

DIN 25201-2

ICS 21.060.10

Ersatzvermerk
siehe unten**Konstruktionsrichtlinie für Schienenfahrzeuge und deren
Komponenten –
Schraubenverbindungen –
Teil 2: Konstruktion – Maschinenbauliche Anwendungen**

Design guide for railway vehicles and their components –

Bolted joints –

Part 2: Design – Mechanical application

Méthode de conception pour véhicules ferroviaires et ses constituants –

Raccords à vis –

Partie 2: Construction – Applications mécaniques

Ersatzvermerk

Mit DIN 25201-1:2004-06, DIN 25201-3:2004-06, DIN 25201-4:2004-06, DIN 25201-5:2005-06,
DIN 25201-6:2005-06 und DIN 25201-7:2004-06 Ersatz für DIN 25201:1986-11, DIN 25202:1992-04 und
DIN 25203:1992-04

Gesamtumfang 26 Seiten

Normenausschuss Schienenfahrzeuge (FSF) im DIN

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	3
2 Normative Verweisungen	4
3 Symbole	5
4 Allgemeines zu den Schraubenverbindungen	6
4.1 Funktion einer Verbindung	6
4.2 Prinzip einer Verbindung	7
4.3 Montagevorspannkraft F_M	7
5 Gestaltungsparameter	7
5.1 Maße, Form- und Lagetoleranzen der zu verbindenden Teile	7
5.2 Klemmlänge	7
5.3 Nachgiebigkeit der Schraubenverbindung	8
6 Wahl der Befestigungselemente	8
6.1 Allgemeines	8
6.2 Kraftangriff der Montagewerkzeuge	8
6.3 Gewinde	9
6.4 Schraubenwerkstoff	9
6.5 Schraubenkopf	9
6.6 Muttern	9
6.7 Scheiben	9
6.8 Oberflächenbeschichtungen	9
7 Auslegung und Dimensionierung der Schraubenverbindungen	10
7.1 Allgemeines	10
7.2 Einflussgrößen auf die Auslegung	10
7.2.1 Allgemeines	10
7.2.2 Einschraubtiefe	11
7.2.3 Reibungszahlen	11
7.2.4 Verschraubungsklasse (Anziehfaktor α_A)	13
7.3 Eintragungen in technischen Dokumenten	15
7.4 Dimensionierung	15
7.4.1 Vordimensionierung	15
7.4.2 Berechnung	15
7.4.3 Montage mit Anziehdrehmoment M_A	15
Anhang A (normativ) Vordimensionierung der Gewindenennndurchmesser	16
Anhang B (informativ) Beispiele für Eintragungen in technischen Dokumenten	22
Anhang C (informativ) Anhaltswerte für Montagevorspannkkräfte und Anziehdrehmomente	24
Literaturhinweise	26

Vorwort

Diese Norm wurde vom Arbeitsausschuss NA 087 05-01 AA „Verbindungselemente“ des Normenausschusses Schienenfahrzeuge (FSF) erstellt.

DIN 25201 „Konstruktionsrichtlinie für Schienenfahrzeuge und deren Komponenten“ besteht aus:

- Teil 1: Einteilung, Kategorien der Schraubenverbindungen
- Teil 2: Konstruktion – Maschinenbauliche Anwendungen
- Teil 3: Konstruktion – Elektrische Anwendungen
- Teil 4: Sichern von Schraubenverbindungen
- Teil 5: Korrosionsschutz
- Teil 6: Anschlussmaße
- Teil 7: Montage

Änderungen

Gegenüber DIN 25201:1986-11, DIN 25202:1992-04 und DIN 25203:1992-04 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Die Normen wurden zusammengefasst;
- b) vollständige redaktionelle Überarbeitung;
- c) elektrische Verbindungen wurden aufgenommen.

Frühere Ausgaben

DIN 25201: 1986-11

DIN 25202: 1992-04

DIN 25203: 1992-04

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für Schraubenverbindungen mit Schrauben und Muttern aus Stahl nach DIN EN ISO 898-1 und DIN EN 20898-2 im Schienenfahrzeugbereich. Sie ist mit werkstoffbedingten Einschränkungen auch auf Verbindungen mit Schrauben und Muttern aus den Stahlgruppen A2 und A4 nach DIN EN ISO 3506-1 und DIN EN ISO 3506-2 anzuwenden. Sie sollte den Konstrukteur bei der grundlegenden Auswahl von Schraubenverbindungen unterstützen und ihm Systematiken und Begriffe näher bringen. Grundsätzlich befreit die Norm nicht von experimentellen und/oder numerischen (FEM – Finite-Element-Method, BEM – Boundary-Element-Method) Untersuchungen zur Verifizierung der Ergebnisse. Insbesondere trifft dies zu bei kritischen Verbindungen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN 13-28, *Metrisches ISO-Gewinde — Regel- und Feingewinde von 1 bis 250 mm Gewindedurchmesser, Kernquerschnitte, Spannungsquerschnitte und Steigungswinkel*

DIN 18800-1, *Stahlbauten — Bemessung und Konstruktion*

DIN 25200, *Schrauben und Muttern für Schienenfahrzeuge — Übersicht*

DIN 25201-1, *Konstruktionsrichtlinie für Schienenfahrzeuge und deren Komponenten — Schraubenverbindungen — Teil 1: Einteilung, Kategorien der Schraubenverbindungen*

DIN 25201-4, *Konstruktionsrichtlinie für Schienenfahrzeuge und deren Komponenten — Schraubenverbindungen — Teil 4: Sichern von Schraubenverbindungen*

DIN 25201-5, *Konstruktionsrichtlinie für Schienenfahrzeuge und deren Komponenten — Schraubenverbindungen — Teil 5: Korrosionsschutz*

DIN 25201-6:2005-06, *Konstruktionsrichtlinie für Schienenfahrzeuge und deren Komponenten — Schraubenverbindungen — Teil 6: Anschlussmaße*

DIN 34800, *Schrauben mit Außensechsrund mit kleinem Flansch*

DIN 34801, *Schrauben mit Außensechsrund mit großem Flansch*

DIN EN 1665, *Sechskantschrauben mit Flansch, schwere Reihe*

DIN EN 20273, *Mechanische Verbindungselemente — Durchgangslöcher für Schrauben*

DIN EN 20898-2, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen — Teil 2: Muttern mit festgelegten Prüfkraften; Regelgewinde*

DIN EN ISO 898-1, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl — Teil 1: Schrauben*

DIN EN ISO 2320, *Sechskantmutter aus Stahl mit Klemmteil — Mechanische und funktionelle Eigenschaften*

DIN EN ISO 3506-1, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus nichtrostenden Stählen — Teil 1: Schrauben*

DIN EN ISO 3506-2, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus nichtrostenden Stählen — Teil 2: Muttern*

DIN EN ISO 4014, *Sechskantschrauben mit Schaft — Produktklassen A und B*

DIN EN ISO 4017, *Sechskantschrauben mit Gewinde bis Kopf — Produktklassen A und B*

DIN EN ISO 4762, *Zylinderschrauben mit Innensechskant*

DIN ISO 261, *Metrisches ISO-Gewinde allgemeiner Anwendung — Übersicht*

DIN ISO 965-1, *Metrisches ISO-Gewinde allgemeiner Anwendung — Toleranzen — Teil 1: Prinzipien und Grundlagen*

VDI 2230 Blatt 1:2003-02, *Systematische Berechnung hochbeanspruchter Schraubenverbindungen — Zylindrische Einschraubenverbindungen*

3 Symbole

A_N	Nennquerschnitt
A_S	Spannungsquerschnitt nach DIN 13-28
d	Schraubendurchmesser = Gewindeaußendurchmesser (Nenn Durchmesser)
D_a	Innendurchmesser der ebenen Mutterauflagefläche (Fasendurchmesser)
d_a	Innendurchmesser der ebenen Kopfauflage der Schraube
d_h	Bohrungsdurchmesser der verspannten Teile
d_{ha}	Innendurchmesser der Kopfseitigen ebenen Auflagefläche der verspannten Teile (Fasendurchmesser)
D_{ki}	Innendurchmesser der ebenen Kopfauflage
D_{Km}	wirksamer Durchmesser für das Reibungsmoment in der Schraubenkopf- oder Mutterauflage
d_w	Außendurchmesser der ebenen Kopfauflagefläche der Schraube (Auflageaußendurchmesser)
d_2	Flankendurchmesser des Schraubengewindes
f_z	Setzbetrag, plastische Verformung durch Setzen
F_Z	Vorspannkraftverlust infolge Setzens im Betrieb
F_M	Montagevorspannkraft
F_{mGM}	Abstreifkraft Mutter- bzw. innengewinde
F_{mGS}	Abstreifkraft Schraubengewinde
$F_{M \max}$	maximale Montagevorspannkraft, für die eine Schraube ausgelegt werden muss, damit trotz Ungenauigkeit des Anziehverfahrens und zu erwartender Setzbeträge im Betrieb die erforderliche Klemmkraft in der Verbindung erzeugt wird und erhalten bleibt
$F_{\max(Kopf)}$	maximale Kraft am Kopf
$F_{M \min}$	Erforderliche Mindest-Montage-Vorspannkraft; kleinste Montagevorspannkraft, die sich bei $F_{M \max}$ infolge Ungenauigkeit des Anziehverfahrens und maximaler Reibung einstellen kann
F_{Mm}	mittlere Montagevorspannkraft
F_{mS}	Bruchkraft des freien belasteten Schraubengewindes
$F_{M \text{ Tab}}$	Montagevorspannkraft nach Tabelle C.1
l_K	Klemmlänge
m_{eff}	effektive Mutterhöhe bzw. effektive Einschraubtiefe (Überdeckung von Außen- und Innengewinde)
M_A	Anziehdrehmoment bei der Montage zum Vorspannen einer Schraube auf F_M
$M_{A \text{ red}}$	um die Streuung ΔM_M reduziertes Anziehdrehmoment
M_F	Fügemoment
ΔM_M	Streuung für das abgegebene Montagedrehmoment
P	Steigung des Schraubengewindes
R_a	Rauheit
R_m	Zugfestigkeit
R_z	Rauheit
α_A	Anziehfaktor
δ_P	elastische Nachgiebigkeit der verspannten Teile bei zentrischer Verspannung und zentrischer Krafteinleitung
δ_S	elastische Nachgiebigkeit der Schraube
μ_G	Reibungszahl im Gewinde
μ_{ges}	Vergleichsreibungszahl für das Gesamtreibungsverhalten einer Schraubenverbindung
μ_K	Reibungszahl in der Kopfauflage
μ_T	Reibungszahl in der Trennfuge
ν	Ausnutzungsgrad der Streckgrenzspannung beim Anziehen (Grenze der Vollplastizierung des gefährdeten Querschnitts)
τ_{BM}	Scherfestigkeit der Mutter (Näherungswert etwa $0,6 R_m$)
Φ_K	Kraftverhältnis bei zentrischer Verspannung und zentrischer Krafteinleitung in Ebenen durch die Schraubenkopf- und Mutterauflage

4 Allgemeines zu den Schraubenverbindungen

4.1 Funktion einer Verbindung

Eine Schraubenverbindung nach dieser Norm hat die Aufgabe, Bauteile so miteinander zu verbinden, dass das Auftreten von Schlupf oder das Auseinanderklaffen verhindert wird, eine Demontage jedoch möglich ist.

Die übertragenen statischen oder dynamischen Kräfte entsprechen denen, die in nachstehendem Bild 1 aufgeführt sind.

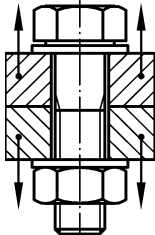
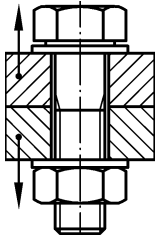
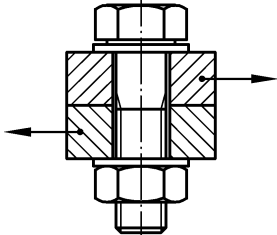
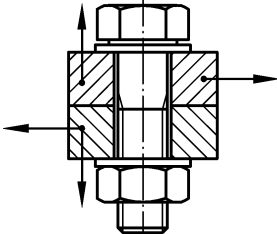
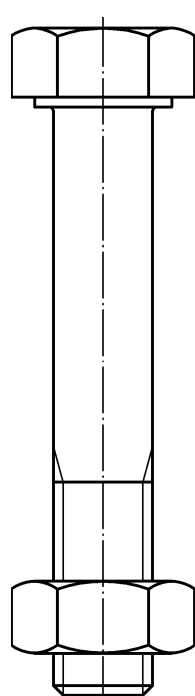
Kräfte, die von außen auf die Verbindung einwirken	Art der Beanspruchung, die sich daraus für das einzelne Befestigungselement ergibt
	Reine Zugbeanspruchung (zentrische Axialkräfte)
	Zug- und Biegebeanspruchung (außermittige Axialkräfte)
	Scher- und Biegebeanspruchung (Querkräfte)
	Zusammengesetzte Beanspruchung (Zug-, Biege- und Querkräfte)

Bild 1 — Kräfte und Beanspruchungen auf die Schraubenverbindung

4.2 Prinzip einer Verbindung

Die Festigkeit einer Schraubenverbindung entspricht der Festigkeit ihres schwächsten Elementes. Abgesehen von Sonderfällen sollte dieses Element die Schraube sein.



Schraubenabschnitt	Tragfähigkeit	Versagen durch:
Kopf	$F_{\max(\text{Kopf})}$	Abscheren des Schraubenkopfes Bruch im Übergang Kopf-Schaft
Schaft	$A_N R_m$	Bruch im ungekerbten Schaftbereich
Freies belastetes Gewinde	F_{mS}	Bruch im Gewindeauslauf Bruch im freien belasteten Gewindeteil
Im Eingriff befindliches Gewinde	F_{mGM} F_{mGS}	Bruch im ersten tragenden Gewindegang Abstreifen des im Eingriff befindlichen Bolzen- und/oder Muttergewindes

Konstruktionsprinzip: $F_{mS} < F_{\max(\text{Kopf})}, A_N R_m, F_{mGM}, F_{mGS}$

Bild 2 — Konstruktionsprinzip bezüglich der Versagensmöglichkeiten einer Schraubenverbindung
(am Beispiel einer Schaftschraube)

4.3 Montagevorspannkraft F_M

Die Montagevorspannkraft ist die Größe, die sicherstellt, dass eine statische und/oder dynamische Kraft dauerhaft übertragen werden kann.

5 Gestaltungsparameter

5.1 Maße, Form- und Lagetoleranzen der zu verbindenden Teile

Die Werte für Anschlussmaße und Toleranzen sind in DIN 25201-6:2005-06, Abschnitte 3 und 4 angegeben.

5.2 Klemmlänge

Die Dicke der Bauteile bestimmt die Klemmlänge und die Länge der Schraube (siehe Bild 3). Damit die elastische Dehnung im Schaft der Schraube ausreichend groß bleibt, ist folgendes Verhältnis anzustreben:

$$\frac{l_K}{d} \geq 3 \text{ bis } 5$$

Dabei ist

l_k die Klemmlänge (in mm);

d der Schraubendurchmesser (in mm).

Um diese Bedingung zu erfüllen, kann es bei vorgegebener Dicke notwendig sein, zusätzlich Hülsen zu verwenden oder den Schraubendurchmesser zu verringern. Im letzteren Fall kann das zu einer Erhöhung der Schraubenanzahl oder zur Verwendung von Schrauben mit höherer Festigkeit führen.

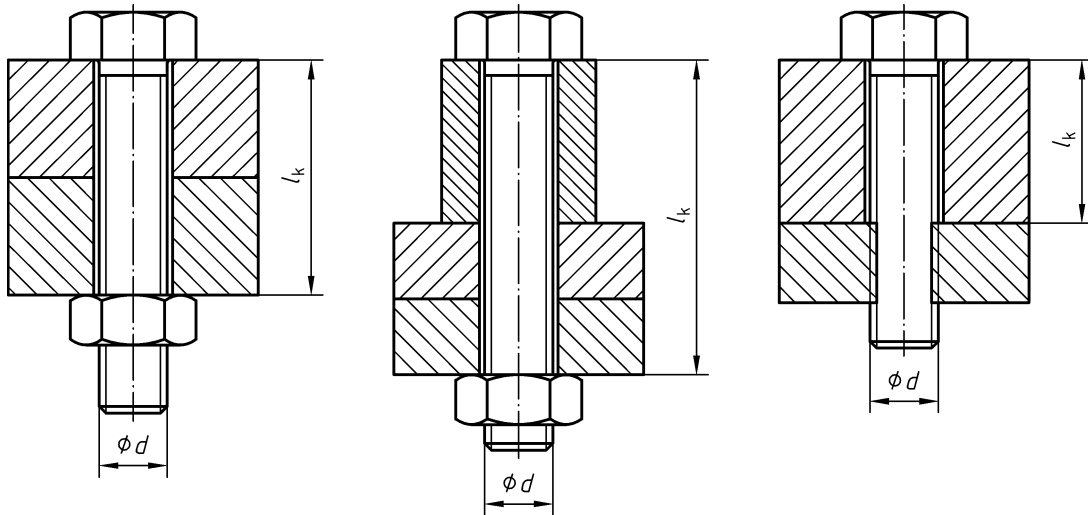


Bild 3 — Klemmlänge l_k

5.3 Nachgiebigkeit der Schraubenverbindung

Die elastische Nachgiebigkeit (Kehrwert der Steifigkeit) der Schraube δ_s sollte möglichst groß, die Nachgiebigkeit der verspannten Bauteile δ_p sollte möglichst klein sein.

Es ist ein möglichst kleines Kraftverhältnis ϕ_k anzustreben, ausgedrückt durch:

$$\phi_k = \frac{\delta_p}{\delta_s + \delta_p}$$

um die Ausschlagsspannung in der Schraube und den Vorspannkraftverlust durch Setzen zu minimieren.

6 Wahl der Befestigungselemente

6.1 Allgemeines

Grundsätzlich sind Verbindungselemente nach DIN 25200 und DIN 25201-4 zu verwenden. Es ist so zu konstruieren, dass Unterlegteile auf das erforderliche Minimum beschränkt sind. Schrauben und Muttern müssen der gleichen Festigkeitsklasse angehören oder aus dem gleichen Werkstoff bestehen.

6.2 Kraftangriff der Montagewerkzeuge

Grundsätzlich sind Montagewerkzeuge für Innen- und Außensechskant sowie Innen- und Außensechsrund einzusetzen.