

DIN 65251

ICS 49.030.20

Ersatz für
DIN 65251:2011-05**Luft- und Raumfahrt –
Schrauben mit MJ-Gewinde aus Titanlegierungen, Festigkeitsklasse
900 MPa und 1 100 MPa –
Technische Lieferbedingungen**

Aerospace series –

Bolts, with MJ threads, in titanium alloys, strength class 900 MPa and 1 100 MPa –
Technical specification

Série aérospatiale –

Vis à filetage MJ, en alliages de titane, classe de résistance 900 MPa et 1 100 MPa –
Spécifications techniques

Gesamtumfang 28 Seiten

Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL) im DIN

Inhalt

Seite

Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	5
4 Qualitätssicherung	7
4.1 Allgemeines	7
4.1.1 Anerkennung der Hersteller	7
4.1.2 Bescheinigung der Prüfergebnisse	7
4.1.3 Qualifikation der Schrauben	7
4.1.4 Annahme der Schrauben	7
4.2 Bedingungen für die Qualifikationsprüfungen	7
4.3 Bedingungen für die Abnahmeprüfungen	8
4.4 Anwendung der statistischen Prozesslenkung (SPC)	8
5 Anforderungen	8
Anhang A (normativ) Querschnittsflächen und Formeln für die Zugkräfte und Zeitfestigkeitskräfte im Zugschwellbereich	25
A.1 Querschnittsflächen	25
A.2 Gleichungen	25
A.2.1 Querschnittsfläche	25
A.2.2 Querschnittsfläche für Gewinde < M4/MJ4	26
A.2.3 Zugfestigkeitsprüfkraft	26
A.2.4 Prüfkraft für die Prüfung der Zeitfestigkeit im Zugschwellbereich	26
Anhang B (normativ) Querschnittsflächen und Formeln für die Scherkräfte, zweischnittig	27
B.1 Querschnittsflächenwerte (einfacher Querschnitt)	27
B.2 Formeln	27
B.2.1 Querschnittsfläche für die Prüfung der Scherfestigkeit (einfacher Querschnitt)	27
B.2.2 Prüfkraft für die Scherfestigkeitsprüfung, zweischnittig	27
Literaturhinweise	28

Vorwort

Diese Norm wurde von Experten des Arbeitsausschusses NA 131-03-01 AA „Verbindungselemente (Spiegelausschuss zu ISO/TC 20/SC 4)“ im Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. erarbeitet.

Das Dokument ist eine teilweise Übernahme der ISO 9152:1998. Die Abweichungen bestehen vor allem aus folgenden Änderungen:

- a) Anwendungsbereich um Festigkeitsklasse 900 MPa erweitert;
- b) Normative Verweisungen aktualisiert und um nationale Verweisungen ergänzt;
- c) in 4.1.1 auf DIN EN 9100 statt ISO 9002 referenziert;
- d) in 4.2 Zeitstandversuch ergänzt;
- e) Tabellen aktualisiert und überarbeitet, Tabelle 7 gestrichen;
- f) Anhänge A und B entsprechend dem Anwendungsbereich ergänzt;
- g) Literaturhinweise aktualisiert.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. Das DIN [und/oder die DKE] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Änderungen

Gegenüber DIN 65251:2011-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Anwendungsbereich um Festigkeitsklasse 900 MPa erweitert;
- b) Begriff 3.12 ergänzt, Begriff 3.15 Anmerkung 2 Verweis auf Tabelle 4;
- c) Normative Verweisungen aktualisiert und um nationale Verweisungen ergänzt;
- d) 4.1.1: auf DIN EN 9100 statt ISO 9002 referenziert;
- e) 4.2: Zeitstandversuch ergänzt;
- f) Tabelle 1: überarbeitet sowie Abschnitt 5.7.3 zur Konformitätsbewertung gestrichen;
- g) Tabelle 2: Spalten 26 bis 30 der Schraubenentnahme hinzugefügt;
- h) Tabelle 4: aktualisiert;
- i) Tabelle 5: Festigkeitsklasse 900 MPa aufgenommen (siehe LN 65072-1);
- j) Tabelle 6: Prüfkraft für Schraubengrößen M2, M2,5 und M3 aufgenommen;
- k) Tabelle 8 (Tabelle 6 der ISO): überarbeitet, Fertigungslosumfang erweitert;
- l) Tabelle 9 (Tabelle 7 der ISO): gestrichen, nachfolgende Tabellen umnummeriert;
- m) Tabellen 10 bis 12 (Tabellen 9 bis 11 der ISO): überarbeitet;
- n) Bild 1: Maß f ergänzt;
- o) Bilder 5 und 6: Bezug zum Flankendurchmesser aufgenommen;
- p) Anhänge A und B: entsprechend dem Anwendungsbereich ergänzt;
- q) Literaturhinweise: aktualisiert.

Frühere Ausgaben

LN 65072-1: 1970-12
 DIN ISO 9152: 2005-11
 DIN ISO 9152 Berichtigung 1: 2008-06
 DIN 65251: 2011-05

1 Anwendungsbereich

Diese Norm legt die Eigenschaften und Qualitätssicherungsanforderungen von Schrauben mit MJ-Gewinde aus Titanlegierung der Festigkeitsklasse 1 100 MPa und für Schraubengrößen < M5 der Festigkeitsklasse 900 MPa für die Luft- und Raumfahrt fest. Sie gilt auch für Gewinde nach LN 9163.

Sie ist immer dann anzuwenden, wenn in einer Bauunterlage auf sie Bezug genommen wird.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, 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 50125, *Prüfung metallischer Werkstoffe — Zugproben*

DIN EN 571-1, *Zerstörungsfreie Prüfung — Eindringprüfung — Teil 1: Allgemeine Grundlagen*

DIN EN 9100, *Qualitätsmanagementsysteme — Anforderungen an Organisationen der Luftfahrt, Raumfahrt und Verteidigung*

DIN EN 9133, *Luft- und Raumfahrt — Qualitätsmanagementsystem — Qualifikationsverfahren für genormte Teile der Luft- und Raumfahrt*

DIN EN ISO 3452 (alle Teile), *Zerstörungsfreie Prüfung — Eindringprüfung*

DIN EN ISO 4287, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) - Oberflächenbeschaffenheit: Tastschnittverfahren - Regeln und Verfahren für die Beurteilung der Oberflächenbeschaffenheit*

DIN EN ISO 4288, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Oberflächenbeschaffenheit: Tastschnittverfahren - Regeln und Verfahren für die Beurteilung der Oberflächenbeschaffenheit*

DIN EN ISO 6892-1, *Metallische Werkstoffe — Zugversuch — Teil 1: Prüfverfahren bei Raumtemperatur*

DIN ISO 2859-1:2004-01, *Annahemestichprobenprüfung anhand der Anzahl fehlerhafter Einheiten oder Fehler (Attributprüfung) — Teil 1: Nach der annehmbaren Qualitätsgrenzlage (AQL) geordnete Stichprobenpläne für die Prüfung einer Serie von Losen (ISO 2859-1:1999 einschließlich Technisches Korrigendum 1:2001)*

DIN ISO 5855-2, *Luft- und Raumfahrt — MJ-Gewinde — Teil 2: Grenzmaße für Schrauben und Muttern*

ISO 7870-1, *Control charts — Part 1: General guidelines*

ISO 7961, *Aerospace — Bolts — Test methods*

ISO 7966, *Acceptance control charts*

ISO 8258, *Shewhart control charts*

ISO/TR 13425, *Guidelines for the selection of statistical methods in standardization and specification*

LN 9163 (alle Teile), *Luft- und Raumfahrt — Metrisches ISO-Gewinde*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Norm gelten die folgenden Begriffe:

3.1

Fertigungslos

Anzahl fertigbearbeiteter Schrauben, die im gleichen Verfahren aus Werkstoff einer einzigen Schmelze (gleiche Wärmebehandlung der Legierung) hergestellt wurden, die die gleiche Nummer der Bauunterlage sowie die gleiche Gewinde- und Durchmesser-Kennzahl aufweisen und zusammen in gleicher, festgelegter Weise wärmebehandelt und in einem Fertigungsgang gefertigt wurden

3.2

Prüflos

Anzahl von Schrauben eines einzigen Fertigungsloses mit der gleichen Nummer der Bauunterlage

3.3

Bauunterlage

Unterlage, in der direkt oder indirekt alle Anforderungen an Schrauben festgelegt sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Bauunterlage kann eine Norm, eine Werksnorm oder eine Zeichnung sein.

3.4

Riss

Werkstofftrennung, die in jeder Richtung verlaufen und interkristallin oder transkristallin sein kann

3.5

Riefe

offenliegender Oberflächenfehler

3.6

Überwalzung

Oberflächenfehler, der durch das Falzen von Metallgraten oder scharfen Kanten, die dann in die Oberfläche gewalzt oder gestaucht werden, verursacht wird

3.7

Sprung

Fehlstelle an der Gewindespitze

3.8

Einschlüsse

nichtmetallische Teilchen aus dem Werkstoffertigungsvorgang

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie können in Form von einzelnen Teilchen oder Teilchenkettten auftreten.

3.9

mikrostrukturelles Scheren

V- oder U-förmiges, geriffeltes Korngefüge unmittelbar unterhalb des Gewindegrundes oder fischgratmusterförmiges, gewelltes Korngefüge innerhalb der Gewindespitze

3.10

Stichprobenanweisung

Anweisung über den Umfang der zu entnehmenden Stichprobe(n) und über die Kriterien für die Feststellung der Annehmbarkeit des Loses

Anmerkung 1 zum Begriff: In dieser Norm legt eine Stichprobenanweisung die Anzahl der zu prüfenden Schrauben in Abhängigkeit von der Losgröße und Annahmehzahl [Anzahl der annehmbaren fehlerhaften Einheiten (Ac) fest.]¹⁾

3.11

ungeschichtete Probenahme

Entnahme von n Einheiten aus einer Grundgesamtheit von N Einheiten, wobei alle möglichen Kombinationen von n Einheiten die gleiche Auswahlwahrscheinlichkeit haben

3.12

kritischer Fehler

Fehler, von dem anzunehmen oder bekannt ist, dass er voraussichtlich für Personen, die das betreffende Erzeugnis (Schraube) benutzen, instandhalten oder auf es angewiesen sind, gefährliche oder unsichere Situationen schafft oder Fehler, von dem anzunehmen oder bekannt ist, dass er voraussichtlich die Erfüllung der Funktion einer größeren Anlage verhindert, d. h. Ausfall des Geräts

3.13

Hauptfehler

nichtkritischer Fehler, der voraussichtlich zu einem Ausfall führt oder die Brauchbarkeit des betreffenden Erzeugnisses (Schraube) für den vorgesehenen Verwendungszweck wesentlich herabsetzt

3.14

Nebenfehler

Fehler, der voraussichtlich die Brauchbarkeit des betreffenden Erzeugnisses für den vorgesehenen Verwendungszweck nicht wesentlich herabsetzt oder ein Abweichen von den geltenden Festlegungen darstellt, das den Gebrauch oder Betrieb des Erzeugnisses nur geringfügig beeinflusst

3.15

Rückzuweisende Qualitätsgrenzlage

LQ

Qualitätsgrenzlage in einer Stichprobenanweisung, die einer festgelegten, jedoch relativ niedrigen Annahmewahrscheinlichkeit entspricht

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie ist eine für das Los charakteristische Qualitätsgrenzlage, die der Kunde bereit ist anzunehmen, wobei eine geringe Wahrscheinlichkeit besteht, dass ein Los dieser Qualität auftritt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Für die Anwendung dieser Norm entspricht die in Tabelle 4 angegebene rückzuweisende Qualitätsgrenzlage einer Annahmewahrscheinlichkeit von 10 %.

3.16

Annehmbare Qualitätsgrenzlage

AQL

maximaler Prozentsatz fehlerhafter Einheiten (oder maximale Anzahl von Fehlern je 100 Einheiten), der für die Stichprobenprüfung als befriedigende, durchschnittliche Herstellqualität angesehen werden kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Variante: Qualitätsgrenzlage, die in einer Stichprobenanweisung einer vorgegebenen, aber relativ hohen Annahmewahrscheinlichkeit entspricht.

¹⁾ Ergänzende Angaben aus DIN ISO 2859-1.

4 Qualitätssicherung

4.1 Allgemeines

4.1.1 Anerkennung der Hersteller

Der Betrieb des Herstellers sollte nach DIN EN 9100 oder einem vergleichbaren Managementsystem zertifiziert sein. Zweck dieser Verfahren ist es, sicherzustellen, dass der Hersteller über ein Qualitätsmanagementsystem verfügt und in der Lage ist, regelmäßig Schrauben herzustellen, die die angegebenen Qualitätsanforderungen nach DIN EN 9133 erfüllen.

Qualitätsbezogene Dokumente wie in DIN EN 9100 festgelegt, für die nach dieser Norm hergestellten Teile müssen mindestens 10 Jahre aufbewahrt werden.

4.1.2 Bescheinigung der Prüfergebnisse

Die Einhaltung der in dieser Norm gestellten Anforderungen ist durch Bescheinigungen mit Angaben der Ergebnisse der durchgeführten Prüfungen in Form einer Prüfbescheinigung zu bestätigen.

4.1.3 Qualifikation der Schrauben

Zweck der Prüfungen²⁾ ist der Nachweis, dass die Konstruktions- und Herstellungsbedingungen einer Schraube die Erfüllung der Anforderungen dieser Norm ermöglichen.

Die Qualifikation der Schrauben wird von der Zulassungsstelle im Land des Käufers oder deren beauftragtem Stellvertreter, der der Hauptauftragnehmer sein kann, erteilt.

4.1.4 Annahme der Schrauben

Zweck der Prüfungen ist es, so einfach wie möglich mit einem kostengünstigen Verfahren mit der einer statistischen Probenahme eigenen Unsicherheit zu überprüfen, ob die Schrauben die Anforderungen dieser Norm erfüllen.

Sie müssen vom Hersteller oder unter seiner Verantwortung durchgeführt werden.

Der Hersteller ist für die Qualität der hergestellten Schrauben verantwortlich.

4.2 Bedingungen für die Qualifikationsprüfungen

Falls nicht anders festgelegt, sind die Prüfungen durchzuführen an:

- jedem Schraubentyp und -durchmesser,
- 25 Schrauben, die einem einzigen Prüflös durch ungeschichtete Probenahme entnommen werden. Die Anzahl erhöht sich auf 30 Schrauben, sofern ein Zeitstandversuch notwendig wird (siehe Tabelle 1, in 5.5.6).

Das Prüfprogramm kann gegebenenfalls verringert oder die Qualifikation einer Schraube ohne Prüfung gewährt werden: eine solche Entscheidung ist von den Ergebnissen abhängig zu machen, die mit ähnlichen Schraubentypen und -durchmessern erzielt wurden, sofern die Konstruktions- und Herstellungsbedingungen gleich sind.

Die Prüfungen sind erneut an jeder Schraube durchzuführen, deren Herstellungsbedingungen sich geändert haben.

Tabelle 2 zeigt die Zuordnung der Schraubenproben zu den entsprechenden Prüfungen.

²⁾ Zur Vereinfachung des Textes bezieht sich der in dieser Norm verwendete Begriff „Prüfungen“ auch auf „Prüfungen und Tests.“

4.3 Bedingungen für die Abnahmeprüfungen

Die Prüfungen sind an jedem Fertigungs- oder Prüflös durchzuführen. Die Schrauben sind dem zu prüfenden Los mittels ungeschichteter Probenahme zu entnehmen.

Jede Schraube darf mehreren Prüfungen unterzogen werden, unter der Voraussetzung, dass ihre Merkmale während dieser Prüfungen nicht verändert wurden.

Schrauben für zerstörende Prüfungen dürfen aus denjenigen ausgewählt werden, die für zerstörungsfreie Prüfungen verwendet wurden.

Werden strengere Prüfungen für notwendig erachtet, dürfen die Qualifikationsprüfungen ganz oder teilweise während der Abnahmeprüfung durchgeführt werden. In diesem Fall ist die Anzahl der Schrauben für diese Prüfungen die gleiche wie für die Qualifikationsprüfungen.

Fertigungs- oder Prüflöse, die sich bei den Abnahmeprüfungen als nicht annehmbar erwiesen haben, sind erst dann zur Wiederholungsprüfung vorzulegen, nachdem alle fehlerhaften Einheiten ausgesondert bzw. die Fehler behoben wurden. In diesem Fall ist für die Wiederholungsprüfung des (der) Attributs(e), das (die) die Zurückweisung verursacht hat (haben), der Prüfumfang zu verdoppeln, wobei die gleiche Annahmehzahl fehlerhafter Einheiten zugrunde gelegt wird.

4.4 Anwendung der statistischen Prozesslenkung (SPC)

Wird ein Merkmal nach einem statistisch gelenkten Prozess erzielt, kann der Hersteller für die Konformitätserklärung für dieses Merkmal auf die in dieser Norm vorgesehene systematische Probenahme letzter Stufe verzichten, falls er für diese Entscheidung den **formalen Nachweis** nach ISO/TR 13425 und den darin zitierten Normen erbringen kann.

Eine solche Nachweisführung enthält die folgenden Phasen:

- Analyse der Hauptmerkmale des Produktes;
- Analyse der mit jedem angewandten Prozess verbundenen Risiken;
- Bestimmung der Parameter und/oder Merkmale, die bei SPC zu beachten sind;
- Bestimmung der Prozessfähigkeit jedes Prozesses;
- Aufstellung eines Prüfplanes und dessen Eingliederung in den Fertigungsprozess;
- Aufstellung von Routen und Qualitätsregelkarten (ISO 7966, ISO 7870-1, ISO 8258);
- Verwendung von Qualitätsregelkarten zur Datenkonsolidierung;
- Bestimmung der durchzuführenden Qualitätsaudits und Überwachungen zur Sicherung der Zuverlässigkeit der Einheit.

Um in der Fertigung eingesetzt werden zu können, sollte dieser Prozess zuerst durch die für die Qualifikation zuständige Stelle für gültig erklärt werden, und zwar — je nach Fall — entweder während der Qualifikationsphase oder danach, anhand einer Auswertung der Nachweisführungsunterlagen und der Ergebnisse der Qualifikationsprüfungen nach Abschnitt 5. **Die Prozesslenkung gilt nicht für zerstörende Prüfungen**, mit Ausnahme der Bestimmung des Wasserstoffgehalts.

5 Anforderungen

Die Anforderungen dieser Norm sind in Tabelle 1 angegeben und gelten für einsatzbereite Schrauben, falls nicht anders festgelegt. Die Prüftemperatur ist die Umgebungstemperatur, falls nicht anders festgelegt. Diese Anforderungen ergänzen die Anforderungen aller anderen Normen oder Spezifikationen, auf die in der Produktnorm oder der Bauunterlage Bezug genommen wird.

Tabelle 1 — Anforderungen und Prüfverfahren

Abschnitt	Merkmal	Anforderung	Prüfverfahren	Bezeichnung ^a	Prüf-umfang
5.1	Werkstoff	Nach Bauunterlage	Siehe Werkstoffnorm		wie für Halbzeug geford.
5.2	Maße	Nach Bauunterlage	Übliche Messmittel	Q	20
				A	Tabellen 3 und 4
5.3	Fertigung				
5.3.1	Umformung	Die Schraubenköpfe sind vor der Wärmebehandlung durch Kalt- oder Warmstauchen herzustellen. Die Einrichtung muss eine angemessene und gleichmäßige Temperatur für das gesamte Fertigungslos gewährleisten.	Nach Fertigungsanweisung Die verwendete Einrichtung muss zugelassen sein.	Q	
5.3.2	Wärmebehandlung	Die gestauchten Rohlinge müssen wärmebehandelt werden, um die nach der Bauunterlage geforderten Eigenschaften zu erzielen. Die Rohlinge dürfen nicht mehr als zweimal wärmebehandelt werden. Wenn vereinbart: aus mindestens zwei Rohmaterialabschnitten der gleichen Material- und Wärmebehandlungs-charge sind Zugprobenstäbe zu fertigen und mittels einem Zugversuch die Mindestanforderung der Zugfestigkeit, Streckgrenze und Bruchdehnung aus dem angezogenen Werkstoff-Leistungsblatt nachzuweisen.	Nach Verfahrensanweisung Die verwendete Einrichtung muss zugelassen sein. Zugproben nach DIN 50125 Prüfung nach ISO 7961 Alternativ kann dieser Nachweis auch an fertigen Schrauben erfolgen. Der Nachweis entfällt bei Schrauben mit einer Länge $< 2 \times$ Gewindedurchmesser.	Q	
5.3.3	Entfernen von Oberflächenverunreinigung (Auflagefläche und Schaft)	Ist eine spanende Bearbeitung erforderlich, müssen die Anforderungen von 5.5.1 eingehalten werden.			
5.3.4	Ausrundung zwischen Kopf und Schaft	Der Radius der Ausrundung ist nach der Wärmebehandlung und spanenden Bearbeitung kalt zu walzen, um alle sichtbaren Spuren der spanenden Bearbeitung zu beseitigen und eine Kaltverfestigung an der Oberfläche zu erzeugen. Die Verformung darf die in Bild 1 angegebenen Werte nicht überschreiten. Die Anforderungen gelten für Schrauben, ausgenommen: a) Schrauben mit Gewinde bis annähernd Kopf; b) Schrauben mit einem Nenn-durchmesser < 5 mm.	Sichtprüfung bei geeigneter 10- bis 20fachen Vergrößerung und Maßprüfung	Q	5
				A	Tabellen 3 und 4
5.3.5	Gewinde	Sie sind in einem einzigen Arbeitsgang nach vollständiger Wärmebehandlung zu walzen. Ein Walzen aus der Halbwärme ist zulässig.	Nach Fertigungsanweisung	Q	