

DIN EN 3685



ICS 49.030.20

Ersatz für
DIN EN 3685:2008-12

**Luft- und Raumfahrt –
Schrauben aus hochwarmfestem Stahl FE-PA2601 (A286) –
Klasse: 1 100 MPa/650 °C – Technische Lieferbedingungen;
Deutsche und Englische Fassung EN 3685:2019**

Aerospace series –
Bolts in heat resisting steel FE-PA2601 (A286) –
Classification: 1 100 MPa/650 °C – Technical specification;
German and English version EN 3685:2019

Série aérospatiale –
Vis en acier résistant à chaud FE-PA2601 (A286) –
Classification: 1 100 MPa/650 °C – Spécification technique;
Version allemande et anglaise EN 3685:2019

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 3685:2019) 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

Änderungen

Gegenüber DIN EN 3685:2008-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) normative Verweisungen aktualisiert;
- b) Unterabschnitte 4.1.3 und 4.3.2 aktualisiert;
- c) Tabelle 1 überarbeitet;
- d) redaktionelle Überarbeitung.

Frühere Ausgaben

DIN EN 3685: 2008-12

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*

Deutsche Fassung

Luft- und Raumfahrt —
Schrauben aus hochwarmfestem Stahl FE-PA2601 (A286) —
Klasse: 1 100 MPa/650 °C — Technische Lieferbedingungen

Aerospace series —
Bolts in heat resisting steel FE-PA2601 (A286) —
Classification: 1 100 MPa/650 °C —
Technical specification

Série aérospatiale —
Vis en acier résistant à chaud FE-PA2601 (A286) —
Classification: 1 100 MPa/650 °C —
Spécification technique

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 1. März 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	5
4 Zertifizierung und Qualitätssicherung	7
4.1 Qualifikation	7
4.1.1 Zweck	7
4.1.2 Bedingungen	7
4.1.3 Anforderungen und Verfahren der Qualifikationsprüfung	7
4.1.4 Qualifizierte Hersteller	7
4.2 Abnahme	7
4.2.1 Zweck	7
4.2.2 Bedingungen	8
4.3 Zertifizierung des Qualitätssicherungssystems	8
4.3.1 Zweck	8
4.3.2 Anforderungen und Verfahren	8
4.4 Verantwortlichkeit für Inspektion und Prüfungen	8
4.5 Abnahmeprüfzeugnis	8
5 Technische Anforderungen und Prüfverfahren	9
Literaturhinweise	29

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 3685:2019) 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 Februar 2020, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Februar 2020 zurückgezogen werden.

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

Dieses Dokument ersetzt EN 3685:2008.

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

Diese Europäische Norm legt die technischen Lieferbedingungen, Qualifikationsbedingungen sowie die Anforderungen an die Qualitätssicherung für Schrauben aus dem Werkstoff FE-PA2601 (A286), Zugfestigkeitsklasse 1 100 MPa bei Raumtemperatur und einer maximalen Prüftemperatur des Werkstoffes von 650 °C fest.

Diese Norm gilt in erster Linie für Anwendungszwecke im Bereich Luft- und Raumfahrt und ist für diejenigen Schrauben anzuwenden, bei denen in der zugehörigen Produktnorm oder Bauunterlage auf sie 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 3041, *Luft- und Raumfahrt — Genormte Teile für den Antrieb — Änderungsverfahren für den Fertigungsprozess von qualifizierten Teilen*¹

EN 3761, *Luft- und Raumfahrt — Hochwarmfeste Legierung FE-PA260 — Weichgeglüht und kaltverfestigt — Stangen zum Stauchen für Verbindungselemente — $D \leq 50 \text{ mm}$ — $1\ 100 \text{ MPa} \leq R_m \leq 1\ 300 \text{ MPa}$* ²

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

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

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

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 7961, *Aerospace series — Bolts — Test methods*

ASD-STAN/TR 3040-1, *Luft- und Raumfahrt — Qualitätssicherung — EN-Erzeugnisse der Luft- und Raumfahrt — Teil 1: Liste der anerkannten Hersteller*³

ASD-STAN/TR 3775, *Passschrauben und Passbolzen — Werkstoffe*³

ASTM E112, *Standard Test Methods for Determining Average Grain Size*⁴

1 Zum Zeitpunkt der Herausgabe dieser Europäischen Norm in Vorbereitung (<https://www.asd-stan.org/>).

2 Veröffentlicht als ASD-STAN-Vornorm zum Zeitpunkt der Herausgabe dieser Norm durch die AeroSpace and Defence Industries Association of Europe – Standardization (ASD-STAN) (www.asd-stan.org).

3 Als ASD-STAN-Fachbericht zum Datum der Veröffentlichung dieser Europäischen Norm veröffentlicht durch AeroSpace and Defence Industries Association of Europe – Standardization (ASD-STAN) (www.asd-stan.org).

4 Veröffentlicht durch: ASTM International, 100 Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, USA.

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/>

3.1

Fertigungslos

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

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 jede Richtung verlaufen und interkristallin oder transkristallin sein kann

3.3.2

Riefe

längslaufender 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 eingewalzt oder gestaucht werden, verursacht wird

3.3.4

Einschlüsse

nichtmetallische Teilchen aus dem Werkstofffertigungsvorgang

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Teilchen können isoliert oder in Teilchenkettten, die sich in Längsrichtung ausbreiten, angeordnet sein.

3.4

Prüftemperatur

Umgebungstemperatur, sofern nicht anders festgelegt

3.5

Zufallsprobenahme, einfach

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 das betreffende Erzeugnis benutzen, instand halten oder darauf 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 Prüflinges

3.10

rückzuweisende Qualitätsgrenzlage

LQ₁₀

(en: Limiting Quality)

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

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

3.11

annehbare Qualitätsgrenzlage

AQL

(en: Acceptance Quality Limit)

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

Anmerkung 1 zum Begriff: Es 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

4 Zertifizierung und Qualitätssicherung

4.1 Qualifikation

4.1.1 Zweck

Der Zweck der Qualifikationsprüfungen ist es, sicherzustellen, dass die Schraube aufgrund ihrer Konstruktions- und Fertigungsbedingungen die Anforderungen dieses Dokuments erfüllen kann.

4.1.2 Bedingungen

Die in Tabelle 3 zusammengefassten Qualifikationsprüfungen müssen an jedem Schraubentyp und Schraubendurchmesser durchgeführt werden. Beabsichtigte Änderungen bezüglich Fertigungsstätte oder -verfahren müssen sich nach den Anforderungen von EN 3041 richten.

25 Schrauben müssen mittels einer einfachen Zufallsprobenahme aus einem Prüflot entnommen und den Qualifikationsprüfungen unterzogen werden.

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

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

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

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

In diesem Fall wird dieselbe Probe, die auch schon für die Abnahmeprüfung verwendet wurde, den Prüfungen unterzogen.

4.1.3 Anforderungen und Verfahren der Qualifikationsprüfung

Falls nicht anders zwischen Kunden und Lieferanten vereinbart, müssen die technischen Anforderungen für das Qualifikationssystem der Produktnorm (z. B. nach EN 9133 oder ein gleichwertiges in der Luft- und Raumfahrt zugelassenes und etabliertes Qualifikationssystem) und entsprechend den festgelegten Prüfungen verwendet und dokumentiert werden.

4.1.4 Qualifizierte Hersteller

In ASD-STAN/TR 3040-1 ist eine Liste der für bestimmte Normteile qualifizierten Hersteller enthalten.

4.2 Abnahme

4.2.1 Zweck

Der Zweck der Abnahmeprüfung ist, 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 Europäischen Norm erfüllen.

4.2.2 Bedingungen

Die Abnahmeprüfungen sind in Tabelle 3 zusammengefasst. Sie müssen an jedem Los durchgeführt werden. In Tabelle 1 sind das Prüfverfahren und die Stichprobenanweisung für jede Prüfung festgelegt. Die Schrauben müssen mittels einfacher Zufallsprobenahme dem Prüflos entnommen werden.

Jede Schraube darf mehreren Prüfungen unterzogen werden.

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

4.3 Zertifizierung des Qualitätssicherungssystems

4.3.1 Zweck

Die Zertifizierung des Qualitätssicherungssystems dient dem Nachweis, dass der Hersteller über ein annehmbares Qualitätssicherungssystem verfügt und fähig ist, kontinuierlich Teile nach diesem Dokument mit dem geforderten Qualitätsniveau herzustellen.

4.3.2 Anforderungen und Verfahren

Das Unternehmen des Herstellers muss eine zugelassene Herstellungsorganisation für Luft- und Raumfahrtprodukte sein und muss nachweisen, dass es ein Qualitätsmanagementsystem (z. B. nach EN 9100 oder ein gleichwertiges, in der Luft- und Raumfahrt zugelassenes und etabliertes Qualitätsmanagementsystem) eingeführt hat und aufrechterhalten kann.

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.

4.4 Verantwortlichkeit für Inspektion und Prüfungen

Der Hersteller ist für die Einhaltung aller in dieser Norm festgelegten Prüfanforderungen verantwortlich. Zur Anwendung und Durchführung dieser Inspektions- und Prüfanforderungen kann jeder Hersteller seine eigene oder in Ausnahmefällen auch eine andere, nach Abschnitt 4.1 und Abschnitt 4.2 zugelassene Anlage verwenden.

4.5 Abnahmeprüfzeugnis

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

5 Technische Anforderungen und Prüfverfahren

Siehe Tabelle 1.

Tabelle 1

Abschnitt	Eigenschaft	Anforderung	Prüfverfahren	Q/A ^a	Stichprobenumfang
5.1	Werkstoff	Für die Fertigung von Schrauben nach dieser Europäischen Norm muss der Werkstoff FE-2601 nach EN 3761 oder nach ASD-STAN/TR 3775, Tabelle 3, Festigkeitsklasse 1 100 MPa von einer zugelassenen Lieferquelle verwendet werden. ^b	Wie in der Werkstoffspezifikation angegeben.		
5.2	Maße, Form- und Lagetoleranzen, Gewinde und Beschaffenheit			Q	25
				A	Tabelle 6 und Tabelle 7
5.2.1	Maße	Die Maße der fertigbearbeiteten Schrauben müssen der Produktnorm oder Zeichnung entsprechen.	Alle Maße müssen mit zugelassenen Messmitteln geprüft werden.		
5.2.2	Form- und Lagetoleranzen	Die Form- und Lagetoleranzen müssen der Produktnorm oder Zeichnung entsprechen.	Die Form- und Lagetoleranzen müssen mit zugelassenen Messmitteln geprüft werden.		
5.2.3	Gewinde	Die Gewinde müssen der Produktnorm oder Zeichnung entsprechen.	Die Gewinde müssen mit zugelassenen Messmitteln geprüft werden.		
5.3	Fertigung				
5.3.1	Schmieden	Die Schraubenköpfe müssen durch Warm- oder Kaltstauchen geformt werden. Beim Warmstauchen darf die Temperatur 1 150 °C nicht übersteigen und das Abkühlen muss an der Luft oder schneller erfolgen. Die Heizvorrichtung zum Schmieden muss eine konstante Temperatur über das gesamte Los sicherstellen.	Das Schmiedeverfahren muss zugelassen sein.		
5.3.2	Wärmebehandlung	Das Wärmeübertragungsmedium oder die -atmosphäre darf keine Oberflächenverunreinigung mit Ausnahme der nach 5.5.6 zugelassenen verursachen. Durch die anschließende spanende Bearbeitung nicht abgetragener Zunder muss durch abrasives Strahlen entfernt werden.	Die Anlage zur Wärmebehandlung muss zugelassen sein. Die Vorrichtung zum abrasiven Strahlen muss zugelassen sein.		

Abschnitt	Eigenschaft	Anforderung	Prüfverfahren	Q/A ^a	Stichprobenumfang
5.3.2.1	Lösungsglühen und Auslagern	Die gestauchten Rohlinge müssen bei einer Temperatur zwischen 710 °C und 730 °C ausgelagert werden, wobei die gewählte Temperatur für mindestens 16 h auf ± 8 °C genau zu halten ist, danach sind sie an der Luft abzukühlen.			
5.3.3	Entfernen der Oberflächenverunreinigung	Nach dem Auslagern müssen der Schaft und die Kopfauflagefläche der gestauchten Rohlinge vollständig spanend bearbeitet werden, a) um alle Oberflächenverunreinigungen sowie eingedrungenen Zunder zu entfernen und b) um eine saubere und glatte Oberfläche zu erzielen. Die entfernte Werkstoffmenge (siehe Bild 1) muss so gering wie möglich sein und die Anforderungen in 5.5.1 erfüllen.	Siehe 5.5.1.		
5.3.4	Kopf/Schaft-Übergangsbereich	Nach dem Auslagern und der spanenden Bearbeitung muss der Radius unter dem Kopf ausreichend kaltverfestigt werden, 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 Zeichnung nicht anders festgelegt, muss eine eventuell entstandene Verformung den Anforderungen von Bild 2 entsprechen. 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 verfestigenden Radius hinaus erstreckt. Der Übergangsbereich darf keine sichtbaren Spuren von Riefen oder Einschlüssen aufweisen.	Maßkontrolle (siehe 5.5.2) und Sichtprüfung. Siehe 5.5.7.1.	Q	25
				A	Tabelle 6 und Tabelle 7
5.3.5	Gewinde	Die Gewinde müssen in einem einzigen Walzvorgang an den ausgelagerten und spanend bearbeiteten Rohlingen geformt werden.			

Abschnitt	Eigenschaft	Anforderung	Prüfverfahren	Q/A ^a	Stichprobenumfang
5.3.6	Oberflächenrauheit	Die Oberflächenrauheit muss den Festlegungen in der Schraubennorm oder Zeichnung vor Auftragen des Oberflächenschutzes entsprechen.	Die Oberflächenrauheit des Gewindes muss nach dem Sichtvergleichsverfahren bestimmt werden, siehe EN ISO 4288.	Q	3
				A	Tabelle 6 und Tabelle 7
5.3.7	Oberflächenbeschichtung	Sofern zutreffend, müssen alle Oberflächen nach den Festlegungen der Schraubennorm oder Zeichnung beschichtet werden.	Siehe geeignete Beschichtungsnorm.	Q	3
					Tabelle 6 und Tabelle 7
5.4	Mechanische Eigenschaften	Eine Prüfprobe muss von jedem Stangen- oder Rollendurchmesser je Schmelze gewählt und zusammen mit einem Fertigungslos Schrauben der Wärmebehandlung unterzogen werden.	Die gewählte Probe muss ausreichen, um Probestücke für die Zug- und Zeitstandprüfung zu liefern. Die Probestücke müssen die nach der Werkstoffnorm geforderten mechanischen Eigenschaften aufweisen.		
5.4.1	Zugfestigkeit	Die fertigbearbeiteten Schrauben müssen den in Tabelle 5 festgelegten Mindestzugkräften standhalten. Genormte Schlüsselschrauben dürfen im Kopf/Schaftbereich nicht versagen, wenn sie der Zugprüfung unterzogen werden.	Zugprüfungen werden nicht angewandt bei a) Schrauben mit überstehendem Kopf mit einer Klemmlänge von $< 2 D$ und b) Senkschrauben mit einer Gesamtlänge von $< 3 D$ oder Schrauben mit einer Gesamtlänge von < 18 mm. In diesen Fällen muss die Annehmbarkeit auf der Grundlage von Prüfergebnissen bestimmt werden, die an Probestangen aus demselben Wärmebehandlungszyklus erzielt wurden.		

Abschnitt	Eigenschaft	Anforderung	Prüfverfahren	Q/A ^a	Stichprobenumfang
5.4.1.1	Zugfestigkeit bei Umgebungstemperatur		Die Schrauben müssen bis zur Zerstörung nach ISO 7961, Prüfung 3.1, geprüft werden.	Q	4
				A	Tabelle 8, Prüfung Spalte B oder Tabelle 10
5.4.2	Zeitstandfestigkeitswerte bei 650 °C	Die fertigbearbeiteten Schrauben werden auf (650 ± 2) °C gehalten, während die in Tabelle 5 festgelegte Kraft kontinuierlich aufgebracht wird, sie dürfen vor Ablauf von 23 h nicht brechen.	Die Schrauben müssen nach ISO 7961, Prüfung 3.9, geprüft werden.	Q	3
5.4.3	Härte	Die fertigbearbeiteten Schrauben müssen im Bereich zwischen 34 HRC und 42 HRC eine gleichmäßige Härte aufweisen, infolge der Kaltverfestigung kann die Härte des Gewindeteils und Kopf/Schaft-Übergangsbereiches jedoch höher sein. Im Streitfall sind die Ergebnisse der Zugprüfung maßgebend.	Härteprüfung siehe 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 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 Fließlinie dürfen nicht über das Maß A wie in Bild 1 dargestellt und in Tabelle 2 aufgelistet, hinausgehen.	Das Kopfgefüge und der Faserverlauf müssen anhand einer makroskopischen Untersuchung mit geeigneter Vergrößerung (10-fach/20-fach) bestimmt werden. Die Probestücke müssen der fertigbearbeiteten Schraube nach Bild 7 entnommen werden. Das Probestück muss in einer geeigneten Lösung geätzt werden.	Q	4
				A	Tabelle 8, Spalte B

Abschnitt	Eigenschaft	Anforderung	Prüfverfahren	Q/A ^a	Stichprobenumfang
5.5.2	Mikrogefüge und Wirkung der Verfestigung	Mit Ausnahme des Gewindebereiches und des Kopf/Schaft-Übergangsradius muss das Mikrogefüge der Schrauben dem eines vollständig rekristallisierten Werkstoffes entsprechen.	Das Mikrogefüge und die Wirkung der Verfestigung müssen mikroskopisch mit 100-facher Vergrößerung untersucht werden. Die Probe­stücke müssen den fertigbearbeiteten Schrauben nach Bild 7 entnommen werden. Das Probe­stück muss in einer geeigneten Lösung geätzt werden.	Q	4
				A	Tabelle 8, Spalte B
5.5.3	Korngröße	Die Korngröße der fertigbearbeiteten Schrauben darf bei einem Vergleich mit der Bildreihe II nach ASTM E112 nicht größer als 5 sein. Vereinzelte Körner mit einem mittleren Durchmesser ^c 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 in den Gewinden muss stetig sein und der allgemeinen Gewindekontur mit maximaler Dichte im Grund des Kernradius folgen, siehe Bild 3.	Makroskopische Untersuchung (siehe 5.5.1). Bei der Untersuchung von Schraubenschliffen ist auch auf Gewindefehler (siehe 5.5.7.2) zu achten.	Q	4
				A	Tabelle 8, Spalte B
5.5.5	Oberflächenhärtung	Die Schrauben dürfen vom Kern zur Oberfläche keine veränderte Härte aufweisen, mit Ausnahme der Änderungen bei der Kaltbearbeitung des Kopf/Schaft-Übergangsradius und beim Walzen des Gewindes.	Mikroskopische Untersuchungen (siehe 5.5.2). Bei strittigen Ergebnissen anhand dieser Untersuchungen 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 übersteigt, gilt als Nichterfüllung der Anforderung.	Q A	4 Tabelle 8, Spalte B

Abschnitt	Eigenschaft	Anforderung	Prüfverfahren	Q/A ^a	Stichprobenumfang
5.5.6	Oberflächenverunreinigung	Die Kopfauf­lage­fläche, der Kopf/Schaft-Übergangsbereich, der Schaftdurchmesser und die Gewinde müssen frei von Oberflächenzunder sein. Auf nicht spanend bearbeiteten Kopfoberflächen darf der Zunder nicht tiefer als 0,025 mm eingedrungen sein.	Mikroskopische Untersuchung (siehe 5.5.2).	Q	4
				A	Tabelle 8, Spalte B
5.5.7	Fehler	Fertigbearbeitete Schrauben mit Fehlern, die die hier festgelegten Grenzwerte überschreiten, müssen zurückgewiesen werden. 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) müssen zurückgewiesen werden.	Die fertigbearbeiteten Schrauben müssen einer Eindringprüfung nach EN ISO 3452-1 unterzogen werden. Schrauben, die Anzeichen aufweisen, die als wesentlich angesehen werden, sind mit einer geeigneten Vergrößerung (100-fach) mikroskopisch zu untersuchen.	Q	25
				A	Eindringverfahren: Tabelle 6 und Tabelle 7; Mikroprüfung: Tabelle 8, Spalte B
5.5.7.1	Kopf- und Schaftfehler	Kopfende oder Seiten des Schraubenkopfes dürfen keine Riefen oder Einschlüsse aufweisen, die tiefer als 0,2 mm sind. Passschrauben dürfen keine Fehler am Schaft oder Kopf/Schaft-Übergangsbereich aufweisen. Schrauben, die keinen Passschaft haben, müssen dann zurückgewiesen werden, wenn sie längsseitige Fehler am Schaft aufweisen, deren Tiefe und Breite 0,05 mm und/oder Länge 5 mm übersteigt. Fehler im Kopf/Schaft-Übergangsbereich sind nicht zulässig. In diesem Bereich dürfen keine Anzeichen auf Einschlüsse auf oder unter der Oberfläche sein.	Siehe 5.5.7.		Siehe 5.5.7 Siehe 5.5.7

Abschnitt	Eigenschaft	Anforderung	Prüfverfahren	Q/A ^a	Stichprobenumfang
5.5.7.2	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, Walzsplitter, Falten, Rauheit oder Zunder aufweisen. Fehler mit einer Tiefe von weniger als 20 % der Grundgewindehöhe (siehe Tabelle 9) sind an der Gewindespitze und im nichttragenden Teil der Gewindeflanke oberhalb des Flankendurchmessers zulässig. An der Gewindespitze ist eine geringfügige Abweichung von der Gewindekontur zulässig (siehe Bild 4, Bild 5 und Bild 6). ANMERKUNG Nähert sich der Gewindeaußendurchmesser der Maximalgröße, dürfen die in Tabelle 8 angegebenen Spitzenüberwalzungswerte um die Hälfte der Differenz zwischen dem an dem Teil gemessenen Ist-Außendurchmesser und dem Mindestaußendurchmesser erhöht werden (siehe Bild 6).	Siehe 5.5.7.		Siehe 5.5.7
5.5.8	Werkstoffüberprüfung	Jede fertigbearbeitete Schraube muss einer zerstörungsfreien physikalischen Untersuchung zur Überprüfung des Werkstofftyps unterzogen werden. Die Prüfvorrichtung muss mittels Proben bekannter chemischer Zusammensetzung kalibriert werden. Die Proben müssen von gleicher Art und Form sowie in demselben Wärmebehandlungszustand wie die zu prüfenden Teile sein.	Die Prüfvorrichtung muss zugelassen werden.	Q	25
				A	100 %
5.6	Erzeugnis-kennzeichnung	Sofern nicht eine Verpackungskennzeichnung vorgeschrieben ist, ist jede Schraube an der Stelle sowie nach dem Verfahren zu kennzeichnen, die bzw. das in der Schraubennorm oder Zeichnung festgelegt ist. Auf der Verpackung zu kennzeichnende Schrauben müssen nach den Vorgaben von 5.7.1 und 5.7.2 gekennzeichnet werden.	Sichtprüfung	Q	25
				A	Tabelle 6 und Tabelle 7

Abschnitt	Eigenschaft	Anforderung	Prüfverfahren	Q/A ^a	Stichprobenumfang
5.7	Lieferung		Sichtprüfung	A	100 %
5.7.1	Verpackung	Die fertigbearbeiteten Schrauben müssen so verpackt werden, dass sie bei Handhabung, Transport und Lagerung nicht beschädigt werden und keine Korrosion auftritt. Jede Grundpackung darf nur Schrauben der gleichen Teilenummer und Prüflosnummer enthalten.			Siehe 5.7.
5.7.2	Etikettierung	Jede Grundpackung muss mit einem Etikett versehen sein, auf dem deutlich lesbar die Bezeichnung nach Produktnorm, die Menge, die Fertigungslosnummer sowie der Name oder das Warenzeichen des Herstellers angegeben sind.			Siehe 5.7.
^a Q: Qualifikation, A: Annahme. ^b Werkstoffe in ASD-STAN/TR 3775, die der gleichen Familie und Festigkeitsklasse wie Prioritäts-EN-Werkstoffe angehören, sind zulässig, selbst wenn sie nicht in der Produktnorm angegeben sind. ^c Mittlerer Durchmesser = Mittel aus dem größten und kleinsten Durchmesser eines einzelnen Korns.					

Tabelle 2 — Unterbrechung der Fließlinien (siehe Tabelle 1, 5.5.1 und Bild 1)

Gewinde- Nenndurchmesser	Maximale Unterbrechung der Fließlinien
mm	A mm
5	0,5
6	0,7
7	0,7
8	0,7
10	0,8
12	0,9
14	1,1
16	1,1
18	1,3
20	1,3
22	1,5
24	1,5

Tabelle 3 — Anforderungen an die Qualifikationsprüfung von Schraubenproben

Art der Prüfung	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	
		Ohne Ober- flächen- schutz			Fertigbearbeitete Schrauben																						
Zerstörungsfreie Prüfungen																											
Maße, Form- und Lagetoleranzen und Gewindelehrung	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
Oberflächenrauheit	5.3.6	X	X	X																							
Oberflächenbeschichtung	5.3.7				X	X	X																				
Härte	5.4.3							X	X	X	X																
Kopf- und Schaftfehler	5.5.7.1	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	
Gewindefehler	5.5.7.2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Werkstoffüberprüfung	5.5.8	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	
Erzeugniskennzeichnung	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	
Zerstörende Prüfungen																											
Zugfestigkeit	5.4.1					X	X	X	X																		
Zeitstandfestigkeit bei 650 °C	5.4.2													X	X	X											
Kopf/Schaft-Faserverlauf	5.5.1	X	X	X	X																						
Mikrogefüge und Wirkung der Verfestigung	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																						
Oberflächenhärtung	5.5.5	X	X	X	X																						
Oberflächenverunreinigung	5.5.6	X	X	X	X																						