

DIN 65058**DIN**

ICS 49.030.20

**Luft- und Raumfahrt –
Schrauben aus korrosionsbeständigem Stahl mit einer
Nennzugfestigkeit von 900 MPa und 1 100 MPa für Temperaturen bis
425 °C –
Technische Lieferbedingungen; Text Deutsch und Englisch**

Aerospace –

Bolts and screws in corrosion-resisting steels, with normal tensile strength of 900 MPa and 1 100 MPa, for temperatures up to 425 °C –

Technical specification; Text in German and English

Aéronautique et espace –

Vis en acier résistant à la corrosion, d'une résistance nominale à la traction de 900 MPa et 1 100 MPa, pour températures jusqu'à 425 °C –

Spécification technique; Texte en allemand et anglais

Gesamtumfang 58 Seiten

Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL) im DIN

Inhalt

Seite

Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	5
4 Anforderungen	6
4.1 Allgemeine Forderungen	6
4.1.1 Anerkennung der Hersteller	6
4.1.2 Bescheinigung der Prüfergebnisse	7
4.2 Technische Anforderungen	7
5 Qualitätsprüfung	7
5.1 Allgemeines	7
5.2 Prüfung der Merkmale	7
5.2.1 Qualifikationsprüfung	7
5.2.2 Abnahmeprüfung	7
5.2.3 Abweichende Probenbeurteilung	8
5.2.4 Fertigungskontrolle und Fertigungsbeobachtung	8
6 Lieferart	27
6.1 Verpackung	27
6.2 Kennzeichnung der Verpackung	27
Anhang A (normativ) Prüfkkräfte bei Schrauben für MJ-Gewinde	28
Anhang B (informativ) Formeln für die Zugkräfte und Zeitfestigkeitskräfte im Zugschwellbereich für Schrauben mit MJ-Gewinde (ISO 5855-2)	29
Literaturhinweise	30

Vorwort

Dieses Dokument wurde von Experten des NA 131-03-01 AA „Mechanische Verbindungselemente“ im Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL) erarbeitet.

Die Anerkennung durch das Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung und das Luftfahrt-Bundesamt ist vorgesehen.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm legt die Eigenschaften und Qualitätsanforderungen von Schrauben aus korrosionsbeständigen Stählen mit einer Nennzugfestigkeit von 900 MPa und 1 100 MPa für Temperaturen bis 425 °C fest.

Sie ist immer anzuwenden wenn in Normen, Zeichnungen oder anderen Bauunterlagen auf diese Technische Lieferbedingung Bezug genommen wird.

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 50125, *Prüfung metallischer Werkstoffe — Zugproben*

DIN 55350-11, *Begriffe der Qualitätssicherung und Statistik — Begriffe der Qualitätssicherung, Grundbegriffe*

DIN 65570, *Luft- und Raumfahrt — Wärmebehandlungsanlagen, Allgemeine Anforderungen*

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

DIN ISO 5855, *Luft- und Raumfahrt — MJ-Gewinde*

DIN EN 473, *Zerstörungsfreie Prüfung — Qualifizierung und Zertifizierung von Personal der zerstörungsfreien Prüfung, Allgemeine Grundlagen*

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

DIN EN 2424, *Luft- und Raumfahrt — Kennzeichnung von Luft- und Raumfahrterzeugnissen*

DIN EN 9100, *Luft- und Raumfahrt — Qualitätsmanagementsysteme, Anforderungen (basiert auf ISO 9001:2000) und Qualitätssysteme*

DIN EN 10204, *Metallische Erzeugnisse, Arten von Prüfbescheinigungen*

DIN EN ISO 643, *Stahl — Mikrophotographische Bestimmung der scheinbaren Korngröße (ASTME 112)*

DIN EN ISO 6506-1, *Prüfung metallischer Werkstoffe — Härteprüfung nach Brinell*

DIN EN ISO 6507-1, *Prüfung metallischer Werkstoffe — Härteprüfung nach Vickers*

DIN EN ISO 6508-1, *Prüfung metallischer Werkstoffe — Härteprüfung nach Rockwell — Verfahren A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T*

DIN EN ISO 8785, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Oberflächenunvollkommenheiten — Begriffe, Definitionen und Kenngrößen*

DIN EN ISO 9934-1, *Zerstörungsfreie Prüfung — Magnetpulverprüfung, Allgemeine Grundlagen*

DIN EN ISO 18265, *Metallische Werkstoffe — Umrechnung von Härtewerten*

ISO 7961, *Aerospace — Bolts — Test Methods*

LN 9163-1, *Luft- und Raumfahrt — Metrisches ISO-Gewinde, Grundabmaße und Toleranzen*

LN 9163-2, *Luft- und Raumfahrt — Metrisches ISO-Gewinde, Gewinde- und Toleranzfelderauswahl für Verbindungselemente*

LN 9163-6, *Luft- und Raumfahrt — Metrisches ISO-Gewinde, Grenzmaße*

LN 9368-3, *Luft- und Raumfahrt — Bezeichnung der Oberflächenbehandlung, Kenn-Nummern für chemische Behandlungsverfahren*

LN 9378, *Gewindeenden, Schraubenüberstände für Metrisches Gewinde*

WL 1.4939, Teil 2, *Hochwarmfester Chrom-Nickel-Molybdän-Vergütungsstahl mit etwa 0,1 C – 12 Cr – 2,5 Ni – 1,8 Mo – 0,3 V, umgeschmolzen — Stangen und Schmiedestücke*

WL 1.4944 Teil 3, *Hochwarmfester aushärtender Nickel-Chrom-Titan-Stahl mit etwa 0,06 C – 25 Ni – 15 Cr – 2,1 Ti – 1,2 Mo — Stangen und Draht für Schrauben und Muttern*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe für die statistische Qualitätskontrolle nach DIN 55350-11 und den folgenden Begriffen.

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 Die Bauunterlage kann eine Internationale 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 (siehe Bild 1)

3.7

Sprung

Fehlstelle an der Gewindespitze (siehe Bild 1)

3.8

Einschlüsse

nichtmetallische Teilchen aus dem Werkstoffertigungsvorgang

ANMERKUNG Sie können in Form von einzelnen Teilchen oder Teilchenkette auftreten.

3.9

mikrostrukturelles Scheren

V- oder U-förmiges, geriffeltes Korngefüge unmittelbar unterhalb des Gewindegrundes (Fließlinien) 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 In dieser Internationalen Norm legt eine Stichprobenanweisung die Anzahl der zu prüfenden Schrauben in Abhängigkeit von der Losgröße und Annahmezahl [Anzahl der annehmbaren fehlerhaften Einheiten (A_c) 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

Rückzuweisende Qualitätsgrenzlage

LQ

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

ANMERKUNG 1 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 Für die Anwendung dieser Internationalen Norm entspricht die in Tabelle 13 angegebene rückzuweisende Qualitätsgrenzlage einer Annahmewahrscheinlichkeit von 10 %.

3.13

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 Variante: Qualitätsgrenzlage, die in einer Stichprobenanweisung einer vorgegebenen, aber relativ hohen Annahmewahrscheinlichkeit entspricht.

4 Anforderungen

4.1 Allgemeine Forderungen

4.1.1 Anerkennung der Hersteller

Der Hersteller muss den in DIN EN 9100 festgelegten Qualitätssicherungs- und Anerkennungsverfahren genügen. 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 erfüllen.

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

1) Ergänzende Angaben aus DIN ISO 2859-1

4.1.2 Bescheinigung der Prüfergebnisse

Die Einhaltung der in dieser Norm gestellten Anforderungen ist vom Auftragnehmer durch Bescheinigungen mit Angabe der Ergebnisse der durchgeführten Prüfungen dem Auftraggeber in Form einer Prüfbescheinigung nach DIN EN 10204 zu bestätigen.

4.2 Technische Anforderungen

Nach Tabelle 1.

5 Qualitätsprüfung

5.1 Allgemeines

Die Prüfverfahren sind in der Tabelle 1 den zugehörigen Anforderungen zugeordnet.

Sie sind sowohl für die Qualifikations- als auch für die Abnahmeprüfung anzuwenden.

Der Prüfumfang und die Probenahme sind in Tabelle 2 und Tabelle 3 angegeben.

5.2 Prüfung der Merkmale

Nach Tabelle 1, Tabelle 2 und Tabelle 3.

5.2.1 Qualifikationsprüfung

Als Qualifikationsprüfung gilt die Prüfung der in 4.2 aufgeführten technischen Anforderungen, unter Anwendung der unter 5.2 vorgeschriebenen Prüfverfahren, die unter Prüfungsart mit Q gekennzeichnet sind (siehe Tabelle 1).

Das Ergebnis ist die Grundlage für die Qualifikation.

Diese Prüfung muss erstmalig vor der Erstlieferung an repräsentativen Mustern durchgeführt werden, die mit den gleichen Fertigungseinrichtungen nach dem gleichen Verfahren hergestellt wurden wie die Serien-erzeugnisse.

Sofern ein Hersteller wegen fehlender Einrichtungen die geforderten Prüfungen nicht selbst durchführen kann, ist ein vom Besteller akkreditiertes Prüfinstitut damit zu beauftragen.

5.2.2 Abnahmeprüfung

Die Einhaltung der technischen Anforderungen ist mit den in 4.2 (siehe Tabelle 1) aufgeführten Prüfungen vom Auftragnehmer nachzuweisen. Diese Prüfungen sind als Stichprobenprüfungen nach Tabellen 2 und 3 durchzuführen.

Ein zurückgewiesenes Los darf aussortiert oder nachgearbeitet und unter Maßgabe, dass der Auftragnehmer die getroffenen Maßnahmen darlegt einmal wieder vorgestellt werden.

Das zur Wiederholungsprüfung vorgestellte Los wird den gleichen Prüfungen wie bei der Erstvorstellung unterworfen, jedoch wird die Prüfung der beanstandeten Merkmale und der Merkmale, die durch Behebung der Beanstandung beeinflusst werden können, nach einem Stichprobenplan durchgeführt, dessen AQL zwei Stufen kleiner ist, als die für die erste Prüfung vereinbarte AQL.

Ist eine Beseitigung der Fehler nicht möglich oder nicht zugelassen, bzw. erfüllt das zur Wiederholungsprüfung vorgestellte Los nicht die Annahmekriterien, so ist das Los zu verwerfen.

5.2.3 Abweichende Probenbeurteilung

5.2.3.1 Probenbeurteilung bei der Prüfung auf Werkstoff-Trennung

Wenn bei der Prüfung nach Tabelle 1, lfd. Nr 22 die Werte der Tabelle 11 überschritten werden, ist das gesamte Los zurückzuweisen oder eine 100 %ige Prüfung mittels dem Farbeindringverfahren oder dem Magnetpulververfahren vorzunehmen, um alle Teile mit unzulässigen Fehlern zurückzuweisen. Schrauben, die für die metallurgischen Prüfungen auf Unregelmäßigkeiten untersucht wurden, können für die mechanischen Prüfungen verwendet werden.

5.2.3.2 Prüfung der Zeitfestigkeit im Zugschwellbereich-Probenbeurteilung

Probenentnahme

Die Prüfung der 1. Probe gilt als angenommen, falls die mittlere Lebensdauer über 65 000 Lastspielen und der Mindestwert der einzelnen Proben über 45 000 Lastspielen liegt. Die Prüfung kann vor der Zerstörung abgebrochen werden, wenn 130 000 Lastspiele erreicht sind. Bei Lastspielen über 130 000 gilt für die Mittelwertberechnung der Wert 130 000.

Falls das Mittel unter 65 000 Lastspielen liegt oder 2 oder mehr Einzelproben eine Lebensdauer unter 45 000 Lastspielen aufweisen, ist eine 2. Probe mit dem doppelten Prüfumfang (siehe Tabelle 13) zu nehmen.

Die Prüfung der 2. Probe gilt als angenommen, falls die mittlere Lebensdauer über 65 000 Lastspielen und der Mindestwert der einzelnen Proben über 45 000 Lastspielen liegt.

Sie führt zur Zurückweisung des Fertigungsloses, falls die mittlere Lebensdauer unter 65 000 Lastspielen und der Mindestwert der einzelnen Proben unter 45 000 Lastspiele liegt.

5.2.4 Fertigungskontrolle und Fertigungsbeobachtung

Die Qualitätssicherung setzt eine einwandfreie Fertigungskontrolle mit statistischer Auswertung beim Hersteller auf Maßgenauigkeit, Oberflächengüte und Werkstoff voraus. Art, Umfang und Durchführung der Fertigungskontrolle bleiben dem Hersteller überlassen. Die Fertigungskontrolle des Herstellers kann seitens des Güteprüfers im Einzelfalle mit anerkannt werden. Das setzt voraus, dass ein Beauftragter des Bestellers berechtigt ist, die Durchführung der Fertigungskontrolle zu beobachten.

Tabelle 1

Lfd. Nr	Merkmal	Technische Anforderungen 4.2	Prüfung der Merkmale 5.2 Prüfverfahren	Prüfungsart
1	Werkstoff	Es sind hochwarmfeste Werkstoffe entsprechend den Werkstoff-Leistungsblättern 1.4939 und 1.4944 zu verwenden. Die Wärmebehandlung ist nach den Werkstoff-Leistungsblättern durchzuführen. Zugfestigkeit, Dehngrenze und Bruchdehnung im Endzustand siehe Tabelle 4.	Für den Nachweis der chemischen Zusammensetzung können die Werte des Werkzeugnisses des Halbzeugherstellers verwendet werden. Bestimmung der Zugfestigkeit, Streckgrenze und Bruchdehnung siehe lfd. Nr 8	Q/A
2	Maße	Die Maße und Toleranzen müssen den Angaben der betreffenden Normen entsprechen.	Geprüft wird mit den üblichen Messmitteln.	Q/A
3	Gewinde	Das metrische ISO-Gewinde muss der LN 9163-1 entsprechen. Form, Maße und Toleranzen sind nach LN 9163-2 und LN 9163-6 auszuführen. Das MJ-Gewinde muss der DIN ISO 5855 entsprechen. Die Gewindeenden müssen LN 9378 entsprechen. Das Gewindewalzen muss nach der vollständigen Wärmebehandlung durchgeführt werden.	Die Gewindeprüfung ist an Teilen mit Oberflächenbehandlung durchzuführen. Innerhalb der ersten zwei Gewindegänge darf das Gewinde im Flankendurchmesser und Außendurchmesser unvollständig sein. Unregelmäßigkeiten an den Gewindespitzen sind zulässig (siehe Bild 1). Der Gewindeauslauf darf außerhalb der Gewindetoleranz liegen. Ein Gutleerring muss sich bis zu einem Abstand von 2 Gewindegängen zum vollen Schaft aufschrauben lassen. Jede Maßabweichung ist ein Fehler, der in dem entsprechenden Prüfplan zu werten ist.	Q/A
4	Form- und Lagetoleranzen	Maßgebend sind die Angaben in den jeweiligen Maßnormen. Ist dort nichts festgelegt, gelten die Angaben in den Tabellen 5 und 6 bzw. dem Bild 2.	Geprüft wird mit den üblichen Messmitteln.	Q/A
5	Massen	Die Massen müssen den Angaben der jeweiligen Maßnormen entsprechen.	Geprüft wird mit den üblichen Messmitteln.	A
6	Fertigungsbedingte Eigenschaften	Die Schrauben sind kalt oder warm zu formen (Kopf und Gewinde müssen umgeformt sein).		

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Lfd. Nr	Merkmal	Technische Anforderungen 4.2	Prüfung der Merkmale 5.2 Prüfverfahren	Prüfungsart
7	Warmformen	Die Erwärmungsanlage für das Warmformen muss einer ständigen Überwachung mit Aufzeichnung unterliegen und einer Ausführung entsprechen, welche innerhalb desjenigen Teils des Materials, welcher umgeformt wird, sowie innerhalb des gesamten Loses eine gleichmäßige Temperatur gewährleistet. Die Temperatur muss dabei automatisch gemessen und geregelt werden. Beim Warmformen sind die Temperaturen der in Tabelle 8 angegebenen Werte einzuhalten.	Das Warmformen ist beim Hersteller zu protokollieren.	Q
8	Wärmebehandlung	Die Anforderung und Überprüfung der Wärmebehandlungsanlagen haben nach DIN 65570 zu erfolgen. Das bei der Wärmebehandlung verwendete Medium (Schutzgas) darf zu keiner Verunreinigung der Oberfläche bzw. Entkohlung oder Aufkohlung führen, soweit nicht die unter lfd. Nr 19 vorgesehene Ausnahmeregelung zutrifft. Der Faserverlauf zwischen Kopf und Schaft muss den Anforderungen unter lfd. Nr 21 entsprechen. Das Erleichterungsloch im Kopf z. B. bei Zwölfkantschrauben kann durch Schmieden oder spanende Bearbeitung hergestellt werden. Die endgültige Wärmebehandlung ist nach dem Formen, aber vor der spanenden Bearbeitung, der Kaltverfestigung, der Ausrundung zwischen Kopf/Schaft und Gewindewalzen nach den Angaben der Werkstoff-Leistungsblätter vorzunehmen. Die Rohlinge dürfen höchstens 2-mal einer Wärmebehandlung unterzogen werden. Die sich bei der Wärmebehandlung bildende Oxidschicht ist durch mechanisches Abtragen oder elektrolytisches Polieren zu entfernen.	Die Wärmebehandlung ist beim Hersteller zu protokollieren und im Werksabnahmezeugnis anzugeben. Die Wärmebehandlung ist mittels Härteprüfung nach Vickers (DIN EN ISO 6507-1) an mindestens 3 verschiedenen Bauteilen aus einer WärmebehandlungschARGE zu überprüfen und muss die Mindestanforderungen aus dem Werkstoffleistungsblatt des entsprechenden Werkstoffes erfüllen. Ferner sind aus mindestens zwei Rohmaterialabschnitten der gleichen Material- und WärmebehandlungschARGE Zugprobenstäbe nach DIN 50125 zu fertigen und mittels einem Zugversuch die Mindestanforderung der Zugfestigkeit, Streckgrenze und Bruchdehnung aus Tabelle 4 nachzuweisen.	Q/A

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Lfd. Nr	Merkmal	Technische Anforderungen 4.2	Prüfung der Merkmale 5.2 Prüfverfahren	Prüfungsart
9	Ausrundung zwischen Kopf und Schaft	Die Ausrundung zwischen Kopf und Schaft muss nach der vollständigen Wärmebehandlung und der spanenden Bearbeitung kaltverfestigt (gewalzt) werden. Der Radius der Ausrundung muss der jeweiligen Norm entsprechen. Die Kaltverfestigung der Ausrundung zwischen Kopf und Schaft kann Verformung bewirken. Die Verformungen dürfen an den Punkten A und B nicht mehr als in Tabelle 7 von dem Profil abweichen, wobei C nicht überschritten werden darf (Tabelle 7 und Bild 3). Durch das Kaltwalzen sollen die Schleif- oder Werkzeugspuren eingeglättet werden, die Ausrundung muss glatt verlaufen, frei von unregelmäßiger Kontur sowie von Überwalzungsfehlern sein. Eine durch das Kaltwalzen bedingte Die Anforderungen gelten nicht für Schrauben mit einem Nenndurchmesser < 5 mm.	Geprüft wird mit den üblichen Maßmitteln sowie Sichtprüfung bei geeigneter Vergrößerung. Die Kaltverfestigung wie unter lfd. Nr 21	Q/A
10	Spanende Bearbeitung	Bei den geformten und wärmebehandelten Rohlingen müssen der gesamte Schaft und die Auflagefläche des Kopfes so mechanisch bearbeitet werden, dass nur möglichst wenig Metall abgetragen wird, und zwar a) zur Entfernung der gesamten Oberflächenverunreinigungen; b) zur Erzielung einer sauberen, glatten Oberfläche sowie c) zur Erzielung einer einwandfreien Ausrundung zwischen Kopf und Schaft wie unter lfd. Nr 9 angegeben. Entgraten ohne Beschädigung der Teile ist zulässig. Der höchstzulässige Werkstoff-Abtrag am Schaft und an der Unterseite des Kopfes darf den max. Übergangs-radius Kopf/Schaft der Produktnorm nicht überschreiten.	Prüfung wie unter lfd. Nr 22	Q/A

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Lfd. Nr	Merkmal	Technische Anforderungen 4.2	Prüfung der Merkmale 5.2 Prüfverfahren	Prüfungsart
11	Oberflächencharakter	Alle Oberflächen müssen frei sein von Oberflächenfehlern nach DIN EN ISO 8785. Ausgenommen sind die Oberflächenunregelmäßigkeiten nach Tabelle 11 und Bild 1.	Sichtprüfung	Q/A
12	Oberflächenrauheit	Die Oberflächenrauheit muss den in der Maßnorm angegebenen Werten entsprechen.	Sichtprüfung	Q/A
13	Oberflächenbehandlung	Die Verbindungsteile müssen eine Oberflächenbehandlung besitzen, die den Angaben der Maßnorm entspricht. Ist in der Maßnorm kein Oberflächenschutz gefordert, sind die Teile nach der LN 9368-1200 zu passivieren	Sichtprüfung LN 9368-1200	Q/A
14	Zugbruchkraft	Die Zugbruchkraft muss mindestens den in Tabelle 9 oder Tabelle 10 angegebenen Werten entsprechen. Für MJ-Gewinde gilt der Anhang A. Bei Senkkopfschrauben kann die zu erreichende Mindest-Zugbruchkraft mit dem Faktor 0,8 multipliziert werden. Diese Prüfung entfällt bei Zylinderschrauben mit einer Klemmlänge von $< 2 \times$ Gewindedurchmesser und bei Senkkopfschrauben $< 2,5 \times$ Gewindedurchmesser. Bei diesen Schrauben müssen in der Qualifikationsprüfung, als Vergleichsprüfung aus dem Halbzeug, das in dem gleichen Wärmelos behandelt worden ist, entsprechende Proben mit hergestellt werden.	Der Zugversuch ist in einer Vorrichtung nach ISO 7961 durchzuführen.	Q/A

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Lfd. Nr	Merkmal	Technische Anforderungen 4.2	Prüfung der Merkmale 5.2 Prüfverfahren	Prüfungsart
15	Scherbruchkraft	Die Scherbruchkraft muss mindestens den in Tabelle 9 oder Tabelle 10 angegebenen Werten entsprechen. Diese Prüfung entfällt bei Zylinder-, Sechskant- und Zwölfkant-Schrauben mit einer Klemmlänge von $< 2 \times$ Nenndurchmesser und bei Senkschrauben von $< 2,5 \times$ Nenndurchmesser. Passschrauben mit abgesetztem Gewinde sind grundsätzlich auf Scherfestigkeit zu prüfen.	Der Scherversuch ist in der Schervorrichtung nach ISO 7961 durchzuführen.	Q/A
16	Zeitfestigkeit im Zug-schwell-bereich	Die Zugschwellkräfte müssen den in Tabelle 9 oder Tabelle 10 angegebenen Werten entsprechen. Für MJ-Gewinde gilt der Anhang A. Diese Prüfung entfällt bei — Zylinder-, Sechskant- und Zwölfkant-Schrauben mit einer Klemmlänge von $< 2 \times$ Nenndurchmesser; — Senkschrauben von $< 2,5 \times$ Nenndurchmesser; — Passschrauben mit abgesetztem Gewinde; — Schrauben mit $< M5$; — Schrauben mit Gewinde bis Kopf. Die Oberkraft F_O errechnet sich aus Spannung von 460 MPa bei Schrauben mit einer Nennzugfestigkeit $R_m = 900$ MPa und 500 MPa bei Schrauben mit einer Nennzugfestigkeit $R_m \geq 100$ MPa. Die Unterkraft F_{U1} beträgt 10 % der Oberkraft F_O. Bei Senkkopfschrauben kann die Oberkraft um 20 % reduziert werden. Die Toleranz für die obere und untere Beanspruchungsgrenze beträgt ± 2 %.	Der Versuch ist nach ISO 7961 durchzuführen, aber nur für Schrauben, deren Gewindelänge $> 2 \times$ Gewindedurchmesser beträgt. Die Prüffrequenz muss so gewählt werden, dass die Prüftemperaturen, gemessen am ersten tragenden Gewindegang 50 °C nicht überschreiten. Die Prüfung muss für jede Schraube bis zum Auftreten von Brüchen oder bis zu 130 000 Lastspielen ohne Unterbrechung durchgeführt werden. Schrauben an denen diese Prüfung durchgeführt wurde, dürfen auch dann nicht in Luftfahrtgeräte eingebaut werden, wenn sie keine Fehler aufweisen.	Q/A

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Lfd. Nr	Merkmal	Technische Anforderungen 4.2	Prüfung der Merkmale 5.2 Prüfverfahren	Prüfungsart
17	Zeitstandfestigkeit	Diese Anforderung wird nur an Dehnschrauben gestellt. Die Prüflinge müssen einer über 24 h gleichbleibenden Belastung standhalten, die den geringsten Querschnitt auf 90 % der 0,2 %-Dehngrenze nach Tabelle 4 beansprucht.	Die Prüfung der Zeitstandfestigkeit wird mit den Zugkräften nach Tabelle 9 oder Tabelle 10 durchgeführt. Für MJ-Gewinde gilt der Anhang A.	Q
18	Härte	Die Härte muss innerhalb der Bereiche liegen, die in Tabelle 4 angegeben sind. Aufgrund des kaltverfestigten Gewindes sind jedoch Abweichungen nach oben zulässig.	Die Härteprüfung ist nach Brinell (DIN EN ISO 6506-1), Rockwell C (DIN EN ISO 6508-1) oder Vickers (DIN EN ISO 6507-1) an der Schraubenkuppe vorzunehmen. Werden Brinell- oder Rockwellhärten oder hieraus ermittelte Zugfestigkeiten verglichen, so ist die in DIN EN ISO 18265 angegebene Messunsicherheit zu berücksichtigen. Die aus der Härte ermittelte Zugfestigkeit gilt nur als Richtwert. Maßgebend ist der Zugversuch, der an Schrauben mit der niedrigsten bzw. der höchsten Härte aus dem Prüfling durchzuführen ist.	Q/A
19	Mikro-Gefüge	Das Mikro-Gefüge darf keine größeren Seigerungen oder Anzeichen einer Auf- oder Entkohlung aufweisen. Leichte Anzeichen am Schraubenkopf mit Ausnahme der Kopfauflage sind zulässig. Die Korngrößenzahl der fertigen Schraube muss bei einem Vergleich mit der DIN EN ISO 643 (ASTM E 112) ≥ 3 sein.	Mikro-Untersuchung 100- und 500-fach. Das Zerschneiden der Proben ist nach Bild 4 vorzunehmen. Das Ätzen ist so aufzuführen, dass das untersuchte Gefüge alle etwa vorhandenen Werkstoff-Fehler einwandfrei erkennen lässt. Die Gewindefehler und -unregelmäßigkeiten nach Bild 1 sowie Tabelle 11 und Bild 8 sind zu beurteilen und auszumessen.	Q/A
20	Faserverlauf im Gewinde	Das Gewinde muss an den fertigen Rohlingen nach der Wärmebehandlung durch einen einmaligen Walzvorgang hergestellt werden. Der Faserverlauf muss stetig sein (siehe Bild 5), dem Gewindeprofil folgen und im Kernradius verdichtet sein.	Mikro-Untersuchung (siehe Bild 5) Vergrößerung ≥ 50 fach.	Q/A

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Lfd. Nr	Merkmal	Technische Anforderungen 4.2	Prüfung der Merkmale 5.2 Prüfverfahren	Prüfungsart
21	Faserverlauf im Bereich Kopf/Schaft	Der Kopf muss gestaucht, der Faserverlauf stetig sein (siehe Bild 6 und Bild 7). Der Anschnitt des Faserverlaufes darf die angegebenen maximalen Abtragungen zwischen Kopf und Schaft nicht überschreiten (Tabelle 7 und Bild 3).	Mikro-Untersuchung (siehe Bilder 6 und 7) Vergrößerung ≥ 50fach Der Faserverlauf ist durch einen Längsschliff durch den Schraubenkopf (siehe Bild 6 oder 7) festzustellen. Er darf nicht unregelmäßig sein. Im Bereich der Abrundung zwischen Kopf und Schaft muss im Schliff die Wirkung der Kaltverfestigung deutlich sichtbar sein. Bestehen Zweifel über die Annehmbarkeit des Faserverlaufs bzw. der Kaltverfestigung, wird die Entscheidung von dem Ergebnis der Zeitfestigkeit im Zugschwellbereich (siehe unter lfd. Nr 16) abhängig gemacht.	Q/A
22	Werkstofftrennungen	Die in Tabelle 11 angegebenen Werte dürfen nicht überschritten werden. Die Qualifikation des Personals hat nach der DIN EN 473 zu erfolgen.	Die Prüfung wird mittels Eindringverfahren (DIN EN 571-1) oder Magnetpulver-Verfahren (DIN EN ISO 9934-1) durchgeführt. Wenn keine Fehleranzeichen an den Proben der Eindringprüfung vorhanden sind, können die Prüflinge für die Prüfung der Oberflächenreinheit und der Mikro- und Makrostruktur verwendet werden. Wenn Fehleranzeichen bei der Eindringprüfung vorhanden sind, müssen diese durch metallurgische Prüfungen ausgewertet werden (Prüfung mit 100facher Vergrößerung).	Q/A
23	Kennzeichnung des Erzeugnisses	Die Erzeugnisse sind nach Angaben der jeweiligen Maßnorm dauerhaft lesbar zu kennzeichnen. Sind in der Maßnorm keine Angaben zur Kennzeichnung definiert, ist die DIN EN 2424 heranzuziehen. Die Ausführung der Kennzeichnung ist dem Hersteller freigestellt. Die Schrifthöhe muss mindestens 0,8 mm betragen und darf nicht erhaben sein.	Sichtprüfung 100 %	Q/A

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Lfd. Nr	Merkmal	Technische Anforderungen 4.2	Prüfung der Merkmale 5.2 Prüfverfahren	Prüfungsart
24	Verpackung und Kennzeichnung	Die Verpackungseinheiten müssen in dauerhafter und gut lesbarer Schrift folgende Angaben tragen: — Bezeichnung nach der jeweiligen Norm; — Stückzahl; — Auftrags-Nummer; — Hersteller-Kennzeichen oder Name des Herstellers. Die Bauteile sind ferner gegen mögliche Beschädigungen zu schützen.	Sichtprüfung 100 %	A
Q Qualifikationsprüfung A Abnahmeprüfung Prüfumfang und Probenauswahl siehe Tabellen 2 und 3.				

Tabelle 2 — Prüfumfang und Probenahme

Lfd. Nr der Merkmale nach Tabelle 1	Prüfumfang und Probenahme	
	Qualifikations-Prüfung ^a	Abnahmeprüfung
1		–
2	20 Stück	Prüfniveau II nach DIN ISO 2859-1, AQL 1,5 normale Prüfung
3	20 Stück	Prüfniveau II nach DIN ISO 2859-1, AQL 1,5 normale Prüfung
4	20 Stück	Prüfniveau II nach DIN ISO 2859-1, AQL 1,5 normale Prüfung
5	–	Prüfniveau II nach DIN ISO 2859-1, AQL 1,5 normale Prüfung
7		–
8		–
9	20 Stück	Prüfniveau II nach DIN ISO 2859-1, AQL 1,5 normale Prüfung
10		
11	8 Stück	Prüfniveau II nach DIN ISO 2859-1, AQL 1,5 normale Prüfung
12	8 Stück	Prüfniveau II nach DIN ISO 2859-1, AQL 1,5 normale Prüfung
13	8 Stück	Prüfniveau II nach DIN ISO 2859-1, AQL 1,5 normale Prüfung
14	3 Stück	Prüfung nach Tabelle 13
15	3 Stück	Prüfung nach Tabelle 13
16	7 Stück	Prüfung nach Tabelle 13
17	7 Stück	–
18	20 Stück	Prüfniveau II nach DIN ISO 2859-1, AQL 1,5 normale Prüfung
19	3 Stück	Prüfung nach Tabelle 13
20	3 Stück	Prüfung nach Tabelle 13
21	3 Stück	Prüfung nach Tabelle 13
22	8 Stück	Prüfniveau II nach DIN ISO 2859-1, AQL 0,065 normale Prüfung
23	20 Stück	100 %
24	–	100 %
^a Übersicht der Qualifikationsprüfungen und Zuordnung der Schrauben in Tabelle 3.		

Tabelle 3 — Übersicht über die Qualifikationsprüfungen und Zuordnung der fertig bearbeiteten Schraubenproben

Art der Prüfung	Lfd. Nr aus Tab. 1	Nummer der Schraubenproben																				vor/nach Beschichtung zu prüfen
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Maße	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	nach Beschichtung
Gewinde	3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	nach Beschichtung
Form- und Lagetoleranz	4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	nach Beschichtung
Ausrundung zwischen Kopf und Schaft	9	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	vor Beschichtung
Oberflächencharakter	11	X	X	X	X													X	X	X	X	vor Beschichtung
Oberflächenrauheit	12	X	X	X	X													X	X	X	X	vor Beschichtung
Oberflächenbeschichtung	13	X	X	X	X													X	X	X	X	nach Beschichtung
Zugbruchkraft	14	X									X										X	nach Beschichtung
Scherbruchkraft, zweischnittig	15	X									X										X	nach Beschichtung
Zeitfestigkeit im Zugschwellbereich	16	X	X							X	X	X								X	X	nach Beschichtung
Zeitstandfestigkeit	17	X	X							X	X	X								X	X	nach Beschichtung
Härte	18	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	nach Beschichtung
Mikrogefüge	19	X									X										X	nach Beschichtung
Faserverlauf im Gewinde	20	X									X										X	nach Beschichtung
Faserverlauf im Bereich Kopf/Schaft	21	X									X										X	nach Beschichtung
Werkstofftrennungen	22	X	X							X	X	X							X	X	X	vor Beschichtung
Kennzeichnung des Erzeugnisses	23	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	vor und nach Beschichtung

Tabelle 4

Werkstoff	Zugfestigkeit R_m MPa	Dehngrenze $R_{p0,2}$ MPa	Bruchdehnung A_5 %	Härte HB
1.4939.5	900 bis 1 100	750	14	269 bis 331
1.4944.4	960	660	12	262 bis 388
1.4944.6	1 100	950	8	—