

DIN EN 2576



ICS 49.030.20

**Luft- und Raumfahrt –
Schrauben, MJ-Gewinde, aus hochwarmfestem Stahl FE-PA2601 (A286) –
Klasse: 900 MPa (bei Raumtemperatur)/650 °C –
Technische Lieferbedingungen;
Deutsche und Englische Fassung EN 2576:2020**

Aerospace series –
Bolts, MJ threads, in heat resisting steel FE-PA2601 (A286) –
Classification: 900 MPa (at ambient temperature)/650 °C –
Technical specification;
German and English version EN 2576:2020

Série aérospatiale –
Vis à filetage MJ, en acier résistant à chaud FE-PA2601 (A286) –
Classification: 900 MPa (à température ambiante)/650 °C –
Spécification technique;
Version allemande et anglaise EN 2576:2020

Gesamtumfang 61 Seiten

DIN-Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL)

Nationales Vorwort

Der Verband der Europäischen Luft-, Raumfahrt- und Verteidigungsindustrie – Normung (ASD-STAN) 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 ASD Assoziierte Organisation (ASB) des CEN.

Das vorliegende Dokument (EN 2576:2020) wurde von ASD-STAN, Fachbereich Mechanik, unter Mitwirkung deutscher Experten des DIN-Normenausschusses Luft- und Raumfahrt (NL) erarbeitet.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 131-03-01 AA „Verbindungselemente“ im DIN-Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL).

Entsprechend Beschluss 57/9 des Technischen Ausschusses des Beirats des DIN-Normenausschusses Luft- und Raumfahrt (NL) 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 dieses Dokuments die Englische Fassung hinzugefügt.

Für die in diesem Dokument zitierten internationalen Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 2859-1 siehe DIN ISO 2859-1

ISO 5855-2 siehe DIN ISO 5855-2

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

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*

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

Deutsche Fassung

**Luft- und Raumfahrt —
Schrauben, MJ-Gewinde,
aus hochwarmfestem Stahl FE-PA2601 (A286) —
Klasse: 900 MPa (bei Raumtemperatur)/650 °C —
Technische Lieferbedingungen**

Aerospace series —
Bolts, MJ threads,
in heat resisting steel FE-PA2601 (A286) —
Classification: 900 MPa (at ambient temperature)/650 °C —
Technical specification

Série aérospatiale —
Vis à filetage MJ,
en acier résistant à chaud FE-PA2601 (A286) —
Classification: 900 MPa (à température ambiante)/650 °C —
Spécification technique

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 30. September 2019 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 CEN-CENELEC-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, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	4
4 Qualitätssicherung	6
4.1 Qualifikation	6
4.2 Abnahme	7
4.2.1 Zweck	7
4.2.2 Bedingungen	7
4.2.3 Verantwortlichkeit	7
4.2.4 Abnahmeprüfzeugnis	7
5 Anforderungen	8
Anhang A (normativ) Passivieren von Schrauben	26
A.1 Vorbehandlung	26
A.2 Passivieren	26
A.3 Spülen in Wasser	26
A.4 Oberflächenbeschaffenheit	26
Anhang B (informativ) Zugfestigkeit, Zeitstandfestigkeit — Querschnittsflächen- und Prüfkraftformeln	27
B.1 Werte der Querschnittsflächen	27
B.2 Gleichungen	28
B.2.1 Querschnittsfläche	28
B.2.2 Prüfkraft in kN	28
Anhang C (informativ) Übersicht der Änderungen zur Vorgängerversion	29
Literaturhinweise	30

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 2576:2020) wurde vom Verband der Europäischen Luft-, Raumfahrt- und Verteidigungsindustrie – Normung (ASD-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 ASD 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 November 2020, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis November 2020 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

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

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die Eigenschaften sowie die Qualifikations- und Annahmeanforderungen für Schrauben mit MJ-Gewinde aus hochwarmfestem Stahl FE-PA2601 für Anwendungen in der Luft- und Raumfahrt fest.

Klasse: 900 MPa¹/650 °C².

Es gilt in allen Fällen, in denen darauf verwiesen wird.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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).

EN ISO 3452-1, *Zerstörungsfreie Prüfung — Eindringprüfung — Teil 1: Allgemeine Grundlagen*

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

EN ISO 6508-1, *Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Rockwell — Teil 1: Prüfverfahren*

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

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

ISO 5855-2, *Aerospace — MJ threads — Part 2: Limit dimensions for bolts and nuts*

ISO 7961, *Aerospace — Bolts — Test methods*

ASTM E 112, *Standard Test Methods for Determining Average Grain Size*³

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

— ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>

— IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>

1 Mindestzugfestigkeit des Werkstoffs bei Raumtemperatur.

2 Maximale Prüftemperatur der Teile.

3 Veröffentlicht durch: ASTM International (<http://www.astm.org/>).

3.1

Los

Anzahl fertigbearbeiteter Teile des gleichen Typs und mit gleichem 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 worden sind

3.2

Prüflos

Anzahl von Teilen aus einem einzigen Fertigungslos mit der gleichen Teilenummer, durch die die Teile vollständig festgelegt sind

3.3 Oberflächenfehler

3.3.1

Riss

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

3.3.2

Riefe

in Längsrichtung verlaufender Oberflächenfehler in Form eines ungeschweißten offenen Falzes im Werkstoff

3.3.3

Überwalzung

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

3.3.4

Einschluss

nichtmetallische Teilchen aus dem Werkstofffertigungsvorgang

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie können in Form von einzelnen Teilchen oder Teilchenkettten, die sich in Längsrichtung ausdehnen, auftreten.

3.4

Prüftemperatur

Raumtemperatur, sofern nicht anders angegeben

3.5

einfache Zufallsprobenahme

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, instand halten 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 des betreffenden Erzeugnisses für den vorgesehenen Verwendungszweck wesentlich herabsetzt

3.8

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

3.9

Stichprobenanweisung

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

3.10

rückzuweisende Qualitätsgrenzlage

LQ₁₀

Qualitätsgrenzlage, der in einer Stichprobenanweisung, die in einer festgelegten, jedoch relativ niedrigen Annahmewahrscheinlichkeit entspricht, in diesem Fall 10 %

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

3.11

annehbare Qualitätsgrenzlage

AQL

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

Anmerkung 1 zum Begriff: Die annehmbare Qualitätsgrenzlage ist der maximale Prozentsatz fehlerhafter Einheiten (oder die maximale Anzahl von Fehlern je 100 Einheiten), der für die Stichprobenprüfung als befriedigende, durchschnittliche Herstellqualität 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

Falls nicht anders zwischen Kunden und Lieferanten vereinbart, muss das Qualifikationsverfahren für genormte Teile der Luft- und Raumfahrt (z. B. nach EN 9133 oder ein gleichwertiges in der Luft- und Raumfahrt zugelassenes und etabliertes Qualifikationsverfahren) verwendet und entsprechend den festgelegten Prüfungen dokumentiert werden.

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

- jedem Schraubentyp und -durchmesser;
- 25 Schrauben, die einem einzigen Prüflos durch einfache Zufallsprobenahme entnommen wurden.

Das Prüfprogramm darf gegebenenfalls verringert oder die Qualifikation einer Schraube ohne Prüfung gewährt werden: diese 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 Abnahme

4.2.1 Zweck

Zweck der Abnahmeprüfungen 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 Abnahmeprüfungen (Anforderungen, Verfahren, Anzahl der Schrauben) sind in Tabelle 1 festgelegt; sie sind an jedem Los durchzuführen. Die Schrauben sind mittels einfacher Zufallsprobenahme dem zu prüfenden Los zu entnehmen.

Jede Schraube darf mehreren Prüfungen unterzogen werden.

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

4.2.3 Verantwortlichkeit

Die Abnahmeprüfungen 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

Ab-schnitt	Eigenschaft	Anforderung	Prüfverfahren	Q/A ^a	Stich-proben-umfang
5.1	Werkstoff	Nach Produktnorm oder Bauunterlage	Chemische Analyse oder Werksbescheinigung des Halbzeugherstellers	Q	
				A	
5.2	Maße, Toleranzen, Form- und Lagetoleranzen	Nach Produktnorm oder Bauunterlage	Übliche Messmittel	Q	25
				A	Tabelle 3 und Tabelle 4
5.3	Fertigung				
5.3.1	Schmieden	Die Schraubenköpfe sind durch Warm- oder Kaltschmieden herzustellen. Im Fall des Warmschmiedens darf die Schmiedetemperatur nicht mehr als 1 150 °C betragen und die Schrauben müssen luftgekühlt werden. Die Einrichtung muss für das gesamte Fertigungslos eine gleichmäßige Temperatur gewährleisten.	Das Schmiedeverfahren ist anzugeben.	Q	
5.3.2	Wärme-behandlung	Wärmebehandlungsmedium oder -klima dürfen zu keiner Verunreinigung der Oberfläche führen, soweit nicht in 5.5.6 zugelassen.	Die Kalibrierung der Wärmebehandlungs-einrichtung ist zu bestätigen.	Q	
		Zunder, der durch die anschließende spanende Bearbeitung nicht abgetragen wird, ist durch abrasives Strahlen mit einer geeigneten Einrichtung zu entfernen.	Sichtprüfung		
5.3.2.1	Lösungs-glügen	Die gestauchten Rohlinge sind bei (980 ± 15) °C lösungszuglügen, auf dieser Temperatur zu halten, danach sind sie in Öl, Wasser oder einem gleichwertigen Medium abzuschrecken.	Festlegung hinsichtlich der Untersuchung der Wärmebehandlung		

Ab-schnitt	Eigenschaft	Anforderung	Prüfverfahren	Q/A ^a	Stich-proben-umfang
5.3.2.2	Aushärten	Vor dem Kaltwalzen der Ausrundung zwischen Kopf und Schaft und dem Walzen der Gewinde, sind die Teile bei 710 °C bis 730 °C auszuhärten, wobei die gewählte Temperatur mindestens 16 h auf ± 8 °C zu halten ist, danach sind sie an der Luft oder einem gleichwertigen Medium abzukühlen.			
5.3.3	Entfernen der Oberflächen-verunreinigungen durch spanende Bearbeitung oder Sandstrahlen.	Nach der Wärmebehandlung müssen die gestauchten Rohlinge spanend bearbeitet werden, um: a) alle Oberflächen-verunreinigungen 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 Grenzwerte 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 dem Lösungsglühen, der Aushärtung und der spanenden Bearbeitung kaltgewalzt werden, um alle sichtbaren Bearbeitungsspuren zu beseitigen und um eine Kaltverfestigung zu erreichen. Dies kann Verformungen bewirken, die 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 kaltzuverfestigen; 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	Tabelle 3 und Tabelle 4

Ab-schnitt	Eigenschaft	Anforderung	Prüfverfahren	Q/A ^a	Stich-proben-umfang
5.3.5	Gewinde	Es ist nach der vollständigen Wärmebehandlung und spanenden Bearbeitung in einem einzigen Arbeitsgang zu walzen (siehe Bild 3).		Q	
5.3.6	Oberflächen-rauheit	Nach Produktnorm oder Bauunterlage	EN ISO 4288	Q	3
			Sichtprüfung	A	Tabelle 3 und Tabelle 4
				A	100 %
5.3.7	Oberflächen-beschichtung	Nach Produktnorm oder Bauunterlage	Siehe zutreffende Norm über Oberflächenbeschichtung.	Q	3
				A	Tabelle 3 und Tabelle 4
5.4	Mechanische Eigenschaften				
5.4.1	Zugfestigkeit bei Raumtemperatur	Die fertigbearbeiteten Schrauben müssen den in Tabelle 7 festgelegten Mindestzugkräften 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 Nennlänge < 3 D; b) Senkschrauben mit einer Nennlänge < 3 D oder Schrauben mit einer Nennlänge < 18 mm; c) Schrauben mit einem Nenndurchmesser < 5 mm. In diesen Fällen muss die Annehmbarkeit auf der Grundlage von Ergebnissen bestimmt werden, die mit Probestangen aus dem gleichen Werkstoff und aus demselben Wärmebehandlungszyklus erzielt wurden (siehe 5.4).	ISO 7961 für Teile	Q	4
			EN ISO 6892-1 für Probestücke	A	Tabelle 8, Spalte B, oder Tabelle 9

Ab-schnitt	Eigenschaft	Anforderung	Prüfverfahren	Q/A ^a	Stich-proben-umfang
5.4.2	Zeitstand-festigkeit	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
5.4.3	Härte	Vor dem Aufbringen der Oberflächenbeschichtung muss das gesamte Los eine gleichmäßige Härte aufweisen; die am Schraubenende (Gewindeende) gemessene Härte muss in einem Bereich zwischen 26 HRC und 35 HRC liegen. Unter der Voraussetzung, dass die Anforderung an die Zugfestigkeit von 5.4.1 erfüllt ist, darf das Nichterreichen der geforderten Härte kein Grund für eine Zurückweisung sein. Im Gewinde und in der Ausrundung zwischen Kopf und Schaft darf die Härte höher sein.	EN ISO 6508-1	Q	4
				A	Tabelle 8, Spalte A
5.5	Metallurgische Eigenschaften		ANMERKUNG Dieselbe Probe darf 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	Fließlinien im Übergangsbereich unmittelbar unter der Oberfläche müssen genau der Übergangskontur entsprechen. Geringfügige Unterbrechungen des Faserverlaufs dürfen das Maß A in Bild 1 und die Werte in Tabelle 5 nicht überschreiten.	Proben müssen fertigbearbeiteten Schrauben entnommen werden (siehe Bild 4). Die zu untersuchenden Schliffe sind mit einem geeigneten Ätzmittel zu behandeln. Das Kopfgefüge und der Faserverlauf müssen anhand einer makroskopischen Untersuchung mit geeigneter Vergrößerung (10- bis 50-fach) bestimmt werden.	Q	4
				A	Tabelle 8, Spalte B

Ab-schnitt	Eigenschaft	Anforderung	Prüfverfahren	Q/A ^a	Stich-proben-umfang
5.5.2	Mikrogefüge	Mit Ausnahme des Gewinde-bereiches und der Ausrundung zwischen Kopf und Schaft muss das Mikrogefüge der Schrauben dem eines vollständig rekristallisierten Werkstoffes entsprechen.	Proben müssen fertig-bearbeiteten Schrauben entnommen werden (siehe Bild 4). Sie sind in einer geeigneten Lösung zu ätzen. Mikroskopische Untersuchung bei ≥ 100 -facher Vergrößerung.	Q	4
				A	Tabelle 8, Spalte B
5.5.3	Korngröße	Die Korngröße der fertig-bearbeiteten Schrauben darf bei einem Vergleich mit der Bildreihe II nach ASTM E 112 nicht größer als 5 sein. Vereinzelte Körner mit einem mittleren Durchmesser ^b von 0,23 mm sind zulässig.	Mikroskopische Untersuchung, siehe 5.5.2.	Q	4
				A	Tabelle 8, Spalte B
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, Spalte B
5.5.5	Oberflächenhärten	Die Schrauben dürfen vom Kern zur Oberfläche keine veränderte Härte aufweisen, Änderungen ausgenommen, die bei der Kaltverfestigung der Ausrundung zwischen Kopf und Schaft und beim Walzen der Gewinde erzeugt wurden.	Mikroskopische Untersuchung (siehe 5.5.2). Bei Unstimmigkeiten hinsichtlich der bei der mikroskopischen Untersuchung erhaltenen Ergebnisse ist eine Mikrohärteprüfung als Referenzverfahren durchzuführen; ein abgelesener Vickers-Härtewert innerhalb von 0,08 mm einer nicht gewalzten Oberfläche, der den im Kern abgelesenen Wert um mehr als 30 Punkte übersteigt, gilt als Nichterfüllung der Anforderung.	Q	4
				A	Tabelle 8, Spalte B

Ab-schnitt	Eigenschaft	Anforderung	Prüfverfahren	Q/A ^a	Stich-proben-umfang
5.5.6	Oberflächen-verun-reinigung	Kopfauflegefläche, Ausrundung zwischen Kopf und Schaft, Schaft und Gewinde müssen frei von Oxiden sein. Auf nicht spanend bearbeiteten Kopfflächen dürfen Oxide maximal 0,025 mm einge-drungen sein.	Mikroskopische Untersuchung, siehe 5.5.2.	Q	4
				A	Tabelle 8, Spalte B
5.5.7	Oberflächen-fehler (vor dem Beschich-ten)	Siehe Tabelle 6 und Tabelle 10. 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.	Die fertigbearbeiteten Schrauben sind einer Eindringprüfung nach EN ISO 3452-1 zu unterziehen. Schrauben, die Anzeichen aufweisen, die als wesentlich angesehen werden, sind mit geeigneter Vergrößerung ($\geq 100\times$) mikroskopisch zu untersuchen.	Q	25
				A	Tabelle 3 und Tabelle 4
5.6	Kenn-zeichnung des Erzeugnisses	Kennzeichnung nach Produktnorm oder Bauunterlage	Sichtprüfung	Q	25
				A	Tabelle 3 und Tabelle 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 der gleichen Teile- und Losnummer enthalten.	Sichtprüfung	A	100 %
5.8	Etikettierung	Jede Grundpackung muss mit einem Etikett versehen sein, auf dem folgende Angaben aufgeführt sind: — Bezeichnung nach Produktnorm oder Bauunterlage; — Stückzahl; — Losnummer; — Name oder Warenzeichen des Herstellers.	Sichtprüfung	A	100 %
^a Q = Qualifikation, A = Abnahme. ^b Mittlerer Durchmesser: Mittel aus dem größten und kleinsten Durchmesser eines einzelnen Kornes.					

Tabelle 2 — Zuordnung der Anforderungen für die Qualifikationsprüfungen

Eigenschaft	Fest- gelegt 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, Toleranzen, 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	5.3.7				X	X	X																				
Oberflächenhärten	5.5.5 ^a									X	X	X	X														
Oberflächenfehler	5.5.7	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
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	X
Zerstörend																											
Zugfestigkeit bei Raumtemperatur	5.4.1					X	X	X	X																		
Zeitstandfestigkeit bei erhöhter Temperatur	5.4.2													X	X	X											
Härte	5.4.3 ^a	X	X	X	X																						
Faserverlauf vom Kopf zum Schaft und Wirkung der Verfestigung im Bereich der Ausrundung	5.5.1	X	X	X	X																						
Mikrogefüge	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	a																					
^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 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 Außendurchmessers des Kopfes zum Schaft Auslauftoleranz des Gewindeflankendurchmesser zum Schaft
	4,0 %	Fase am Gewindeende Bundhöhe Kopfhöhe Andere nicht aufgeführte Maßeigenschaften

Tabelle 4 — Stichprobenanweisungen für die Sicht- und Maßprüfungen

Losumfang	Stichprobenumfang	Annahmezahl (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 %
bis 25	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0	↓
26 bis 50	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
51 bis 90	13	↓	↓	0	16,20	↓	↓	1	26,8
91 bis 150	20	↓	↓	↑	↑	1	18,1	2	24,5
151 bis 280	32	↓	↓	↓	↓	2	15,8	3	19,7
281 bis 500	50	↓	↓	1	7,56	3	12,9	5	17,8
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 anwenden. ↓ Erste Stichprobenanweisung unter dem Pfeil anwenden.									
Die Angaben in dieser Tabelle basieren auf Einfach-Stichprobenanweisungen für normale Prüfung nach ISO 2859-1 (Tabelle 2-A und Tabelle 6-A). Es dürfen 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. Hinsichtlich 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 durch die Gesamtprüfanweisung eine gleichwertige Qualitätsgrenzlage sichergestellt ist.									

Tabelle 5 — Grenzwerte für Unterbrechung des Faserverlaufs

Maße in Millimeter

Gewinde- Nenndurchmesser	Maximal abzutragende Werkstoffmenge	Maximale Unterbrechung des Faserverlaufs
	e^a	A^a
5	0,20	0,5
6	0,25	0,7
7		
8		
10		0,8
12	0,33	0,9
14	0,38	1,1
16		1,3
18		
20		
22		1,5
24		
^a Siehe Bild 1.		