

## DIN EN 3302



ICS 49.030.20

**Luft- und Raumfahrt –  
Schrauben aus hochwarmfestem Stahl FE-PM1708 (FV535) –  
Klasse: 1 000 MPa/550 °C – Technische Lieferbedingungen;  
Deutsche und Englische Fassung EN 3302:2007**

Aerospace series –  
Bolts in heat resisting steel FE-PM1708 (FV535) –  
Classification: 1 000 MPa/550 °C – Technical specification;  
German and English version EN 3302:2007

Série aérospatiale –  
Vis en acier résistant à chaud FE-PM1708 (FV535) –  
Classification: 1 000 MPa/550 °C – Spécification technique;  
Version allemande et anglaise EN 3302:2007

Gesamtumfang 53 Seiten

Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL) im DIN

## 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.

Die vorliegende Norm EN 3302:2007 wurde von ASD-STAN, Fachbereich Mechanik, unter Mitwirkung deutscher Experten des Normenausschusses Luft- und Raumfahrt erarbeitet.

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

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 4288      siehe DIN EN ISO 4288  
ISO 6508-1   siehe DIN EN ISO 6508-1  
ISO 9000      siehe DIN EN ISO 9000

## Nationaler Anhang NA (informativ)

### Literaturhinweise

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 — Teil 1: Prüfverfahren (Skalen A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T)*

DIN EN ISO 9000, *Qualitätsmanagementsysteme — Grundlagen und Begriffe; Dreisprachige Fassung*

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 aus hochwarmfestem Stahl  
FE-PM1708 (FV535) – Klasse: 1 000 MPa/550 °C –  
Technische Lieferbedingungen**

Aerospace series – Bolts in heat resisting steel FE-PM1708  
(FV535) – Classification: 1 000 MPa/550 °C –  
Technical specification

Série aéronautique – Vis en acier résistant à chaud  
FE-PM1708 (FV535) – Classification: 1 000 MPa/550 °C –  
Spécification technique

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 5. November 2007 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 des CEN 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, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, 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     Zertifizierung und Qualitätssicherung.....      | 7     |
| 5     Technische Anforderungen und Prüfverfahren..... | 9     |

## Vorwort

Dieses Dokument (EN 3302:2007) 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 Juni 2008, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juni 2008 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können, ohne dass diese vorstehend identifiziert wurden. CEN [und/oder] CENELEC sind 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, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

## 1 Anwendungsbereich

Diese Norm legt die technischen Anforderungen, die Anforderungen an die Qualifikation sowie die Anforderungen an die Qualitätssicherung für Schrauben aus dem Werkstoff FE-PM1708 (FV535), Zugfestigkeitsklasse 1 000 MPa bei Raumtemperatur, maximale Prüftemperatur des Werkstoffes 550 °C, fest.

Diese Norm gilt in erster Linie für Anwendungen in der Luft- und Raumfahrt und ist auf die Schrauben anzuwenden, auf die in der Produktnorm oder Zeichnung verwiesen 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).

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 3534:1977, *Statistics — Vocabulary and symbols*

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 9000, *Quality management systems — Fundamentals and vocabulary*

EN 2493<sup>1)</sup>, *Luft- und Raumfahrt — Hochwarmfester Stahl FE-PM38 — 1 000 MPa ≤ R<sub>m</sub> ≤ 1 140 MPa — Stangen<sup>2)</sup>*

EN 4244, *Luft- und Raumfahrt — Hochwarmfeste Legierung FE-PM1708 — Vakuumlichtbogener-schmolzen — Gehärtet und angelassen — Stangen a oder D ≤ 200 mm — 1 000 MPa ≤ R<sub>m</sub> ≤ 1 140 MPa<sup>3)</sup>*

EN 4245, *Luft- und Raumfahrt — Hochwarmfeste Legierung FE-PM1708 — Vakuumlichtbogener-schmolzen — Schmiedezustand — Schmiedevormaterial D<sub>e</sub> ≤ 300 mm<sup>3)</sup>*

EN 9100, *Luft- und Raumfahrt — Qualitätsmanagementsysteme — Anforderungen (basiert auf ISO 9001:2000) und Qualitätssysteme — Qualitätssicherungsmodelle für Konstruktion, Entwicklung, Produktion, Montage und Wartung (basiert auf ISO 9001:1994)*

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

TR 3040-1, *Luft- und Raumfahrt — Qualitätssicherung — EN-Erzeugnisse der Luft- und Raumfahrt — Teil 1: Liste der anerkannten Hersteller<sup>4)</sup>*

---

1) Nicht für Neukonstruktionen, siehe EN 4244 und EN 4245.

2) Veröffentlicht als ASD-Norm zum Zeitpunkt der Herausgabe dieser Norm.

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

4) Veröffentlicht als ASD-Fachbericht zum Zeitpunkt der Herausgabe dieser Norm.

### 3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

#### 3.1

##### **Fertigungslos**

Anzahl von fertigbearbeiteten Teilen, die im gleichen Verfahren aus dem Werkstoff einer einzigen Schmelze (gleiche Wärmebehandlung der Legierung) hergestellt wurden, die die gleiche Grundteilenummer und den gleichen Durchmesser aufweisen und zusammen in gleicher, festgelegter Weise wärmebehandelt und in einem Fertigungsgang gefertigt wurden

#### 3.2

##### **Prüflos**

Anzahl von Teilen eines einzigen Fertigungsloses mit der gleichen Teilenummer, durch die das Teil vollständig festgelegt ist

#### 3.3 Fehler

##### 3.3.1

##### **Riss**

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

##### 3.3.2

##### **Riefe**

langgestreckter 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 wurden, verursacht wird

##### 3.3.4

##### **Einschlüsse**

nichtmetallische Teilchen aus dem Werkstofffertigungsvorgang. Sie können in Form von einzelnen Teilchen oder Teilchenkettten, die sich in Längsrichtung ausdehnen, auftreten

#### 3.4

##### **Prüftemperatur**

Umgebungstemperatur, falls nicht anders festgelegt

#### 3.5

##### **Zufallsprobennahme, einfach**

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

[ISO 3534, siehe Definition]

#### 3.6

##### **kritischer Fehler**

Fehler, von dem anzunehmen oder bekannt ist, dass er voraussichtlich für Personen, die das betreffende Erzeugnis benutzen, instand halten oder auf es 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

[ISO 3534, siehe Definition]

### **3.7**

#### **Hauptfehler**

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

[ISO 3534, siehe Definition]

### **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, das den Gebrauch oder Betrieb des Erzeugnisses nur geringfügig beeinflusst

[ISO 3534, siehe Definition]

### **3.9**

#### **Stichprobenanweisung**

Anweisung, nach der die Stichprobe(n) entnommen werden, um Angaben zu erhalten und möglicherweise eine Entscheidung zu treffen

[ISO 3534, siehe Definition]

### **3.10**

#### **rückzuweisende Qualitätsgrenzlage (LQ<sub>10</sub>)**

Qualitätsgrenzlage in einer Stichprobenanweisung, die einer festgelegten, jedoch relativ niedrigen Annahmewahrscheinlichkeit entspricht, in diesem Fall gilt eine Annahmewahrscheinlichkeit von 10 %. Sie ist die für das Los charakteristische Qualitätsgrenzlage, bis zu der ein Los dieser Qualität auftreten würde

Bei Angabe des Prozentsatzes fehlerhafter Einheiten wird im englischen Sprachgebrauch auch der Begriff LTPD („lot tolerance percent defective“) verwendet.

[ISO 3534, siehe Definition]

### **3.11**

#### **annehmbare Qualitätsgrenzlage (AQL)**

Qualitätsgrenzlage, die in einer Stichprobenanweisung einer festgelegten, jedoch relative hohen Annahmewahrscheinlichkeit entspricht

Die annehmbare Qualitätsgrenzlage ist der maximale Prozentsatz fehlerhafte Einheiten (oder die maximale Anzahl von Fehlern je 100 Einheiten), der für die Stichprobenprüfung als befriedigende, durchschnittliche Herstellqualität angesehen werden kann.

[ISO 3534, siehe Definition]

### **3.12**

#### **fertigbearbeitete Schraube**

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

### **3.13**

#### **Bauunterlage**

ein Dokument, das alle Anforderungen an die Schrauben festlegt, d. h.

- metallurgische Eigenschaften;
- geometrische und Maßeigenschaften;
- funktionelle Eigenschaften (Festigkeit und Temperaturklassen).

## 4 Zertifizierung und Qualitätssicherung

### 4.1 Qualifikation

#### 4.1.1 Zweck

Qualifikationsprüfungen dienen dazu, sicherzustellen, dass Konstruktion und Fertigungsbedingungen es ermöglichen, Schrauben herzustellen, die den Anforderungen dieser Norm entsprechen.

#### 4.1.2 Bedingungen

Die in Tabelle 3 zusammengefassten Qualifikationsprüfungen sind an jedem Schraubentyp und -durchmesser durchzuführen. Beabsichtigte Änderungen bezüglich Fertigungsquelle oder -verfahren müssen den Bestimmungen von EN 9133 unterliegen.

25 Schrauben sind durch einfache Zufallsprobenahme einem Prüflös zu entnehmen und den Qualifikationsprüfungen zu unterziehen.

Die Anzahl der jeweils den einzelnen Prüfungen zu unterziehenden Schrauben sowie das (die) anzuwendende(n) Verfahren ist (sind) in Tabelle 1 festgelegt.

Tabelle 4 gibt einen Überblick über die für jede Schraube anzuwendenden Prüfungen.

Das Prüfprogramm darf möglicherweise reduziert werden; eine solche Entscheidung hängt von dem Vergleich der Ergebnisse ab, die mit Teilen ähnlicher Konstruktion, Größe und Fertigungsbedingungen erzielt wurden.

Alle oder einige dieser Prüfungen dürfen auch für die Fertigungsablieferung durchgeführt werden, sofern eine strengere Prüfung erforderlich erscheint, oder zur Kontrolle von Schrauben, die sich beim Gebrauch als nicht zufriedenstellend erwiesen haben.

In diesem Fall wird dieselbe Probe, die für diese Prüfungen verwendet wurde, auch für die Fertigungsablieferungsprüfung verwendet.

#### 4.1.3 Prüfanforderungen an die Qualifikation und Verfahren

Die Prüfanforderungen an die Qualifikation und Verfahren müssen den Anforderungen von EN 9133 entsprechen.

#### 4.1.4 Qualifizierte Hersteller

TR 3040-1 enthält eine Liste der für bestimmte Normteile qualifizierten Hersteller.

### 4.2 Ablieferung

#### 4.2.1 Zweck

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

#### 4.2.2 Bedingungen

Die Ablieferungsprüfungen sind in Tabelle 3 zusammengefasst. Sie sind an jedem Los durchzuführen. Tabelle 1 enthält das Prüfverfahren und die Stichprobenanweisung für jede Prüfung. Die zu prüfenden Schrauben sind durch einfache Zufallsprobenahme dem Prüflös zu entnehmen.

Jede Schraube darf mehreren Prüfungen unterzogen werden.

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

### **4.3 Zertifizierung des Qualitätssicherungssystems**

#### **4.3.1 Zweck**

Zweck der Zertifizierung des Qualitätssicherungssystems ist es, sicherzustellen, dass der Hersteller über ein annehmbares Qualitätssicherungssystem verfügt und fähig ist, kontinuierlich Teile nach dieser Norm mit dem geforderten Qualitätsniveau herzustellen.

#### **4.3.2 Anforderungen und Verfahren**

Die Anforderungen und Verfahren zur Zertifizierung von Qualitätssicherungssystemen müssen den Anforderungen von ISO 9000 und EN 9100 entsprechen.

### **4.4 Verantwortlichkeit für die Prüfungen**

Der Hersteller ist für die Einhaltung aller in dieser Norm festgelegten Prüfanforderungen verantwortlich. Zur Anwendung und Durchführung dieser Prüfanforderungen kann der Hersteller seine eigene oder in Ausnahmefällen auch andere, nach 4.1 und 4.2 zugelassene Anlagen benutzen.

### **4.5 Abnahmeprüfzeugnis**

Auf Wunsch des Bestellers ist als Bestandteil der Auftragsbedingungen ein Abnahmeprüfzeugnis mit den tatsächlich ermittelten Zahlenwerten zur Verfügung zu stellen.

## 5 Technische Anforderungen und Prüfverfahren

Tabelle 1 — Technische Anforderungen und Prüfverfahren

| Abschnitt | Merkmal                                                    | Anforderungen                                                                                                                                                                                                                                          | Prüfverfahren                                                                | Q/A <sup>a</sup> | Prüf-<br>umfang  |
|-----------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|
| 5.1       | Werkstoff                                                  | Für die Fertigung von Schrauben nach dieser Norm ist der Werkstoff FE-PM1708 nach EN 2493 von einer zugelassenen Lieferquelle zu verwenden.                                                                                                            | Entsprechend den Festlegungen der Werkstoffnorm                              |                  |                  |
| 5.2       | Maße, Form- und Lagetoleranzen, Gewinde und Beschaffenheit |                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                              | Q                | 25               |
|           |                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                              | A                | Tabellen 6 und 7 |
| 5.2.1     | Maße                                                       | Die Maße der fertigbearbeiteten Schrauben müssen der Produktnorm oder Bauunterlage entsprechen.                                                                                                                                                        | Alle Maße müssen mit zugelassenen Messmitteln geprüft werden.                |                  |                  |
| 5.2.2     | Form- und Lagetoleranzen                                   | Form- und Lagetoleranzen müssen der Produktnorm oder Bauunterlage entsprechen.                                                                                                                                                                         | Form- und Lagetoleranzen müssen mit zugelassenen Messmitteln geprüft werden. |                  |                  |
| 5.2.3     | Gewinde                                                    | Die Gewinde müssen der Produktnorm oder Bauunterlage entsprechen.                                                                                                                                                                                      | Die Gewinde sind mit zugelassenen Messmitteln zu prüfen.                     |                  |                  |
| 5.3       | Fertigung                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                              |                  |                  |
| 5.3.1     | Schmieden                                                  | Die Schraubenköpfe müssen durch Warm- oder Kaltstauchen geformt werden. Beim Warmstauchen darf die Temperatur 1 170 °C nicht überschreiten.<br><br>Die Heizvorrichtung zum Stauchen muss eine konstante Temperatur über das gesamte Los sicherstellen. | Das Stauchverfahren muss zugelassen werden.                                  |                  |                  |

**Tabelle 1** (fortgesetzt)

| Abschnitt | Merkmal                                                  | Anforderungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Prüfverfahren                                                                                                                                 | Q/A <sup>a</sup> | Prüf-<br>umfang |
|-----------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------|
| 5.3.2     | <b>Wärmebe-<br/>handlung</b>                             | Das Wärmeübertragungs-<br>mittel bzw. Wärmebehand-<br>lungsklima darf keine Ober-<br>flächenverunreinigung, mit<br>Ausnahme der nach 5.5.6<br>zugelassenen, verursachen.<br><br>Durch die anschließende<br>spanende Bearbeitung nicht<br>abgetragener Zunder ist<br>durch abrasives Strahlen zu<br>entfernen.                                                                                                                                                                                                                                                   | Die Wärmebehandlungsan-<br>lage muss zugelassen sein.<br><br>Die für das abrasive Strahlen<br>verwendete Vorrichtung<br>muss zugelassen sein. |                  |                 |
| 5.3.2.1   | <b>Vergüten</b>                                          | Die gestauchten Rohlinge<br>sind auf 650 °C/700 °C vorzu-<br>wärmen, anschließend auf<br>(1 170 ± 10) °C zu erhitzen und<br>danach in Öl oder schnell mit<br>Gas abzuschrecken. Die<br>gestauchten und gehärteten<br>Rohlinge sind dann 2 Stunden<br>bis 5 Stunden bei (610 ± 5) °C<br>anzulassen und an der Luft<br>abzukühlen.                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                               |                  |                 |
| 5.3.3     | <b>Entfernen der<br/>Oberflächen-<br/>verunreinigung</b> | Nach Abschluss aller Wärme-<br>behandlungsvorgänge<br>müssen der gesamte Schaft<br>und die Kopfauflagefläche der<br>gestauchten Rohlinge<br>geschliffen werden:<br><br>a) um alle Oberflächenverun-<br>reinigungen sowie einge-<br>drungenen Zunder zu<br>entfernen;<br><br>b) um eine saubere und<br>glatte Oberfläche zu<br>erzielen.<br><br>Die vom Schaftdurchmesser<br>sowie unter dem Kopf abge-<br>tragene Werkstoffmenge<br>muss so gering wie möglich<br>sein, sie darf jedoch die in<br>Tabelle 2 angegebenen<br>Grenzwerte nicht über-<br>schreiten. |                                                                                                                                               |                  |                 |

Tabelle 1 (fortgesetzt)

| Abschnitt | Merkmal                                | Anforderungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Prüfverfahren                                                                                                                                                                                   | Q/A <sup>a</sup> | Prüf-<br>umfang  |
|-----------|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|
| 5.3.4     | <b>Kopf/Schaft-Übertragungsbereich</b> | <p>Nach dem Härten, dem zweifachen Anlassen und der spanenden Bearbeitung.</p> <p>Der Radius unter dem Kopf ist ausreichend kaltzuverfestigen, um alle sichtbaren Spuren der spanenden Bearbeitung zu beseitigen. Ein Kaltverfestigen des Kopf/Schaft-Übergangsradius kann in diesem Bereich zu einer Verformung führen. Sofern in der Schraubennorm oder Bauunterlage nicht anders festgelegt, muss eine eventuell entstandene Verformung den Anforderungen von Bild 2 entsprechen.</p> <p>Bei Teilen mit korbbogenähnlichen Übergängen zwischen Kopf und Schaft ist nur der Radius, der in den Kopf übergeht, kaltzuverfestigen, es ist jedoch zulässig, dass die Kaltverfestigung sich über den zu korbbogenähnlichen Übergang hinaus erstreckt.</p> <p>Der Übergangsbereich darf keine sichtbaren Spuren von Riefen oder Einschlüssen aufweisen.</p> | <p>Maßkontrolle (siehe 5.5.2) und Sichtprüfung.</p> <p>Siehe 5.5.7.1.</p>                                                                                                                       | Q                | 25               |
|           |                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                 | A                | Tabellen 6 und 7 |
| 5.3.5     | <b>Gewinde</b>                         | Die Gewinde sind in einem einzigen Walzvorgang an den gehärteten, zweifach angelassenen und spanend bearbeiteten Rohlingen zu formen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                 |                  |                  |
| 5.3.6     | <b>Oberflächenrauheit</b>              | Die Oberflächenrauheit muss den Festlegungen in der Schraubennorm oder Bauunterlage vor Auftragen des Oberflächenschutzes entsprechen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Die Oberflächenrauheit des Gewindes ist nach dem Sichtvergleichsverfahren zu bestimmen, siehe ISO 4288.                                                                                         | Q                | 3                |
|           |                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                 | A                | Tabellen 6 und 7 |
| 5.3.7     | <b>Oberflächenschutz</b>               | Sofern zutreffend, sind alle Oberflächen nach Festlegungen der Schraubennorm oder Bauunterlage mit einem Oberflächenschutz zu versehen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Siehe entsprechende Norm zum Oberflächenschutz.                                                                                                                                                 | Q                | 3                |
|           |                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                 |                  | Tabellen 6 und 7 |
| 5.4       | <b>Mechanische Eigenschaften</b>       | Eine Probe ist von jedem Stangen- oder Rollendurchmesser je Schmelze zu wählen und zusammen mit einem Fertigungslos Schrauben einer Wärmebehandlung zu unterziehen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <p>Die gewählte Probe muss ausreichen, um Probestücke für die Zugprüfung zu liefern.</p> <p>Die Probestücke müssen die nach Werkstoffnorm geforderten mechanischen Eigenschaften aufweisen.</p> |                  |                  |

Tabelle 1 (fortgesetzt)

| Abschnitt | Merkmal                      | Anforderungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Prüfverfahren                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Q/A <sup>a</sup> | Prüf-<br>umfang                     |
|-----------|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------------------|
| 5.4.1     | Zugfestigkeit                | Die fertigbearbeiteten Schrauben müssen den in Tabelle 5 festgelegten Anforderungen an die Zugkraft entsprechen.<br>Mit Standardschlüssel von außen betätigte Schrauben dürfen im Kopf/Schaftbereich nicht versagen, wenn sie der Zugprüfung unterzogen werden.<br>Der Höchstwert nach Tabelle 5 darf um bis zu 10 % überschritten werden, sofern die Teile mit annehmbaren Ergebnissen neu geprüft werden, nach Reduktion des Querschnittsbereiches unter dem Gewindekerndurchmesser. | Zugprüfungen sind nicht gültig bei:<br>a) Schrauben mit überstehendem Kopf mit einer Klemmlänge von weniger 2 <i>D</i> ;<br>b) Senkschrauben mit einer Gesamtlänge < 3 <i>D</i> oder Schrauben mit einer Gesamtlänge < 18 mm.<br>In diesen Fällen muss die Annehmbarkeit auf der Grundlage von Prüfergebnissen bestimmt werden, die an Probestangen aus dem gleichen Werkstoff und aus demselben Wärmebehandlungszyklus erzielt wurden. | Q                | 4                                   |
|           |                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | A                | Tabelle 8, Spalte B oder Tabelle 10 |
| 5.4.2     | Härte                        | Die fertigbearbeiteten Schrauben müssen im Bereich zwischen (318–366) HV eine gleichmäßige Härte aufweisen; infolge der Kaltverfestigung darf die Härte des Gewindeteils und des Kopf/Schaft-Übergangsbereiches jedoch höher sein.                                                                                                                                                                                                                                                     | Härteprüfung siehe 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 die Eigenschaften der Probe nicht verändert werden (siehe Tabelle 3).                                                                                                                                                                                                                                                            |                  |                                     |
| 5.5.1     | Kopf/Schaft-Faserverlauf     | Ein von den Köpfen angefertigter Schliff darf keine schädlichen Fehler aufweisen. Fließlinien im Übergangsbereich unmittelbar unter der Oberfläche müssen genau der Übergangskontur entsprechen. Geringfügige Unterbrechungen der Fließlinien dürfen nicht über das Maß <i>A</i> , siehe Bild 1, und die Werte in Tabelle 2 hinausgehen.                                                                                                                                               | Kopfgefüge und Faserverlauf sind anhand einer makroskopischen Untersuchung mit geeigneter Vergrößerung (10/20fach) zu ermitteln. Proben sind der fertigbearbeiteten Schraube zu entnehmen, siehe Bild 7. Die Probe ist in einer geeigneten Lösung zu ätzen.                                                                                                                                                                             | Q                | 4                                   |
|           |                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | A                | Tabelle 8, Spalte B                 |

Tabelle 1 (fortgesetzt)

| Abschnitt | Merkmal                                                     | Anforderungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Prüfverfahren                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Q/A <sup>a</sup> | Prüf-<br>umfang                                                     |
|-----------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------|
| 5.5.2     | <b>Mikrogefüge</b>                                          | Das Mikrogefüge der Schrauben muss dem eines angelassenen Martensits entsprechen.                                                                                                                                                                                                                                                                               | Das Mikrogefüge ist mikroskopisch mit 100facher Vergrößerung zu untersuchen. Die Proben sind den fertigbearbeiteten Schrauben zu entnehmen, siehe Bild 7. Die Proben müssen in einer geeigneten Lösung geätzt werden.                                                                                                                                                    | Q                | 4                                                                   |
|           |                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | A                | Tabelle 8, Spalte B                                                 |
| 5.5.3     | <b>Faserverlauf im Gewinde und Wirkung der Verfestigung</b> | Der Faserverlauf in den Gewinden muss stetig sein und der allgemeinen Gewindekontur folgen mit maximaler Dichte im Grund des Kernradius, siehe Bild 3.                                                                                                                                                                                                          | Makroskopische Untersuchung (siehe 5.5.1). Bei der Untersuchung von Schraubenschliffen ist auch auf Gewindefehler (siehe 5.5.6.2) zu achten.                                                                                                                                                                                                                             | Q                | 4                                                                   |
|           |                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | A                | Tabelle 8, Spalte B                                                 |
| 5.5.4     | <b>Oberflächenhärten</b>                                    | Die Schrauben dürfen vom Kern zur Oberfläche keine veränderte Härte aufweisen, Änderungen ausgenommen, die bei der Kaltverfestigung des Kopf/Schaft-Übergangsradius und beim Rollen der Gewinde erzeugt wurden.                                                                                                                                                 | Mikroskopische Untersuchung (siehe 5.5.2). Bei strittigen Ergebnissen anhand dieser Untersuchung ist eine Mikrohärteprüfung als Schiedsverfahren durchzuführen; ein abgelesener Vickers-Härtewert innerhalb von 0,08 mm einer nicht gerollten Oberfläche, der den im Kern abgelesenen Wert um mehr als 30 Punkte überschreitet, gilt als Nichterfüllung der Anforderung. | Q                | 4                                                                   |
|           |                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | A                | Tabelle 8, Spalte B                                                 |
| 5.5.5     | <b>Oberflächenverunreinigung</b>                            | Kopfauftragfläche, Kopf/Schaft-Übergangsbereich, Schaftdurchmesser und Gewinde müssen frei von Oberflächenzunder sein. Auf nicht spanend bearbeiteten Kopfoberflächen darf Zunder nicht tiefer als 0,025 mm eingedrungen sein.                                                                                                                                  | Mikroskopische Untersuchung (siehe 5.5.2).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Q                | 4                                                                   |
|           |                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | A                | Tabelle 8, Spalte B                                                 |
| 5.5.6     | <b>Fehler</b>                                               | Fertigbearbeitete Schrauben mit Fehlern, die die in dieser Norm festgelegten Grenzwerte überschreiten, sind zurückzuweisen. 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 ISO 3452 zu unterziehen. Schrauben, die Anzeichen aufweisen, die als wesentlich angesehen werden, sind mit geeigneter Vergrößerung (100fach) mikroskopisch zu untersuchen.                                                                                                                              | Q                | 25                                                                  |
|           |                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | A                | Eindringverfahren Tabellen 6 und 7 Mikroprüfung Tabelle 8, Spalte B |

**Tabelle 1 (fortgesetzt)**

| Abschnitt | Merkmal                   | Anforderungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Prüfverfahren | Q/A <sup>a</sup> | Prüf-<br>umfang                  |
|-----------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------------------|----------------------------------|
| 5.5.6.1   | Kopf- und<br>Schaftfehler | Spitze oder Seiten des Schraubenkopfes dürfen keine Riefen oder Einschlüsse aufweisen, die tiefer als 0,2 mm sind.<br>Passschrauben dürfen keine Fehler am Schaft oder Kopf/Schaft-Übergangsbereich aufweisen. Schrauben, die keinen Passschaft haben, sind dann zurückzuweisen, wenn sie Längsfehler am Schaft aufweisen, deren Tiefe und Breite 0,05 mm und/oder Länge 5 mm überschreitet.<br>Fehler im Kopf/Schaft-Übergangsbereich sind nicht zulässig. Im Kopf/Schaft-Übergangsbereich dürfen keine Anzeichen auf Einschlüsse auf oder unter der Oberfläche sein.                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Siehe 5.5.6.  |                  | Siehe 5.5.6.<br><br>Siehe 5.5.6. |
| 5.5.6.2   | Gewindefehler             | Gewinde dürfen keine mehrfachen oder einfachen Überwalzungen am Gewindegrund oder an den Flanken unterhalb des Flankendurchmessers aufweisen (siehe Bild 4). Der Gewindegrund darf weder Riefen, Kerben, Walzsplitters, Falten, Rauheit oder Zunder aufweisen.<br>Fehler mit einer Tiefe von weniger 20 % der Grundgewindehöhe (siehe Tabelle 9) sind an der Gewindespitze und im nichttragenden Teil der Gewindeflanke oberhalb des Flankendurchmessers zulässig. Eine geringe Abweichung von der Gewindekontur ist an der Gewindespitze zulässig (siehe Bilder 4 bis 6)<br><br>ANMERKUNG Nähert sich der Gewindeaußendurchmesser Maximalgröße, dürfen die in Tabelle 8 angegebenen Spitzenüberwalzungswerte um die Hälfte der Differenz zwischen dem Mindestaußendurchmesser und dem an dem Teil gemessenen Ist-Außendurchmesser erhöht werden (siehe Bild 6). | Siehe 5.5.6.  |                  | Siehe 5.5.6.                     |