

DIN EN 3833

ICS 49.030.20

**Luft- und Raumfahrt –
Schrauben, MJ-Gewinde, aus hochwarmfester Nickelbasislegierung
NI-PH2601 (Inconel 718), passiviert –
Klasse: 1 550 MPa (bei Raumtemperatur)/650 °C – Technische
Lieferbedingungen;
Deutsche und Englische Fassung EN 3833:2004**

Aerospace series –

Bolts, MJ threads, in heat resisting nickel base alloy NI-PH2601 (Inconel 718),
passivated –

Classification: 1 550 MPa (at ambient temperature)/650 °C – Technical specification;
German and English version EN 3833:2004

Série aérospatiale –

Vis à filetage MJ, en alliage résistant à chaud à base de nickel NI-PH2601 (Inconel 718),
passivées –

Classification: 1 550 MPa (à température ambiante)/650 °C – Spécification technique;
Version allemande et anglaise EN 3833:2004

Gesamtumfang 58 Seiten

Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL) im DIN

Nationales Vorwort

Die Europäische Vereinigung der Hersteller von Luft- und Raumfahrtgerät (AECMA) ist vom Europäischen Komitee für Normung (CEN) für zuständig erklärt worden, Europäische Normen (EN) für das Gebiet der Luft- und Raumfahrt auszuarbeiten. Durch die Vereinbarung vom 3. Oktober 1986 wurde AECMA Assoziierte Organisation (ASB) des CEN.

Die vorliegende Norm EN 3833 wurde von AECMA-STAN Fachbereich Mechanik unter Mitwirkung deutscher Experten des Normenausschusses Luft- und Raumfahrt erarbeitet.

Entsprechend Beschluss 57/9 des Technischen Ausschusses des Beirats des Normenausschusses Luft- und Raumfahrt (NL) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. sind die europäischen Luft- und Raumfahrt-Normungsergebnisse zweisprachig, in Deutsch und Englisch, in das Deutsche Normenwerk zu überführen. Aus diesem Grund wurde der Deutschen Fassung dieser EN-Norm die Englische Fassung hinzugefügt.

Für die in diesem Dokument zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 2859-1	siehe	DIN ISO 2859-1
ISO 3452	siehe	DIN EN 571-1
ISO 4288	siehe	DIN EN ISO 4288
ISO 6508-1	siehe	DIN EN ISO 6508-1
ISO 6892	siehe	DIN EN 10002-1
ISO 9227	siehe	DIN 50021

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN 50021, *Sprühnebelprüfungen mit verschiedenen Natriumchlorid-Lösungen*

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

DIN EN 10002-1, *Metallische Werkstoffe — Zugversuch — Teil 1: Prüfverfahren bei Raumtemperatur*

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

DIN EN ISO 6508-1, *Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Rockwell (Skalen A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T) — Teil 1: Prüfverfahren*

DIN ISO 2859-1, *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*

Deutsche Fassung

Luft- und Raumfahrt – Schrauben, MJ-Gewinde, aus
hochwarmfester Nickelbasislegierung NI-PH2601 (Inconel 718),
passiviert – Klasse: 1 550 MPa (bei Raumtemperatur)/650 °C –
Technische Lieferbedingungen

Aerospace series – Bolts, MJ threads, in heat resisting
nickel base alloy NI-PH2601 (Inconel 718), passivated –
Classification: 1 550 MPa (at ambient temperature)/650 °C
– Technical specification

Série aérospatiale – Vis à filetage MJ, en alliage résistant à
chaud à base de nickel NI-PH2601 (Inconel 718),
passivées – Classification: 1 550 MPa (à température
ambiante)/650 °C – Spécification technique

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 11. September 2003 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

Seite

Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	5
4 Qualitätssicherung	6
5 Anforderungen	7
Anhang A (normativ) Passivieren von Schrauben	26
Anhang B (informativ) Zugfestigkeit, Zeitstandfestigkeit und Zeitfestigkeit im Zugschwellbereich — Querschnittsflächen und Prüfkraftformeln	27

Vorwort

Dieses Dokument (EN 3833:2004) wurde von The European Association of Aerospace Industries – Standardization (AECMA-STAN) erstellt.

Nachdem Umfragen und Abstimmungen entsprechend den Regeln dieses Verbandes durchgeführt wurden, hat diese Norm die Zustimmung der nationalen Verbände und offiziellen Behörden der Mitgliedsländer der AECMA erhalten, bevor sie CEN vorgelegt wurde.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Mai 2005, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Mai 2005 zurückgezogen werden.

Dieses Dokument ersetzt EN 3833:2003.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm legt die Eigenschaften sowie die Qualifikations- und Annahmebedingungen für Schrauben mit MJ-Gewinde aus NI-PH2601, passiviert, für Anwendungen in der Luft- und Raumfahrt fest.

Klasse: 1 550 MPa¹⁾/650 °C²⁾

Sie ist immer dann anzuwenden, wenn auf sie verwiesen wird.

2 Normative Verweisungen

Diese Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen nur zu dieser Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

ISO 2859-1, *Sampling procedures for inspection by attributes — Part 1: Sampling schemes indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection*

ISO 3452, *Non destructive testing — Penetrant inspection — General principles*

ISO 4288, *Geometrical Product Specifications (GPS) — Surface texture: Profile method — Rules and procedures for the assessment of surface texture*

ISO 6508-1, *Metallic materials — Rockwell hardness test — Part 1: Test method (scales A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T)*

ISO 6892, *Metallic materials — Tensile testing at ambient temperature*

ISO 7961, *Aerospace — Bolts — Test methods*

ISO 9227, *Corrosion tests in artificial atmospheres — Salt spray tests*

EN 9133, *Luft- und Raumfahrt — Qualitätsmanagementsystem — Qualifikationsverfahren für genormte Teile der Luft- und Raumfahrt³⁾*

ASTM E 112-96, *Standard Test Methods for Determining Average Grain Size⁴⁾*

1) Mindestzugfestigkeit des Werkstoffes bei Raumtemperatur

2) Maximale Prüftemperatur der Teile

3) Veröffentlicht als AECMA-Vornorm zum Zeitpunkt der Herausgabe dieser Norm

4) Herausgegeben durch: American Society for Testing and Materials (ASTM), 1916 Race street, Philadelphia, PA 19103-1187, USA

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Norm gelten die folgenden Begriffe:

3.1

Los

Anzahl fertigbearbeiteter Schrauben des gleichen Typs und mit dem gleichen Durchmesser, hergestellt aus einem Werkstoff, der aus der gleichen Schmelze stammt, gefertigt im Verlauf des gleichen Herstellungszyklus nach demselben Herstellungsablauf und die allen wesentlichen Wärme- und Oberflächenbehandlungsverfahren unterzogen wurden

3.2

Prüflos

Anzahl von Schrauben eines einzigen Fertigungsloses mit der gleichen Teilenummer, durch welche die Schraube vollständig festgelegt ist

3.3

Oberflächenfehler

3.3.1

Riss

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

3.3.2

Riefe

offenliegender Oberflächenfehler

3.3.3

Überwalzung

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

3.3.4

Einschlüsse

nichtmetallische Teilchen aus dem Werkstofffertigungsvorgang. Sie können in Form von einzelnen Teilchen oder Teilchenkette auftreten

3.4

Prüftemperatur

Raumtemperatur, sofern nicht anders festgelegt

3.5

ungeschichtete Probenahme

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

3.6

kritischer Fehler

Fehler, von dem anzunehmen oder bekannt ist, dass er voraussichtlich für Personen, die die betreffende Einheit benutzen, instandhalten oder auf sie angewiesen sind, gefährliche oder unsichere Situationen schafft oder ein Fehler, von dem anzunehmen oder bekannt ist, dass er voraussichtlich die Erfüllung der Funktion einer größeren Anlage verhindert

3.7

Hauptfehler

nichtkritischer Fehler, der voraussichtlich zu einem Ausfall führt oder die Brauchbarkeit für den vorgesehenen Verwendungszweck wesentlich herabsetzt

3.8

Nebenfehler

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

3.9

Stichprobenanweisung

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

3.10

rückzuweisende Qualitätsgrenzlage (LQ 10)

Qualitätsgrenzlage, der in einer Stichprobenanweisung eine festgelegte Annahmewahrscheinlichkeit von 10 % zugeordnet ist

3.11

annehbare Qualitätsgrenzlage (AQL)

Qualitätsgrenzlage, die in einer Stichprobenanweisung einer festgelegten, jedoch relativ hohen Annahmewahrscheinlichkeit entspricht.

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

3.12

fertigbearbeitete Schraube

gebrauchsfertige Schraube einschließlich aller eventuell vorgesehenen Behandlungen und/oder Oberflächenbeschichtungen entsprechend den Festlegungen der Produktnorm oder Bauunterlage

3.13

Bauunterlage

Unterlage, in der alle Anforderungen an fertigbearbeitete Schrauben festgelegt sind

4 Qualitätssicherung

4.1 Qualifikation

EN 9133.

Die Qualifikationsprüfungen (Anforderungen, Verfahren, Anzahl der Schrauben) sind in Tabelle 1 festgelegt. Sie sind durchzuführen an

- jedem Schraubentyp und -durchmesser,
- 25 Schrauben, die einem einzelnen Los durch ungeschichtete Probenahme zu entnehmen sind.

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

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

4.2 Annahme

4.2.1 Zweck

Zweck der Annahmeprüfungen ist es, mit einem für die tatsächlichen Einsatzbedingungen repräsentativen Verfahren, mit der der statistischen Probenahme eigenen Unsicherheit, so einfach wie möglich zu überprüfen, ob die Schrauben des Loses die Anforderungen dieser Norm erfüllen.

4.2.2 Bedingungen

Die Annahmeprüfungen (Anforderungen, Verfahren, Anzahl der Schrauben) sind in Tabelle 1 festgelegt. Sie sind an jedem Fertigungs- oder Prüflös durchzuführen. Die Schrauben sind mittels ungeschichteter Probenahme dem Los zu entnehmen.

Jede Schraube darf mehreren Prüfungen unterzogen werden.

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

4.2.3 Verantwortung

Die Annahmeprüfungen müssen vom Hersteller selbst oder unter seiner Verantwortung durchgeführt werden.

4.2.4 Abnahmeprüfzeugnis

Wenn in der Bestellung gefordert, ist ein Abnahmeprüfzeugnis mit den tatsächlich ermittelten Zahlenwerten zu liefern.

5 Anforderungen

Siehe Tabelle 1.

Tabelle 1 — Technische Anforderungen und Prüfverfahren

Abschnitt	Eigenschaft	Anforderung	Prüfverfahren	Q/A ^a	Stichproben- umfang
5.1	Werkstoff	Nach Produktnorm oder Bauunterlage	Chemische Analyse oder Werksbescheinigung des Halbzeugherstellers	Q	
				A	
5.2	Maße, Grenzabmaße, Form- und Lagetoleranzen	Nach Produktnorm oder Bauunterlage	Übliche Messmittel	Q	25
				A	Tabellen 3 und 4
5.3	Fertigung				
5.3.1	Schmieden	Die Schraubenköpfe sind durch Warm- oder Kaltstauchen herzustellen. Beim Warmstauchen muss die Temperatur zwischen 1 040 °C und 1 080 °C liegen und das Abkühlen muss an Luft erfolgen. Die Einrichtung muss für das gesamte Los eine gleichmäßige Temperatur gewährleisten.	Das Stauchverfahren ist anzugeben. Die verwendete Einrichtung muss zugelassen sein	Q	
5.3.2	Wärmebehandlung	Wärmebehandlungsmedium oder -klima dürfen zu keiner Verunreinigung der Oberfläche führen, soweit nicht in 5.5.6 zugelassen. Zunder, der durch die anschließende spanende Bearbeitung nicht abgetragen wird, ist durch abrasives Strahlen mit einer geeigneten Einrichtung zu entfernen. Die gestauchten und lösungsgeglühten Rohlinge sind bei $(720 \pm 5)^\circ\text{C}$ auszulagern, $8\text{ h} \pm 15\text{ min}$ auf dieser Temperatur zu halten, danach bei $(55 \pm 5)^\circ\text{C/h}$ im Ofen auf $(620 \pm 5)^\circ\text{C}$ abzukühlen, $8\text{ h} \pm 15\text{ min}$ auf 620°C zu halten und anschließend an Luft oder schneller abzukühlen. Anstelle einer Abkühlungsgeschwindigkeit von 55°C/h auf 620°C können die Teile bei beliebiger Geschwindigkeit im Ofen abgekühlt werden, sofern die Haltezeit bei 620°C so angeglichen wird, dass sich eine Gesamtlagerungszeit von mindestens 18 h ergibt.	Die Kalibrierung der Wärmebehandlungseinrichtung ist zu bestätigen. Sichtprüfung Prüfung der Wärmebehandlungsdaten	Q	

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Abschnitt	Eigenschaft	Anforderung	Prüfverfahren	Q/A ^a	Stichproben- umfang
5.3.3	Entfernen von Oberflächenverunreinigungen durch spanende Bearbeitung	Nach dem Lösungsglühen und Auslagern müssen der Schaft und die Kopfauf­lage­fläche der gestauchten Rohlinge spanend bearbeitet werden, um a) alle Oberflächenverunreinigungen und eingedrungenen Oxide zu entfernen, b) eine saubere und glatte Oberfläche zu erhalten. Der Werkstoff-Abtrag (siehe Bild 1) muss so gering wie möglich sein und darf die Werte in Tabelle 5 nicht überschreiten.	Siehe 5.5.6 Siehe 5.5.1		
5.3.4	Ausrundung zwischen Kopf und Schaft	Die Ausrundung zwischen Kopf und Schaft muss nach der Wärmebehandlung und der spanenden Bearbeitung kaltgewalzt werden, um alle sichtbaren Bearbeitungsspuren zu beseitigen und um eine Kaltverfestigung zu erreichen. Dies kann Verformungen bewirken, welche die Werte in Bild 2 nicht überschreiten dürfen, falls in der Produktnorm oder Bauunterlage nicht anders festgelegt. Bei Teilen mit zusammengesetzten Radien zwischen Kopf und Schaft (z. B. T-Kopfschrauben) ist nur der in den Kopf übergehende Radius kaltauverfestigen. Eine darüber hinausgehende Kaltverfestigung ist jedoch zulässig. Die Ausrundung darf keine Riefen oder Einschlüsse aufweisen (siehe Tabelle 6).	Maßprüfung (siehe 5.2) und Sichtprüfung	Q	25
				A	Tabellen 3 und 4
5.3.5	Gewinde	Es ist nach der vollständigen Wärmebehandlung in einem einzigen Arbeitsgang zu walzen (siehe Bild 3)		Q	
5.3.6	Oberflächenrauheit	Nach Produktnorm oder Bauunterlage	ISO 4288 Sichtprüfung	Q	3
				A	Tabellen 3 und 4
5.3.7	Passivieren	Die unbeschichteten fertigbearbeiteten Schrauben sind nach Anhang A (normativ) zu passivieren. Nach zweistündiger Salzsprühnebelprüfung dürfen die Schrauben keine Anzeichen von Korrosion oder Flecken aufweisen.	ISO 9227, neutraler Salzspraytest Sichtprüfung	Q	5
				A	100 %
5.3.8	Oberflächenbeschichtung	Nach Produktnorm oder Bauunterlage	Siehe zutreffende Norm über Oberflächenbeschichtung	Q	3
				A	Tabellen 3 und 4

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Abschnitt	Eigenschaft	Anforderung	Prüfverfahren	Q/A ^a	Stichproben- umfang
5.4	Mechanische Eigenschaften	Jedem Stangen-/ Drahtdurchmesser ist je Schmelze eine Probe zu entnehmen und gemeinsam mit einem Fertigungslos Schrauben der Wärmebehandlung zu unterziehen. Die entnommene Probe muss ausreichen, um Probestücke für den Zugversuch und die Prüfung der Zeitstandfestigkeit zu liefern. Die Probestücke müssen die in der Werkstoffnorm geforderten mechanischen Eigenschaften aufweisen.			
5.4.1	Zugfestigkeit	Die fertigbearbeiteten Schrauben müssen den in Tabelle 7 festgelegten Mindestkräften standhalten. Schrauben mit Außenantrieb dürfen beim Zugversuch nicht im Bereich zwischen Kopf und Schaft brechen. Die Zugversuche sind nicht durchzuführen an a) Schrauben mit überstehendem Kopf mit einer Klemmlänge $< 2 \times$ Schaft-Nenndurchmesser, b) Senkkopf-Schrauben mit einer Klemmlänge $< 2,5 \times$ Schaft-Nenndurchmesser, c) Schrauben mit Gewinde bis annähernd Kopf mit einer Gesamtlänge $< 3 \times$ Schaft-Nenndurchmesser oder Schrauben mit einer Gesamtlänge < 18 mm, d) Schrauben mit einem Durchmesser < 4 mm. In diesen Fällen muss die Annehmbarkeit auf der Grundlage von Prüfergebnissen bestimmt werden, die mit Probestangen aus dem gleichen Werkstoff und aus demselben Wärmebehandlungszyklus erzielt wurden.			
5.4.1.1	— bei Raumtemperatur		ISO 7961 für Schrauben ISO 6892 für Probestücke	Q	4
				A	Tabelle 8, oder Tabelle 9
5.4.1.2	— bei erhöhter Temperatur	$(650 \pm 5) ^\circ\text{C}$	ISO 7961 für Schrauben ISO 6892 für Probestücke	Q	4
5.4.2	Zeitstandfestigkeit	Die fertigbearbeiteten Schrauben sind auf einer Temperatur von $(650 \pm 2) ^\circ\text{C}$ zu halten, während die in Tabelle 7 festgelegte Kraft kontinuierlich aufgebracht wird. Vor Ablauf von 23 h darf kein Bruch erfolgen.	ISO 7961	Q	3

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Abschnitt	Eigenschaft	Anforderung	Prüfverfahren	Q/A ^a	Stichproben- umfang
5.4.3	Zeitfestigkeit im Zugschwellbereich	Die Prüfung ist an fertiggearbeiteten Schrauben durchzuführen. Die Prüfungen der Zeitfestigkeit im Zugschwellbereich sind nicht durchzuführen an a) Schrauben mit überstehendem Kopf mit einer Nennlänge $< 3 D$, b) Senkkopf-Schrauben mit einer Nennlänge $< 3 D$, c) Schrauben mit einer Nennlänge $< 18 \text{ mm}$, d) Durchmessern $< 5 \text{ mm}$, e) Schrauben mit gebohrtem Schaft, f) Schrauben mit Gewinde bis annähernd Kopf. Lebensdauer: — Mittelwert: min. 65 000 Lastspiele — Einzelwert: min. 45 000 Lastspiele max. 130 000 Lastspiele Frequenz: max. 140 Hz Kräfte: siehe Tabelle 10. Bei Einzelwerten der Zeitfestigkeit im Zugschwellbereich mit einer Lastspielzahl von weniger als 65 000 gilt folgendes: a) Bei Schrauben mit Vollschaft oder Schaft bis annähernd Flankendurchmesser muss der Bruch im Gewinde auftreten; b) Bei diesen Schrauben ist der Bruch in der Rille oder im reduzierten Schaftdurchmesser zulässig; c) In der Ausrundung zwischen Kopf und Schaft darf kein Bruch auftreten. Bei Einzelwerten der Zeitfestigkeit im Zugschwellbereich mit einer Lastspielzahl über 65 000 darf der Bruch an beliebiger Stelle auftreten. Nichtgebrochene Schrauben müssen unbrauchbar gemacht werden.	ISO 7961	Q	5
5.4.4	Härte	Vor dem Aufbringen der Oberflächenbeschichtung muss die am Schraubenende (Gewindeende) gemessene Härte min. 45 HRC betragen. Im Gewinde und in der Ausrundung zwischen Kopf und Schaft darf die Härte höher sein.	ISO 6508-1	Q	4
				A	Tabelle 8

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Abschnitt	Eigenschaft	Anforderung	Prüfverfahren	Q/A ^a	Stichproben- umfang
5.4.5	Antriebsdrehmoment	Lösemoment nach Festlegung in der Produktnorm oder Bauunterlage	Siehe Produktnorm oder Bauunterlage	Q	5
				A	Tabellen 3 und 4
5.5	Metallurgische Eigenschaften		ANMERKUNG Dieselbe Probe kann für mehrere Prüfungen verwendet werden, sofern während des Prüfvorganges ihre Eigenschaften nicht verändert werden (siehe Tabelle 2).		
5.5.1	Faserverlauf vom Kopf zum Schaft und Wirkung der Verfestigung im Bereich der Ausrundung	Der Faserverlauf im Bereich der Ausrundung unmittelbar unter der Oberfläche muss genau der Übergangskontur entsprechen. Geringfügige Unterbrechungen des Faserverlaufs dürfen das Maß <i>A</i> in Bild 1 und die Werte in Tabelle 5 nicht überschreiten.	Die Proben müssen fertigbearbeiteten Schrauben entnommen werden (siehe Bild 4). Die zu prüfenden Schlitze sind mit einem geeigneten Ätzmittel zu behandeln. Makroskopische Untersuchung eines Längsschliffes mit 10- bis 20facher Vergrößerung.	Q	4
				A	Tabelle 8
5.5.2	Mikrogefüge und Überhitzung	Das Mikrogefüge darf — keine Mikrolunker oder größere Seigerungen, — keine Anzeichen von Korngrenzenangriff vor oder nach Salznebelprüfung (siehe 5.3.7), — keine Anzeichen von Überhitzung aufweisen. Eine Überhitzung des Kopfes mit Ausnahme der Auflagefläche ist zulässig, sofern deren maximale Tiefe, senkrecht zur Kopffläche gemessen, folgende Werte nicht überschreitet: 1,5 mm für Durchmesser ≤ 16 mm und 2,8 mm für Durchmesser ≥ 18 mm.	Mikroskopische Untersuchung bei 100facher Vergrößerung (siehe Bild 3) nach Ätzen in einer geeigneten Lösung.	Q	4
				A	Tabelle 8
5.5.3	Korngröße	Die Korngröße der fertigbearbeiteten Schrauben darf bei einem Vergleich mit der Bildreihe II von ASTM E112 nicht größer als fünf sein. Vereinzelt Körner mit einem mittleren Durchmesser ^b von 0,23 mm sind zulässig.	Mikroskopische Untersuchung siehe 5.5.2.	Q	4
				A	Tabelle 8
5.5.4	Faserverlauf im Gewinde und Wirkung der Verfestigung	Der Faserverlauf muss stetig sein und der allgemeinen Gewindekontur folgen, mit maximaler Dichte im Grund des Kernradius (siehe Bild 3).	Makroskopische Untersuchung, siehe 5.5.1	Q	4
				A	Tabelle 8

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Abschnitt	Eigenschaft	Anforderung	Prüfverfahren	Q/A ^a	Stichprobenumfang
5.5.5	Oberflächenfehler (vor dem Beschichten)	Siehe Tabelle 6 und 11. Es ist darauf zu achten, Risse nicht mit anderen Fehlern zu verwechseln. Angerissene Schrauben und solche mit Fehlern quer zur Achse (d. h. in einem Winkel von mehr als 10° zur Längsachse) sind zurückzuweisen und zu vernichten.	ISO 3452 Schrauben, die Anzeichen aufweisen, die als bedeutend angesehen werden, sind mit geeigneter Vergrößerung (z. B. 100fach) mikroskopisch zu untersuchen.	Q	25
				A	Tabellen 3 und 4
5.5.6	Oberflächenverunreinigung	Kopfauflagefläche, Ausrundung zwischen Kopf und Schaft, Schaft und Gewinde müssen frei von Oxiden sein. Auf den nicht spanend bearbeiteten Kopfflächen dürfen Oxide maximal 0,025 mm eingedrungen sein.	Mikroskopische Untersuchung, siehe 5.2.2	Q	4
				A	Tabelle 8
5.6	Kennzeichnung des Erzeugnisses	Nach Produktnorm oder Bauunterlage	Sichtprüfung	Q	25
				A	Tabellen 3 und 4
5.7	Verpackung	Die Schrauben sind so zu verpacken, dass sie bei Handhabung, Transport und Lagerung nicht beschädigt werden und keine Korrosion auftritt. Jede Grundpackung darf nur Schrauben mit der gleichen Teile- und Losnummer enthalten.	Sichtprüfung	A	100 %
5.8	Etikettierung	Jede Grundpackung muss mit einem Etikett versehen sein, auf dem deutlich lesbar folgende Angaben aufgeführt sind: — Bezeichnung nach Produktnorm oder Bauunterlage; — Stückzahl; — Losnummer; — Name und Handelszeichen des Herstellers.	Sichtprüfung	A	100 %
^a Q = Qualifikation, A = Annahme ^b Mittlerer Durchmesser = Mittel aus dem größten und kleinsten Durchmesser eines einzelnen Kornes					

Tabelle 2 — Zuordnung der Anforderungen an die Qualifikationsprüfung

Art der Prüfung	Festgelegt in	Nummer der Schraubenprobe																									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Zerstörungsfrei																											
Maße, Grenzabmaße, Form- und Lagetoleranzen	5.2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ausrundung zwischen Kopf und Schaft	5.3.4 ^a	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Oberflächenrauheit	5.3.6 ^a	X	X	X																							
Oberflächenbeschichtung	5.3.8				X	X	X																				
Antriebsdrehmoment	5.4.5							X	X	X	X	X															
Oberflächenfehler	5.5.5 ^a	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Kennzeichnung des Erzeugnisses	5.6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Zerstörend																											
Zugfestigkeit																											
— bei Raumtemperatur	5.4.1.1					X	X	X	X																		
— bei erhöhter Temperatur	5.4.1.2									X	X	X	X														
Zeitstandfestigkeit bei erhöhter Temperatur	5.4.2													X	X	X											
Zeitfestigkeit im Zugschwellbereich	5.4.3																					X	X	X	X	X	
Härte	5.4.4 ^a	X	X	X	X																						
Faserverlauf vom Kopf zum Schaft und Wirkung der Verfestigung	5.5.1	X	X	X	X																						
Mikrogefüge und Überhitzung	5.5.2	X	X	X	X																						
Korngröße	5.5.3	X	X	X	X																						
Faserverlauf im Gewinde und Wirkung der Verfestigung	5.5.4	X	X	X	X																						
Oberflächenverunreinigung	5.5.6	X	X	X	X																						
Passivieren	5.3.7																X	X	X	X	X						
^a Vor dem Beschichten durchzuführende Prüfungen																											

Tabelle 3 — Einstufung der Fehler

Fehlereinteilung	AQL	Betroffene Eigenschaften
Hauptfehler	0,065 %	Oberflächenfehler
	1,0 %	Gewindegröße Schaftdurchmesser Klemmlänge Ausrundung zwischen Kopf und Schaft — Verformung und Maße Fehlende Bohrungen, wenn gefordert Oberflächenrauheit Grate und Werkzeugmarkierungen Nennlänge Kopfdurchmesser Tiefe des Erleichterungsloches im Kopf, wenn gefordert Gewindeform Unvollständige Gewinde Kopfwinkel (Senkköpfe) Rechtwinkligkeit der Auflagefläche des Schraubenkopfes zum Schaft Geradheit des Schaftes
Nebenfehler	2,5 %	Oberflächenbeschichtung, wenn gefordert Kennzeichnung des Erzeugnisses Durchmesser des Erleichterungsloches, wenn gefordert Lagetoleranz und Durchmesser der Bohrung, wenn gefordert Antriebsform Auslauftoleranz des Außendurchmesser des Kopfes zum Schaft Auslauftoleranz des Gewindeflankendurchmesser zum Schaft Antriebsmoment Kopfüberstand (Senkköpfe)
	4,0 %	Fase am Gewindeende Sechskantkopf — Fase und Fläche der Unterlegscheibe Bundhöhe Kopfhöhe (überstehende Köpfe) Andere nicht aufgeführte Maßeigenschaften

Tabelle 4 — Stichprobenanweisungen für Sicht- und Maßprüfungen

Losumfang	Stichprobenumfang	Annahmehzahl (Ac) und rückzuweisende Qualitätsgrenzlage (LQ ₁₀) nach der annehmbaren Qualitätsgrenzlage (AQL)							
		AQL 0,065 %		AQL 1 %		AQL 2,5 %		AQL 4 %	
		Ac	LQ ₁₀ %	Ac	LQ ₁₀ %	Ac	LQ ₁₀ %	Ac	LQ ₁₀ %
≤ 25	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0	↓
26 bis 50	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
51 bis 90	13	↓	↓	0	16,20	↓	↓	1	26,80
91 bis 150	20	↓	↓	↑	↑	1	18,10	2	24,50
151 bis 280	32	↓	↓	↓	↓	2	15,80	3	19,70
281 bis 500	50	↓	↓	1	7,56	3	12,90	5	17,80
501 bis 1 200	80	↓	↓	2	6,52	5	11,30	7	14,30
1 201 bis 3 200	125	↓	↓	3	5,27	7	9,24	10	12,10
3 201 bis 10 000	200	0	1,140	5	4,59	10	7,60	14	9,81
10 001 bis 35 000	315	↑	↑	7	3,71	14	6,33	21	8,84
35 001 bis 150 000	500	↓	↓	10	3,06	21	5,60	↑	↑
150 001 bis 500 000	800	1	0,485	14	2,51	↑	↑	↑	↑

↑ Erste Stichprobenanweisung über dem Pfeil verwenden

↓ Erste Stichprobenanweisung unter dem Pfeil verwenden

Die Angaben in dieser Tabelle basieren auf Einfach-Stichprobenanweisungen für normale Prüfung nach ISO 2859-1 (Tabelle II-A und VI-A).

Es können auch andere Stichprobenanweisungen nach ISO 2859-1 (Doppel- oder Mehrfach-Stichprobenanweisungen) verwendet werden. Sie sind jedoch so zu wählen, dass eine gleichwertige Qualitätsgrenzlage gewährleistet ist.

Bei Herstellern, die während der Fertigung eine Prüfung durchführen (Prüfung auf einer Maschine bzw. Prüfung zwischen den Arbeitsgängen), ist die Stichprobenanweisung für die Endprüfung so abzufassen, dass die Gesamtprüfung eine gleichwertige Qualitätsgrenzlage gewährleistet.

Tabelle 5 — Grenzwerte für Unterbrechung des Faserverlaufs

Maße in Millimeter

Gewinde-Nenn-durchmesser	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20	22	24
e^a max.	0,2	0,2	0,25	0,25	0,25	0,25	0,33	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
A^a max.	0,5	0,5	0,7	0,7	0,7	0,8	0,9	1,1	1,1	1,3	1,3	1,5	1,5

^a Siehe Bild 1