

DIN 25201-4:2021-11 (D)

Konstruktionsrichtlinie für Schienenfahrzeuge und deren Komponenten - Schraubenverbindungen - Teil 4: Sichern von Schraubenverbindungen

Inhalt	Seite
Vorwort	5
1 Anwendungsbereich.....	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	7
4 Allgemeines.....	9
4.1 Schraubenverbindungen für maschinenbauliche Anwendungen	9
4.2 Schraubenverbindungen für elektrische Anwendungen	9
4.3 Schweißen von Schraubenverbindungen.....	10
5 Sicherungsmaßnahmen	10
5.1 Allgemeines.....	10
5.2 Maßnahmen gegen Lockern.....	11
5.3 Maßnahmen gegen selbsttätiges Losdrehen	11
5.4 Maßnahmen gegen Verlieren	12
6 Anaerobe Flüssigklebstoffe.....	12
6.1 Anforderungen.....	12
6.1.1 Temperaturbereich	12
6.1.2 Beanspruchungsklassen	12
6.1.3 Viskositätsbereiche	13
6.2 Prüfung.....	14
6.3 Bezeichnung.....	14
Anhang A (normativ) Übersicht zur Schraubensicherung.....	15
Anhang B (normativ) Prüfvorschrift zum Nachweis der Losdrehesicherheit von gesicherten Schraubenverbindungen	17
B.1 Ziel und Versuchsarten.....	17
B.2 Prüfeinrichtung.....	17
B.3 Prüfgarnitur	18
B.4 Versuchsbedingungen	18
B.4.1 Prüffrequenz.....	18
B.4.2 Teileverwendung	19
B.4.3 Gegenlagen	19
B.4.4 Oberflächen.....	19
B.4.5 Produktklassen (Grenzmaße, Toleranzen)	20
B.4.6 Einbaulage der Schraubenverbindung.....	20
B.4.7 Klemmlängenverhältnis der Schraubenverbindung	20
B.5 Versuchsdurchführung.....	20
B.5.1 Verspannen und Vorspannkraft.....	20
B.5.2 Schmierung der Prüfgarnitur	21
B.5.3 Einstellversuche	21
B.5.4 Nachweisversuche.....	22
B.5.5 Messgrößen.....	23
B.6 Beurteilung.....	24
B.7 Prüfbericht	24

Anhang C (informativ) Selbsttätiges Losdrehen und Ermüdungsfestigkeit von Schraubenverbindungen bei Querbelastung	26
C.1 Allgemeines.....	26
C.2 Phänomenologie des selbsttätigen Losdrehens.....	26
C.3 Nichtlineare Quersteifigkeit.....	29
C.4 Nachweis des selbsttätigen Losdrehens	30
C.5 Maximal möglicher Gleitweg $u_{Q,max}$	31
C.6 Ermüdungsfestigkeit querbelasteter Schraubenverbindungen	31
C.7 Nachweis der Ermüdungsfestigkeit	32
Anhang D (informativ) Beispiel für ein Nachweisverfahren für Schraubenverbindungen mit seltenen hohen Querbelastungen	33
D.1 Allgemeines.....	33
D.2 Randbedingungen.....	34
D.3 Berechnungsgrundsätze	34
D.4 Berechnungsablauf.....	35
D.4.1 Belastung der Schraubverbindung.....	35
D.4.2 Daten der Schraubenverbindung.....	36
D.4.3 Berechnungsschritte	36
D.5 Ablaufdiagramm.....	50
D.6 Beispiel	57
D.7 Formelzeichen.....	66
Literaturhinweise	70
 Bilder	
Bild 1 — Darstellung der Zusammenhänge des selbsttätigen Lösens	10
Bild B.1 — Prinzipieller Aufbau der Prüfeinrichtung.....	18
Bild B.2 — Prüfblock.....	18
Bild B.3 — Montageposition am Prüfstand.....	21
Bild B.4 — Auswertung des Einstellversuchs	22
Bild B.5 — Beispiel für die Beurteilung der Sicherungswirkung anhand des Verlaufes der Vorspannkraft in Abhängigkeit der Lastwechselzahl.....	24
Bild C.1 — Querkraft- Querverschiebungs-Charakteristik.....	27
Bild C.2 — Mechanische Ersatzmodelle zur Beschreibung der Quersteifigkeit im Zustand 2	29
Bild C.3 — Zustand 3: additiver Anteil Gewindepandeln s infolge radialen Gewindespiels δ_s.....	30
Bild D.1 — Exemplarische Darstellung der Vorspannkraftabfalls für eine Laststufe im Vibrationstest	40
Bild D.2 — Versuchsanordnung zur Ermittlung des Vorspannkraftverlusts gleitender Verbindungen	42
Bild D.3 — Bruchkennlinie	44
Bild D.4 — Bruchkennlinie	45
Bild D.5 — Ermittlung der Lastwechselzahlen für die Vorschädigung.....	47

Bild D.6 — Bestimmung der Restdauerfestigkeit.....	48
Bild D.7 — Querbelastung der Restdauerfestigkeit.....	48
Bild D.8 — Axialbelastung der Restdauerzeitfestigkeit	49
Bild D.9 — Axialbelastung der Restdauerzeitfestigkeit	57
Bild D.10 — Beispiel Kennlinien Restvorspannkrafterhalt gesicherter Schraubenverbindungen M12, $l_K/d = 3,0$	62
Bild D.11 — Beispiel Kennlinien Bruchverhalten gesicherter Schraubenverbindungen M12, $l_K/d = 3,0$.....	64
Bild D.12 — Beispiel Vorbelastung Restdauerfestigkeit.....	65
Bild D.13 — Beispiel Ermittlung Restdauerfestigkeit.....	65
 Tabellen	
Tabelle 1 — Maßnahmen gegen Lockern.....	11
Tabelle 2 — Kurzzeichen, Beanspruchungsklasse und zugehörige Vergleichsfestigkeit	12
Tabelle 3 — Viskositätsbereiche in Abhängigkeit von Gewinde bzw. Spaltbreite.....	14
Tabelle A.1 — Übersicht zur Schraubensicherung.....	15
Tabelle B.1 — Für die Versuche einzustellende Vorspannkkräfte F_V.....	21
Tabelle D.1 — Belastungs- und Bewertungskriterien.....	33