.2.1. Übertragung von Kräften axial zur Schraubenachse

5.2.1.1. Planmäßig vorgespannte Verbindungen

Die auf eine einzelne Schraube entfallende rechnerische Zugkraft darf die in Tabelle 8 angegebenen Werte nicht überschreiten.

Tabelle 8 Zulässige zusätzlich übertragbare Zugkraft z in Richtung der Schraubenachse je vorgespannte hochfeste Schraube bzw. Paßschraube

	1	2	3	4
	Vorwiegend ruhende Belastung, z. B. allgemeiner Stahlhochbau		Nicht vorwiegend ruhende Belastung, z. B. Brücken, Krane und Kranbahnen	
	Lastfall			
	H	HZ	H	HZ
1	$0,7 \cdot P_V$	$0,8 \cdot P_V$	$0,6 \cdot P_V$	$0,7 \cdot P_V$
P_V nach Tabelle 10, Spalte 2				

5.2.1.2. Nicht planmäßig vorgespannte Verbindungen

Unter der Voraussetzung, daß die für die geforderte Lebensdauer der Verbindung zu erwartende Lastspielzahl N der nicht ständigen Lasten eine der folgenden Bedingungen erfüllt,

1. $N \leq 10^4$. Diese Bedingung gilt als erfüllt bei nicht ständigen Lasten infolge Schnee, Temperatur, Nutzlasten in Wohnungen, Büros, Büchereien und Lagerstoffen.
2. $N \leq 10^5$, jedoch dürfen Spannungen, die größer als 40 % der im Lastfall H nach Tabelle 9, Spalte 3 zulässigen Werte sind, nicht mit einer größeren Spannungs-spielzahl als 10^4 auftreten. Diese Bedingung gilt als erfüllt bei Windbelastung, solange eine durch das Tragwerk bedingte Periodizität der Windbelastung, z. B. durch angefachte Schwingungen, ausgeschlossen werden kann.
3. N beliebig, jedoch darf der Spannungsanteil der nicht ständigen Lasten 20 % der im Lastfall H nach Tabelle 9, Spalte 3 zulässigen Werte nicht überschreiten.

beträgt die zulässige übertragbare Kraft z einer Schraube in Richtung der Schraubenachse:

$$z = \frac{\sigma_s}{s} \cdot A_s = z_{\frac{\sigma}{s}} \cdot A_s \quad (5)$$

Darin bedeuten:

$\sigma_s = 90 \text{ kp/mm}^2$ (Mindeststreckgrenze nach DIN 267, Blatt 3)

$v_H = 2,5$ (Sicherheitsbeiwert Lastfall H)

$v_{HZ} = 2,2$ (Sicherheitsbeiwert Lastfall HZ)

$A_s = \frac{\pi}{4} \cdot \left(\frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2$ (Spannungsquerschnitt nach DIN 267, Blatt 3, Ausg. Oktober 1967, Tab. 5, mit
 d_2 = Nennflankendurchmesser
 d_3 = Nennkerndurchmesser)

Die Werte für z sind Tabelle 9 zu entnehmen. Die auf eine einzelne Schraube zu entfallende rechnerische Zugkraft darf diese Werte nicht überschreiten.

Tabelle 9 Zulässige übertragbare Zugkraft z in Richtung der Schraubenachse je hochfeste Schraube bzw. Paßschraube

	1	2	3	4
	Schrauben-durch-messer	Spannungs-querschnitt A_s	Lastfall	
			H $z_{\frac{\sigma}{s}} = 3600 \text{ kp/cm}^2$ (360 N/mm ²)	HZ $z_{\frac{\sigma}{s}} = 4100 \text{ kp/cm}^2$ (410 N/mm ²)
		cm ²	Mp (kN)	Mp (kN)
1	M 12	0,843	3,05 (30,5)	3,45 (34,5)
2	M 16	1,57	5,65 (56,5)	6,45 (64,5)
3	M 20	2,45	8,80 (88,0)	10,05 (100,5)
4	M 22	3,03	10,90 (109,0)	12,40 (124,0)
5	M 24	3,53	12,70 (127,0)	14,45 (144,5)
6	M 27	4,59	16,50 (165,0)	18,80 (188,0)
7	M 30	5,61	20,20 (202,0)	23,00 (230,0)

5.2.2. Gleichzeitige Übertragung von Kräften senkrecht und axial zur Schraubenachse

5.2.2.1. Scher/Lochleibungs-Verbindungen

Bei gleichzeitiger Beanspruchung der hochfesten Schrauben bzw. hochfesten Paßschrauben auf Abscheren und Zug sind die Einzelnachweise nach Formel (1) und (2) sowie Tabelle 8 bzw. 9 unabhängig voneinander zu führen. Dabei dürfen die zulässigen Werte für die einzelnen Beanspruchungsarten ohne Nachweis der Vergleichsspannung voll ausgenutzt werden. Für den zulässigen Lochleibungsdruck σ_l sind in planmäßig vorgespannten Verbindungen nach Abschnitt 5.1.1. die Werte nach Tabelle 2, Zeile 2 (SL-Verbindungen) bzw. Zeile 4 (SLP-Verbindungen), in nicht planmäßig vorgespannten Verbindungen nach Abschnitt 5.1.2. die Werte nach Tabelle 2, Zeile 1 (SL-Verbindungen) bzw. Zeile 3 (SLP-Verbindungen) in Rechnung zu stellen.

5.2.2.2. Gleitfeste Verbindungen

5.2.2.2.1. Bei zusätzlicher Zugbeanspruchung einer GV-Verbindung aus äußerer Belastung ist die zulässige übertragbare Kraft z auf N_{GV} abzumindern. Sie beträgt bei voller Ausnutzung der Werte nach Tabelle 8 für eine Schraube je Reibfläche senkrecht zur Schraubenachse

$$z_{\frac{\sigma}{s}} = 0,2 \cdot z_{\frac{\sigma}{s}} \quad (6)$$

Für $z_{\frac{\sigma}{s}}$ sind die Werte nach Tabelle 5 einzusetzen. Bei geringer Zugbeanspruchung kann zwischen den Werten 0,2 und 1,0 geradlinig interpoliert werden. Außerdem ist der Lochleibungsnachweis mit den zulässigen Werten nach Tabelle 2, Zeile 2, zu führen. Ein Spannungs-nachweis für die Schraube ist nicht erforderlich.

5.2.2.2.2. Bei zusätzlicher Zugbeanspruchung einer GVP-Verbindung aus äußerer Belastung ist die zulässige übertragbare Kraft z auf N_{GVP} abzumindern. Sie beträgt bei voller Ausnutzung der Werte nach Tabelle 8 für eine Schraube je Reibfläche senkrecht zur Schraubenachse

$$\text{zul NGVP} = \frac{1}{2} \text{zul NSLP} + 0,2 \cdot \text{zul NGV} \quad (7)$$

Für zul NSLP sind die Werte nach Tabelle 1, Spalte 6 und 7, für zul NGV die Werte nach Tabelle 5 einzusetzen. Bei geringerer Zugbeanspruchung kann im 2. Glied der Formel 6 zwischen den Werten 0,2 und 1,0 geradlinig interpoliert werden.

Außerdem ist der Lochleibungsnachweis mit den zulässigen Werten nach Tabelle 2, Zeile 4, zu führen. Ein Spannungsnachweis für die Schraube ist nicht erforderlich.

5.2.3. Dauerfestigkeitsnachweis bei schwingender Beanspruchung axial zur Schraubenachse

Ein Dauerfestigkeitsnachweis für eine in Achsrichtung schwingend beanspruchte Schraube ist bei Einhaltung des Wertes nach Tabelle 8, Spalte 3, nicht erforderlich.

6. ZUSAMMENWIRKEN VERSCHIEDENER VERBINDUNGSMITTEL

6.1. Gleitfeste Verbindungen mit Scher/Lochleibungs-Verbindungen

SL-Verbindungen mit hochfesten Schrauben. Lochspiel 1 mm, nach Abschnitt 3 dürfen mit gleitfesten Verbindungen nach Abschnitt 4 nicht zusammen in einer Verbindung verwendet werden.

6.2. Gleitfeste Verbindungen mit Niet-, Paßschrauben- und Schweißverbindungen

Bei vorwiegend ruhender Belastung darf gemeinsame Kraftübertragung von hochfesten Schrauben (Lochspiel 1,0 mm) und hochfesten Paßschrauben (Lochspiel $\leq 0,3$ mm) in gleitfesten Verbindungen untereinander sowie mit Nieten (DIN 124, DIN 302), Paßschrauben (DIN 7968), hochfesten Paßschrauben oder Schweißnähten (DIN 4100) angenommen werden.

Bei nicht vorwiegend ruhender Belastung ist auf die Verträglichkeit der Formänderungen der verschiedenen Verbindungen zu achten. Gemeinsame Kraftübertragung darf z. B. angenommen werden bei GV- bzw. GVP-Verbindungen und Stumpfnähten (s. auch Abschnitt 11.5).

Die zulässige übertragbare Gesamtkraft ergibt sich durch Addition der zulässigen übertragbaren Kräfte der einzelnen Verbindungsmittel.

7. VORSPANNEN DER SCHRAUBEN

Das Vorspannen kann durch Anziehen der Mutter, gegebenenfalls auch des Schraubenkopfes, nach dem Drehmoment-, Drehimpuls- oder Drehwinkelverfahren erfolgen. Hierfür sind Drehmomentenschlüssel, Schlagschrauber u. ä. Anziehgeräte zu verwenden.

7.1. Drehmoment-Verfahren

Beim Anziehen mit handbetriebenen Drehmomentenschlüsseln wird die erforderliche Vorspannkraft P_V durch ein meßbares Drehmoment erzeugt. Die aufzubringenden Werte M_a sind je nach Schmierung des Gewindes und der Auflageflächen von Schraube und Mutter in Tabelle 10, Spalte 3 und 4, angegeben.

Die Drehmomentenschlüssel müssen ein zuverlässiges Ablesen der erforderlichen Anziehmomente M_a ermöglichen oder bei einem mit genügender Genauigkeit einstellbaren Anziehmoment ausklinken. Die Abweichung beim Einstellen und Ablesen darf maximal $\pm 0,1 \cdot M$ betragen, was vor Verwendung und während des Einsatzes mindestens halbjährlich zu überprüfen ist.

7.2. Drehimpuls-Verfahren

Beim Anziehen mit maschinellen Schlagschraubern wird die erforderliche Vorspannkraft P_V durch Drehimpulse erzeugt. Die vom Schlagschrauber aufzubringenden Werte P_V sind in Tabelle 10, Spalte 5, angegeben.

Der Schlagschrauber ist anhand einer genügenden Anzahl der zum Einbau vorgeschriebenen Schrauben (Durchmesser Klemmlängen) mit Hilfe geeigneter Meßvorrichtungen, z. B. Tensimeter, auf diese Vorspannkraft einzustellen. Die im Kontrollgerät erreichten Werte sind in ein Kontrollbuch einzutragen. — Die beim Einstellen des Schlagschraubers vorgeschriebenen Werte P_V sind gegenüber den Werten nach Tabelle 10, Spalte 2, etwas höher, um Ungenauigkeiten in den Meßvorrichtungen und Anziehgeräten auszugleichen. Es dürfen nur typengeprüfte Schlagschrauber verwendet werden¹⁾.

7.3. Drehwinkel-Verfahren

Das Vorspannen der Schrauben nach dieser Methode erfolgt in 2 Schritten. Zuerst sind die Schrauben mit den in Tabelle 10, Spalte 6, angegebenen Voranziehmomenten M_{av} und anschließend durch Aufbringen eines Drehwinkels φ nach Tabelle 10, Spalte 8–9, um den Mutter und Schraube gegeneinander weiter anzuziehen sind, vorzuspannen. Der Drehwinkel ψ bzw. das Umdrehungsmaß U sind abhängig von der Klemmlänge l_k , jedoch unabhängig vom Schraubendurchmesser sowie der Schmierung des Gewindes und der Auflageflächen von Schraube und Mutter.

¹⁾ Als Prüfanstalten kommen dafür in Betracht:
Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine an der Universität Karlsruhe
Amtliche Forschungs- und Materialprüfungsanstalt für das Bauwesen — Otto-Graf-Institut — an der Universität Stuttgart
Laboratorium für Stahl- und Leichtbau der Gesamthochschule Wuppertal (Fachbereich Bautechnik)

Tabelle 10 Erforderliche Vorspannkraft, Anziehmomente und Drehwinkel

Schraubendurchmesser	1	2	3		4	5	6	7	8	9		
		erforderl. Vorspannkraft P_V in der Schraube	Vorspannen der Schraube nach									
			Abschnitt 7.1		Abschnitt 7.2	Abschnitt 7.3						
			Aufzubringendes Anziehmoment M_a		Aufzubringende Vorspannkraft P_V ¹⁾	Aufzubr. Voranziehmoment M_{av} ¹⁾	Klemmlänge	Drehwinkel	Umdrehungsmaß			
			Schraube MoS ₂ -geschmiert	Schraube leicht geölt			l_k	bzw.				
		Mp (kN)	kpm (Nm)	kpm (Nm)	Mp (kN)	kpm (Nm)	mm					
1	M 12	5,0 (50)	10 (100)	12 (120)	6,0 (60)	1,0 (10)	M 12 bis M 30	0-50	180°	1/2	8	
2	M 16	10,0 (100)	25 (250)	35 (350)	11,0 (110)	5,0 (50)		51-100	240°	4/6	9	
3	M 20	16,0 (160)	45 (450)	60 (600)	17,5 (175)							
4	M 22	19,0 (190)	65 (650)	90 (900)	21,0 (210)	10,0 (100)		101-240	270° ²⁾	3/4 ²⁾	10	
5	M 24	22,0 (220)	80 (800)	110 (1100)	24,0 (240)							
6	M 27	29,0 (290)	125 (1250)	165 (1650)	32,0 (320)	20,0 (200)						
7	M 30	35,0 (350)	165 (1650)	220 (2200)	39,0 (390)							

1) Unabhängig von Schmierung des Gewindes und der Auflageflächen von Mutter und Schraube

2) Für Schrauben M 12 - M 22 mit Klemmlängen 171-240 mm ist ein Drehwinkel $\varphi = 360^\circ$ bzw. U = 1 zu verwenden.

Für das Aufbringen einer teilweisen Vorspannung $\geq 0,5 \cdot P_V$ genügen jeweils die halben Werte der Spalten 3 - 5 und 8 bzw. 9 sowie der handfeste Sitz nach Spalte 6.

¹⁾ Unabhängig von Schmierung des Gewindes und der Auflageflächen von Mutter und Schraube

²⁾ Für Schrauben M 12 - M 22 mit Klemmlängen 171-240 mm ist ein Drehwinkel $\varphi = 360^\circ$ bzw. $U = 1$ zu verwenden.

Für das Aufbringen einer teilweisen Vorspannung $\approx 0,5 \cdot P_V$ genügen jeweils die halben Werte der Spalten 3 - 5 und 8 bzw. 9 sowie der handfeste Sitz nach Spalte 6.

8. ÜBERPRÜFEN DER GLEITFESTEN VERBINDUNGEN

Die Wirksamkeit der gleitfesten Verbindungen ist neben dem Reibbeiwert der Berührungsflächen der zu verbindenden Bauteile hauptsächlich von der Vorspannkraft der Schrauben abhängig. Die Überprüfung der Vorspannkraft erstreckt sich auf 5 % aller Schrauben in der Verbindung. Sie ist mit einem dem Anziehgerät entsprechenden Prüfgerät vorzunehmen, d. h., handangezogene Schrauben sind mit einem Handschlüssel, maschinell angezogene mit einem maschinellen Anziehgerät zu prüfen. Die Prüfung erfolgt ausschließlich durch Weiteranziehen.

- a) Bei allen mit handbetriebenen Drehmomentenschlüsseln nach dem Drehmoment-Verfahren angezogenen und zu prüfenden Schrauben ist das Drehmoment 10 % höher als nach Tabelle 10, Spalte 3 bzw. 4 angegeben, einzustellen.
- b) Bei allen mit auf P_v geeichten Schlagschraubern angezogenen Schrauben genügt zur Überprüfung das Wiederansetzen und Betätigen eines auf P_v nach Tabelle 10, Spalte 5, eingestellten Schlagschraubers.
- c) Bei allen nach dem Drehwinkel-Verfahren angezogenen, zu prüfenden Schrauben ist je nach dem verwendeten Anziehgerät die Prüfmethode nach a) oder b) anzuwenden, d. h., die Prüfgeräte sind fallweise auf die Werte der Tabelle 10, Spalten 3 bzw. 4 oder 5, einzustellen.

Tabelle 11 Überprüfung der Vorspannung

	1	2
1	Weiterdrehwinkel der Schraube	$< 30^\circ$
2	(bzw. Mutter) bis zum Erreichen des nach a) bis c) eingestellten Prüf-wertes	$30 - 60^\circ$
3		$> 60^\circ$
		Schraube ist in Ordnung
		Schraube ist in Ordnung, zusätzlich 2 weitere Schrauben im gleichen Stoß prüfen
		Schraube auswechseln, zusätzlich 2 weitere Schrauben im gleichen Stoß prüfen

Die Überprüfung von Schrauben mit teilweiser Vorspannung ($\geq 0,5 \cdot P_v$) ist nicht erforderlich.

9. KORROSIONSSCHUTZ DER GLEITFESTEN VERBINDUNGEN**9.1. Berührungsflächen der Bauteile**

Da die Wirksamkeit einer gleitfesten Verbindung neben der Vorspannung durch die Schrauben wesentlich vom Reibbeiwert der Berührungsflächen abhängig ist, sind diese Flächen durch geeignete Maßnahmen vor Korrosion zu schützen. Als Schutzmaßnahmen für die Berührungsflächen kommen neben dem herkömmlichen Korrosionsschutz, wie Verstemmen offener Fugen oder satter Anstrich der Fugen, auch gleitfeste Anstriche nach Abschnitt 4.4 in Betracht.

9.2. Hochfeste Schrauben**9.2.1. Schrauben ohne Korrosionsschutzüberzüge**

Schrauben ohne Korrosionsschutzüberzüge sind nach dem Zusammenbau durch Anstrich gegen Korrosion zu schützen.

9.2.2. Feuerverzinkte Schrauben

Feuerverzinkte, hochfeste Schrauben, Muttern und Scheiben dürfen verwendet werden. Die Feuerverzinkung darf nur vom Schraubenhersteller im Eigenbetrieb bzw. im Fremdbetrieb unter seiner Verantwortung vorgenommen werden. Es sind nur komplette Garnituren (Schraube, Mutter und Unterlegscheiben) von ein und demselben Hersteller zu verwenden.

Bei feuerverzinkten, hochfesten Schrauben sind Gewinde und Unterlegscheibe, auf der angezogen wird, grundsätzlich mit Molybdändisulfid (z. B. Molykote) zu schmieren. Beim Vorspannen nach Abschnitt 7.1 können dafür die Werte nach Tabelle 10, Spalte 3, benutzt werden. Beim Vorspannen nach Abschnitt 7.2 oder 7.3 gelten unverändert die Werte der Tabelle 10, Spalten 5 bzw. 6 bis 9.

9.2.3. Schrauben mit anderen Korrosionsschutzüberzügen
Sollen hochfeste Schrauben mit anderen Korrosionsschutzüberzügen verwendet werden, so sind die geeigneten

Schmierbedingungen, Anzieh- und Prüfverfahren durch Versuche zu ermitteln.

10. STIRNPLATTENVERBINDUNGEN

Mit hochfesten Schrauben biegesteif verbundene Stirnplattenverbindungen für IPE-, IPB- und IPB-Profile nach DIN 1025, Blatt 2, 3 und 5, sind in dem Ringbuch „Typisierte Verbindungen im Stahlhochbau“⁵⁾ enthalten.

11. BAULICHE DURCHBILDUNG**11.1. Lochspiel**

Bei Verwendung von hochfesten Schrauben in Scher-/Lochleibungs-Verbindungen nach Abschnitt 3 mit zul N_{SL} nach Tabelle 1, Spalte 3 - 4, und zul σ_1 nach Tabelle 2, Zeile 1 - 2, sowie in gleitfesten Verbindungen nach Abschnitt 4.3.1 mit zul N_{GV} nach Tabelle 5 dürfen die Schraubenlöcher mit einem bis zu 1 mm größeren Durchmesser als der Schaftdurchmesser der Schrauben hergestellt werden.

Bei Verwendung von hochfesten Paßschrauben in Scher-/Lochleibungs-Verbindungen nach Abschnitt 3 mit zul N_{SLP} nach Tabelle 1, Spalte 6 - 7, und zul σ_1 nach Tabelle 2, Zeile 3 - 4, sowie in gleitfesten Verbindungen nach Abschnitt 4.3.2 mit zul N_{GVP} nach Tabelle 7 ist ein Lochspiel $\leq 0,3$ mm einzuhalten. Dazu genügt beim Herstellen der Löcher eine Toleranz H 11 nach DIN 7154.

11.2. Lochabstände

Für die Abstände der Schraubenlöcher vom Rand und untereinander sollen die für Schrauben nach DIN 7968 und DIN 7990, Güte 4.6 und 5.8 zulässigen Werte nach DIN 1050, Ausgabe Juni 1968, Tabelle 6, DIN 1079, Ausgabe September 1970, Tabellen 2 und 3, bzw. DV 805, Ausgabe 1955, Tafel 4.4, verwendet werden. Für Stirnplattenverbindungen nach Abschnitt 10 sind davon abweichende Lochabstände zulässig.

11.3. Unterlegscheiben

Unter Kopf und Mutter jeder Schraube ist je eine Unterlegscheibe nach DIN 6916 bis DIN 6918 vorzusehen.

Um ein Hineinragen des Schraubengewindes in das zu verbindende Bauteil zu vermeiden (siehe DIN 1000, Ausg. Dez. 1973, Abschnitt 4.3.1.3 bzw. 5.3.1.3), können unter der Mutter auch zwei Unterlegscheiben erforderlich werden.

11.4. Schraubenverbindungen mit Belwinkeln u. Beiblechen bzw. Futter

Bei gleitfesten Verbindungen nach Abschnitt 4 brauchen die über Belwinkel oder Beibleche bzw. Futter anteilig anzuschließenden Schnittkräfte nicht erhöht zu werden; d. h., ein Vorbinden ist nicht erforderlich.

11.5. Schraubenverbindungen mit Schweißnähten

Werden hochfeste Schrauben und Schweißnähte in derselben Verbindung verwendet, so ist auf die gegenseitige Beeinflussung des Schweißens und der Schraubenvorspannung zu achten. Ggfs. ist die Schraubenvorspannung wegen möglicher Schrumpfung aus dem Schweißvorgang nochmals zu überprüfen.

11.6. Futter in gleitfesten Verbindungen

Zum Ausgleich von Klaffungen ≥ 2 mm zwischen den Berührungsflächen der zu verbindenden Bauteile infolge von Walztoleranzen, Schweißverformungen u. ä. sind Futter erforderlich. Für diese gelten Abschnitt 4.4 und 4.5 ohne Einschränkung.

11.7. Vorspannen bei großen Anschlußbildern

Bei größeren Schraubenbildern sollen die Schrauben in überspringender Reihenfolge zunächst bis zu etwa 60 % des Sollwertes nach Tabelle 10, Spalten 3, 4, 5, 8 oder 9 angezogen und die endgültige Vorspannung in einem zweiten Arbeitsgang aufgebracht werden, wobei die an den Anschlußenden liegenden Schrauben jeweils zuletzt anzuziehen sind.

11.8. Wiederverwendung der Schrauben

Schrauben, die nach dem Drehwinkelverfahren gemäß Abschnitt 7.3 vorgespannt wurden, dürfen nicht wiederverwendet werden.

⁵⁾ Zu beziehen über die Stahlbau-Verlags-GmbH, Ebertplatz 1, 5000 Köln 1.

Hinweis**Inhalt des Gesetz- und Verordnungsblattes für das Land Nordrhein-Westfalen****Nr. 69 v. 8. 12. 1978**

(Einzelpreis dieser Nummer 1,30 DM zuzügl. Portokosten)

Glied.- Nr.	Datum		Seite
2030 20300 20302 20305	15. 11. 1978	Verordnung zur Übertragung beamtenrechtlicher Zuständigkeiten des Innenministers	588
20320	26. 10. 1978	Verordnung zur Übertragung besoldungsrechtlicher Zuständigkeiten des Ministers für Wissenschaft und Forschung	589
237	16. 11. 1978	Verordnung über die Bestimmung der Anerkennungsbehörden nach dem Wohnungsgemeinnützigkeitsgesetz	590
301		Berichtigung der Verordnung über die Ermächtigung des Justizministers zum Erlaß von Rechtsverordnungen nach § 74 c des Gerichtsverfassungsgesetzes vom 1. November 1978 (GV. NW. S. 566)	590
311	15. 11. 1978	Verordnung zur Änderung der Verordnungen über die Zuständigkeit der Amtsgerichte des Landes Nordrhein-Westfalen in Strafsachen gegen Erwachsene und Jugendstrafsachen	590
311	23. 11. 1978	Verordnung zur Aufhebung der Verordnung zur Zusammenfassung der Wirtschaftsstrafsachen	591

- MBl. NW. 1978 S. 1966.

Einzelpreis dieser Nummer 3,20 DM

Einzellieferungen nur durch den August Bagel Verlag, Grafenberger Allee 100, 4000 Düsseldorf, Tel. 68 88 293/94, gegen Voreinsendung des vorgenannten Betrages zuzügl. 0,50 DM Versandkosten auf das Postscheckkonto Köln 8516-507. (Der Verlag bittet, keine Postwertzeichen einzusenden.) Es wird dringend empfohlen, Nachbestellungen des Ministerialblattes für das Land Nordrhein-Westfalen möglichst innerhalb eines Vierteljahres nach Erscheinen der jeweiligen Nummer bei dem August Bagel Verlag, Grafenberger Allee 100, 4000 Düsseldorf, vorzunehmen, um späteren Liefer-schwierigkeiten vorzubeugen. Wenn nicht innerhalb von vier Wochen eine Lieferung erfolgt, gilt die Nummer als ver-griffen. Eine besondere Benachrichtigung ergeht nicht.

Herausgegeben von der Landesregierung Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf, Elisabethstraße 5. Verlag und Vertrieb: August Bagel Verlag, Düsseldorf; Druck: A. Bagel, Graphischer Großbetrieb, Düsseldorf. Bezug der Ausgabe A (zweiseitiger Druck) und B (einseitiger Druck) durch die Post. Ministerialblätter, in denen nur ein Sachgebiet behandelt wird, werden auch in der Ausgabe B zweiseitig bedruckt geliefert. Bezugspreis vierteljährlich Ausgabe A 29,50 DM, Ausgabe B 31,- DM.
Die genannten Preise enthalten 6% Mehrwertsteuer.