

DIN ISO 9154

ICS 49.030.20

Ersatz für
LN 65013:1969-06

**Luft- und Raumfahrt –
Schrauben mit MJ-Gewinde aus hochwarmfester Nickelbasislegierung,
Festigkeitsklasse 1550 MPa –
Technische Lieferbedingungen (ISO 9154:1999);
Text Deutsch und Englisch**

Aerospace –

Bolts, with MJ threads, made of heat-resistant nickel-based alloy,
strength class 1550 MPa –

Procurement specification (ISO 9154:1999);

Text in German and English

Aéronautique et espace –

Vis à filetage MJ, en alliage résistant à chaud à base de nickel,
classe de résistance 1550 MPa –

Spécification d'approvisionnement (ISO 9154:1999);

Texte en allemand et anglais

Gesamtumfang 59 Seiten

Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL) im DIN

Nationales Vorwort

Diese Norm enthält die deutsche Übersetzung und den englischen Text der Internationalen Norm ISO 9154:1999, vom Technischen Komitee ISO/TC 20 unter aktiver Mitwirkung Deutschlands ausgearbeitet wurde. Im ISO/TC 20 und seinen Unterkomitees werden die deutschen Interessen im Auftrag des DIN Deutsches Institut für Normung e. V. durch den Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL) wahrgenommen.

Zuständig für diese Normungsaufgabe ist der Arbeitsausschuss NA 131-03-01 AA „Verbindungselemente der Luft- und Raumfahrt“ des Normenausschusses Luft- und Raumfahrt (NL).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. Das DIN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument enthält neben Festlegungen für Schrauben mit MJ-Gewinde nach ISO 5855-2 auch Informationen für Schrauben mit metrischem ISO-Gewinde nach LN 9163, siehe informativer nationaler Anhang NA.

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

ISO 2859-1:1999	siehe DIN ISO 2859-1:2004-01
ISO 3452:1984	siehe DIN EN 571-1:1997-03
ISO 4288:1996	siehe DIN EN ISO 4288:1998-04
ISO 5855-2:1999	siehe E DIN ISO 5855-2:2008-03
ISO 6507-1:2005*)	siehe DIN EN ISO 6507-1:2006-03
ISO 6508-1:2005**)	siehe DIN EN ISO 6508-1:2006-03
ISO 6892:1998	siehe DIN EN 10002-1:2001-12
ISO 9002:1994	siehe ISO 9001 siehe DIN EN ISO 9001:2000-12
ISO 9227:2006***)	siehe DIN EN ISO 9227:2006-10

Änderungen

Gegenüber LN 65013:1969-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) der Inhalt der Norm LN 65013 wurde bis auf die Zugfestigkeit, die Zeitfestigkeit im Zugschwellbereich und die Scherfestigkeit für Schrauben mit Metrischem ISO-Gewinde nach LN 9163 durch die ISO 9154 ersetzt.

Frühere Ausgaben

LN 65013: 1969-06

*) ISO 6507-1:1997 wurde inzwischen durch ISO 6507-1:2005 ersetzt.

**) ISO 6508-1:1999 wurde inzwischen durch ISO 6508-1:2005 ersetzt.

***) ISO 9227:1990 wurde inzwischen durch ISO 9227:2006 ersetzt.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Prüfkräfte bei Schrauben mit Metrischem ISO-Gewinde und überstehendem Kopf

Weil die Werte der Zug- und Scherkräfte sowie die Zeitfestigkeit im Zugschwellbereich bedingt durch die unterschiedlichen Kern- und Spannungsquerschnitte bei den Gewinden nach LN 9163 und ISO 5855-2 unterschiedlich sind, können für Schrauben mit Metrischem ISO-Gewinde nach LN 9163 die folgenden Tabellen angewendet werden.

Tabelle NA.1 — Mindestkräfte für die Prüfung der Zugfestigkeit und Scherfestigkeit, zweischnittig

Gewinde ^a		Zugfestigkeitsprüfkraft			Scherfestigkeitsprüfung, zweischnittig ^e		
Durchmesser	Steigung	bei σ_B^c		Spannungs-Querschnitts-fläche ^d	Kraft bei σ_B		Schaft-Querschnitts-fläche ^f
mm	mm	1 550 MPa kN	1 800 MPa ^b kN	mm ²	1 550 MPa kN	1 800 MPa ^b kN	mm ²
6	1	31,2	36,2	20,1	52,6	61,0	28,3
8	1,25	56,7	65,9	36,6	93,6	108,5	50,3
10	1,5	89,9	104,4	58,0	146,0	169,8	78,5
12		137,0	158,6	88,1	210,0	243,0	113,1
14		194,0	225,0	125,0	286,0	332,0	153,9
16		259,0	301,0	167,0	374,0	434,0	201,1
18		335,0	389,0	216,0	473,0	550,0	254,5
20		422,0	490,0	272,0	584,0	648,0	314,2
22		516,0	600,0	333,0	705,0	821,0	380,1
24		595,0	691,0	384,0	838,0	980,0	452,4

^a Metrisches ISO-Gewinde nach LN 9163.

^b Ergänzend zu ISO 9154 gelten diese Werte für Schrauben mit einer Zugfestigkeit $\geq 1\,800$ MPa.

^c Zugbruchkraft $F_B = A_s \cdot \sigma_B$ ($\sigma_B = 155$ kg/mm² bzw. 180 kg/mm²).

^d Spannungsquerschnitt $A_s = \frac{\pi}{4} \cdot \left(\frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2$ d_2 : Nenn-Flankendurchmesser
 d_3 : Nenn-Kerndurchmesser

^e Scherfestigkeit, einschnittig = 60 % von σ_B

^f Die Werte gelten jeweils für den vollen Querschnitt (nicht für Hohlbolzen).

Tabelle NA.2 — Prüfkräfte für die Prüfung der Zeitfestigkeit im Zugschwellbereich

Gewinde ^a		Zeitfestigkeitsprüfkraft im Zugschwellbereich ^b			
		bei $\sigma_B = 1\,550\text{ MPa}$		bei $\sigma_B = 1\,800\text{ MPa}^c$	
Durchmesser	Steigung	Oberkraft	Unterkraft	Oberkraft	Unterkraft
mm	mm	kN	kN	kN	kN
		$\pm 2\%$	$\pm 2\%$	$\pm 2\%$	$\pm 2\%$
6	1	14,3	1,43	16,1	1,61
8	1,25	26,3	2,63	29,6	2,96
10	1,5	41,9	4,19	47,0	4,70
12		64,9	6,49	73,0	7,30
14		92,9	9,29	104,5	10,45
16		126,0	12,60	141,5	14,15
18		164,0	16,40	185,0	18,50
20		207,0	20,70	233,0	23,30
22		255,0	25,50	288,0	28,80
24	2	307,0	20,70	346,0	34,60

^a Metrisches ISO-Gewinde nach LN 9163.

b	Zugschwellkraft	Oberkraft	$F_o = A_k \cdot \sigma_o$
		Unterkraft	$F_u = A_k \cdot \sigma_u; \sigma_u = 0,10 \cdot \sigma_o$

mit Oberspannung $\sigma_o = \begin{Bmatrix} 900 \\ 800 \end{Bmatrix} \text{MPa}$ bei $\sigma_B = \begin{Bmatrix} 1800 \\ 1550 \end{Bmatrix} \text{MPa}$

mit Unterspannung $\sigma_u = \begin{Bmatrix} 90 \\ 80 \end{Bmatrix} \text{MPa}$ bei $\sigma_B = \begin{Bmatrix} 1800 \\ 1550 \end{Bmatrix} \text{MPa}$

^c Ergänzend zu ISO 9154 gelten diese Werte für Schrauben mit einer Zugfestigkeit $\geq 1\,800\text{ MPa}$.

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 571-1:1997-03, *Zerstörungsfreie Prüfung — Eindringprüfung — Teil 1: Allgemeine Grundlagen*; Deutsche Fassung EN 571-1:1997

DIN EN 10002-1:2001-12, *Metallische Werkstoffe — Zugversuch — Teil 1: Prüfverfahren bei Raumtemperatur*; Deutsche Fassung EN 10002-1:2001

DIN EN ISO 4288:1998-04, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Oberflächenbeschaffenheit: Tastschnittverfahren — Regeln und Verfahren für die Beurteilung der Oberflächenbeschaffenheit (ISO 4288:1996)*; Deutsche Fassung EN ISO 4288:1997

DIN EN ISO 6507-1:2006-03, *Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Vickers — Teil 1: Prüfverfahren (ISO 6507-1:2005)*; Deutsche Fassung EN ISO 6507-1:2005

DIN EN ISO 6508-1:2006-03, *Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Rockwell — Teil 1: Prüfverfahren (Skalen A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T) (ISO 6508-1:2005)*; Deutsche Fassung EN ISO 6508-1:2005

DIN EN ISO 9001:2000-12, *Qualitätsmanagementsysteme — Anforderungen (ISO 9001:2000)*; Dreisprachige Fassung EN ISO 9001:2000

DIN EN ISO 9227:2006-10, *Korrosionsprüfungen in künstlichen Atmosphären — Salzsprühnebelprüfungen (ISO 9227:2006)*; Deutsche Fassung EN ISO 9227:2006

DIN ISO 2859-1:2004-01, *Annahmestichprobenprüfung anhand der Anzahl fehlerhafter Einheiten oder Fehler (Attributprüfung) — Teil 1: Nach der annehmbaren Qualitätsgrenzlage (AQL) geordnete Stichprobenpläne für die Prüfung einer Serie von Losen (ISO 2859-1:1999 einschließlich Technisches Korrigendum 1:2001)*

E DIN ISO 5855-2:2008-03, *Luft- und Raumfahrt — MJ-Gewinde — Teil 2: Grenzmaße für Schrauben und Muttern (ISO 5855-2:1999)*; Text Deutsch und Englisch

Luft- und Raumfahrt
Schrauben mit MJ-Gewinde aus hochwarmfester Nickelbasislegierung
Festigkeitsklasse 1 550 MPa
Technische Lieferbedingungen

Inhalt

Seite

1	Anwendungsbereich.....	7
2	Normative Verweisungen	7
3	Begriffe	8
4	Qualitätssicherung	9
4.1	Allgemeines	9
4.2	Bedingungen für die Qualifikationsprüfungen	10
4.3	Bedingungen für die Abnahmeprüfungen.....	10
4.4	Anwendung der statistischen Prozesslenkung (SPC)	11
5	Anforderungen	11
Anhang A (normativ) Passivierungsbehandlung.....		29
Anhang B (informativ) Querschnittsflächen und Formeln für die Zugkräfte, Zeitfestigkeitskräfte im Zugschwellbereich und Bruchbeanspruchungskräfte		30
Anhang C (informativ) Querschnittsflächen und Formeln für die Scherkräfte, zweischnittig		32

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt die Eigenschaften und Qualitätssicherungsanforderungen von Schrauben mit MJ-Gewinde aus hochwarmfester Nickelbasislegierung der Festigkeitsklasse 1 550 MPa für die Luft- und Raumfahrt fest.

Sie ist immer dann anzuwenden, wenn in einer Bauunterlage auf sie Bezug genommen wird.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden normativen Dokumente enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil dieser Internationalen Norm sind. Bei datierten Verweisungen gelten spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nicht. Anwender dieser Internationalen Norm werden jedoch gebeten, die Möglichkeit zu prüfen, die jeweils neuesten Ausgaben der nachfolgend angegebenen normativen Dokumente anzuwenden. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen normativen Dokuments. Mitglieder von IEC und ISO führen Verzeichnisse der gültigen Internationalen Normen.

ISO 2859-1:1999, *Sampling procedures for inspection by attributes — Part 1: Sampling schemes indexed by acceptable quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection*

ISO 3452:1984, *Non-destructive testing — Penetrant inspection — General principles*

ISO 4288:1996, *Geometrical Product Specifications (GPS) — Surface texture: Profile method — Rules and procedures for the assessment of surface texture*

ISO 5855-2:1999, *Aerospace — MJ threads — Part 2: Limit dimensions for bolts and nuts*

ISO 6507-1:1997, *Metallic materials — Vickers hardness test — Part 1: Test method*

ISO 6508-1:1999, *Metallic materials — Rockwell hardness test — Part 1: Test method (scales A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T)*

ISO 6892:1998, *Metallic materials — Tensile testing at ambient temperature*

ISO 7870:1993, *Control charts — General guide and introduction*

ISO 7961:1994, *Aerospace — Bolts — Test methods*

ISO 7966: 1993, *Acceptance control charts*

ISO 8258: 1991, *Shewhart control charts*

ISO 9002:1994, *Quality systems — Model for quality assurance in production, installation and servicing*

ISO 9227:1990, *Corrosion tests in artificial atmospheres — Salt spray tests*

ISO/TR 13425:1995, *Guide for the selection of statistical methods in standardization and specification*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Fertigungslos

Anzahl fertigt bearbeiteter Schrauben, die im gleichen Verfahren aus Werkstoff einer einzigen Schmelze (gleiche Wärmebehandlung der Legierung) hergestellt wurden, die die gleiche Nummer der Bauunterlage sowie die gleiche Gewinde- und Durchmesser-Kennzahl aufweisen und zusammen in gleicher, festgelegter Weise wärmebehandelt und in einem Fertigungsengang gefertigt wurden

3.2

Prüflos

Anzahl von Schrauben eines einzigen Fertigungsloses mit der gleichen Nummer der Bauunterlage

3.3

Bauunterlage

Unterlage, in der direkt oder indirekt alle Anforderungen an Schrauben festgelegt sind

ANMERKUNG Die Bauunterlage kann eine Internationale Norm, eine Werksnorm oder eine Zeichnung sein.

3.4

Riss

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

3.5

Riefe

offenliegender Oberflächenfehler

3.6

Überwalzung

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

3.7

Sprung

Fehlstelle an der Gewindespitze

3.8

Einschlüsse

nichtmetallische Teilchen aus dem Werkstoffherstellungsvorgang

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

3.9

mikrostrukturelles Scheren

V- oder U-förmiges, geriffeltes Korngefüge unmittelbar unterhalb des Gewindegrundes oder fischgratmusterförmiges, gewelltes Korngefüge innerhalb der Gewindespitze

3.10

Stichprobenanweisung

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

ANMERKUNG In dieser Internationalen Norm legt eine Stichprobenanweisung die Anzahl der zu prüfenden Schrauben in Abhängigkeit von der Losgröße und Annahmehzahl [Anzahl der annehmbaren fehlerhaften Einheiten (Ac) fest]¹⁾.

1) Ergänzende Angaben aus ISO 2859-1.

3.11**ungeschichtete Probenahme**

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

3.12**kritischer Fehler**

Fehler, von dem anzunehmen oder bekannt ist, dass er voraussichtlich für Personen, die das betreffende Erzeugnis (Schraube) benutzen, instandhalten oder auf es angewiesen sind, gefährliche oder unsichere Situationen schafft oder Fehler, von dem anzunehmen oder bekannt ist, dass er voraussichtlich die Erfüllung der Funktion einer größeren Anlage verhindert

3.13**Hauptfehler**

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

3.14**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

3.15**rückzuweisende Qualitätsgrenzlage****LQ**

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

ANMERKUNG 1 Sie ist eine für das Los charakteristische Qualitätsgrenzlage, die der Kunde bereit ist anzunehmen, wobei eine geringe Wahrscheinlichkeit besteht, dass ein Los dieser Qualität auftritt.

ANMERKUNG 2 Für die Anwendung dieser Internationalen Norm entspricht die in Tabelle 4 angegebene rückzuweisende Qualitätsgrenzlage einer Annahmewahrscheinlichkeit von 10 %.

3.16**annehbare Qualitätsgrenzlage AQL**

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

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

4 Qualitätssicherung**4.1 Allgemeines****4.1.1 Anerkennung der Hersteller**

Der Hersteller muss den in ISO 9002 festgelegten Qualitätssicherungs- und Anerkennungsverfahren genügen. Zweck dieser Verfahren ist es, sicherzustellen, dass der Hersteller über ein Qualitätssicherungssystem verfügt und in der Lage ist, regelmäßig Schrauben herzustellen, die die angegebenen Qualitätsanforderungen erfüllen.

Qualitätsbezogene Dokumente, wie in ISO 9002 festgelegt, für die nach dieser Internationalen Norm hergestellten Teile müssen mindestens 10 Jahre aufbewahrt werden.

Die Anerkennung des Herstellers wird von der Zulassungsstelle oder deren beauftragtem Stellvertreter, der der Hauptauftragnehmer sein kann, erteilt.

4.1.2 Qualifikation der Schrauben

Zweck der Prüfungen²⁾ ist der Nachweis, dass die Konstruktions- und Herstellungsbedingungen einer Schraube die Erfüllung der Anforderungen dieser Internationalen Norm ermöglichen.

Die Qualifikation der Schrauben wird von der Zulassungsstelle im Land des Käufers oder deren beauftragtem Stellvertreter, der der Hauptauftragnehmer sein kann, erteilt.

4.1.3 Annahme der Schrauben

Zweck der Prüfungen ist es, so einfach wie möglich mit einem kostengünstigen Verfahren mit der einer statistischen Probenahme eigenen Unsicherheit zu überprüfen, ob die Schrauben die Anforderungen dieser Internationalen Norm erfüllen.

Sie müssen vom Hersteller oder unter seiner Verantwortung durchgeführt werden.

Der Hersteller ist für die Qualität der hergestellten Schrauben verantwortlich.

4.2 Bedingungen für die Qualifikationsprüfungen

Falls nicht anders festgelegt, sind die Prüfungen durchzuführen an:

- jedem Schraubentyp und -durchmesser,
- 28 Schrauben, die einem einzigen Prüflos durch ungeschichtete Probenahme entnommen werden.

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

Die Prüfungen müssen für sämtliche Schrauben wiederholt werden, wenn sich die Fertigungsbedingungen verändert haben.

In Tabelle 2 ist die Zuordnung der für die Schraubenprüfung bestimmten Stichproben angegeben.

4.3 Bedingungen für die Abnahmeprüfungen

Prüfungen müssen für jedes Produktions- oder Prüflos durchgeführt werden. Schrauben aus dem Los, das einer Prüfung unterzogen werden soll, müssen mittels ungeschichteter Probenentnahme ausgewählt werden.

Jede Schraube kann mehreren Prüfungen unterzogen werden, unter der Voraussetzung, dass ihre Merkmale während dieser Prüfungen nicht verändert wurden.

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

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

2) Zwecks Vereinfachung des Textes bezieht sich der in dieser Internationalen Norm verwendete Begriff „inspections“ auch auf „inspections and tests.“

Fertigungs- oder Prüfloose, die sich bei den Abnahmeprüfungen als nicht annehmbar erwiesen haben, sind erst dann zur Wiederholungsprüfung vorzulegen, nachdem alle fehlerhaften Einheiten ausgesondert bzw. die Fehler behoben wurden. In diesem Fall ist für die Wiederholungsprüfung des (der) Attributs(e), das (die) die Zurückweisung verursacht hat (haben), der Prüfumfang zu verdoppeln, wobei die gleiche Annahmehäufigkeit fehlerhafter Einheiten zugrunde gelegt wird.

4.4 Anwendung der statistischen Prozesslenkung (SPC)

Wird ein Merkmal nach einem statistisch gelenkten Prozess erzielt, kann der Hersteller für die Konformitätserklärung für dieses Merkmal auf die in dieser Internationalen Norm vorgesehene systematische Probenahme letzter Stufe verzichten, falls er für diese Entscheidung den **formalen Nachweis** nach ISO/TR 13425 und den darin zitierten Normen erbringen kann.

Eine solche Nachweisführung enthält die folgenden Phasen:

- Analyse der Hauptmerkmale des Produktes;
- Analyse der mit jedem angewandten Prozess verbundenen Risiken;
- Bestimmung der Parameter und/oder Merkmale, die bei SPC zu beachten sind;
- Bestimmung der Prozessfähigkeit jedes Prozesses;
- Aufstellung eines Prüfplanes und dessen Eingliederung in den Fertigungsprozess;
- Aufstellung von Routen und Qualitätsregelkarten (ISO 7966, ISO 7850, ISO 8258);
- Verwendung von Qualitätsregelkarten zur Datenkonsolidierung;
- Bestimmung der durchzuführenden Qualitätsaudits und Überwachungen zur Sicherung der Zuverlässigkeit der Einheit.

Um in der Fertigung eingesetzt werden zu können, muss bzw. sollte dieser Prozess zuerst durch die für die Qualifikation zuständige Stelle für gültig erklärt werden, und zwar — je nach Fall — entweder während der Qualifikationsphase oder danach, anhand einer Auswertung der Nachweisführungsunterlagen und der Ergebnisse der Qualifikationsprüfungen nach Abschnitt 5. **Dieser SCP-Prozess gilt nicht für zerstörende Prüfungen**, mit Ausnahme der Bestimmung des Wasserstoffgehalts.

5 Anforderungen

Die Anforderungen dieser Internationalen Norm sind in Tabelle 1 angegeben und gelten für einsatzbereite Schrauben, falls nicht anders festgelegt. Die Prüftemperatur ist die Umgebungstemperatur, falls nicht anders festgelegt. Diese Anforderungen ergänzen die Anforderungen aller anderen Normen oder Spezifikationen, auf die in der Produktnorm oder der Bauunterlage Bezug genommen wird.

Tabelle 1 — Anforderungen und Prüfverfahren

Abschnitt	Merkmal	Anforderung	Prüfverfahren	Bezeichnung ^a	Prüfumfang
5.1	Werkstoff	Nach Bauunterlage	Siehe Werkstoffnorm		Wie für das Halbzeug erforderlich
5.2	Maße	Nach Bauunterlage	Übliche Messmittel	Q	20
				A	Tabellen 3 und 4
5.3	Fertigung				
5.3.1	Schmieden	Die Schraubenköpfe sind vor der Wärmebehandlung durch Warmstauchen herzustellen. Die Einrichtung muss eine angemessene und gleichmäßige Temperatur für das gesamte Fertigungslos sicherstellen.	Nach Fertigungsanweisung Die verwendete Einrichtung muss zugelassen sein.	Q	
5.3.2	Wärmebehandlung	Die gestauchten Rohlinge müssen wärmebehandelt werden, um die nach der Bauunterlage geforderten Eigenschaften zu erzielen. Die Rohlinge dürfen nicht mehr als zweimal wärmebehandelt werden	Nach Verfahrensanweisung Die verwendete Einrichtung muss zugelassen sein.	Q	
5.3.3	Entfernen von Oberflächenverunreinigung (Auflagefläche und Schaft)	Ist eine spanende Bearbeitung erforderlich, müssen die Anforderungen von 5.5.1 eingehalten werden.			
5.3.4	Ausrundung zwischen Kopf und Schaft	Der Radius der Ausrundung ist nach der Wärmebehandlung und spanenden Bearbeitung kalzuzwalzen, um alle sichtbaren Spuren der spanenden Bearbeitung zu beseitigen und eine Kaltverfestigung an der Oberfläche zu erzeugen. Die Verformung darf die in Bild 1 angegebenen Werte nicht überschreiten. Die Schraube gelten für Schrauben, ausgenommen: a) Schrauben mit Gewinde bis annähernd Kopf; b) Schrauben mit einem Nenn-durchmesser < 5 mm.	Sichtprüfung bei geeigneter 10- bis 20fachen Vergrößerung und Maßprüfung	Q	5
				A	Tabellen 3 und 4
5.3.5	Gewinde	Sie sind in einem einzigen Arbeitsgang nach vollständiger Wärmebehandlung zu walzen.	Nach Fertigungsanweisung	Q	
5.3.6	Oberflächenrauheit	Nach Bauunterlage	ISO 4288 Sichtprüfung	Q	5
				A	Tabellen 3 und 4

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Abschnitt	Merkmal	Anforderung	Prüfverfahren	Bezeichnung ^a	Prüfumfang
5.3.7	Passivierungsbehandlung	Unbeschichtete fertig bearbeitete Schrauben müssen nach Anhang A (normativ) passiviert werden Nach 2 h Salzbehandlung dürfen die Schrauben keine Anzeichen von Korrosion oder Verfärbung aufweisen	ISO 9227 Sichtprüfung	Q	5
				A	100 %
5.3.8	Oberflächen-schichtung	Nach Bauunterlage	Norm über Oberflächenbe-schichtung	Q	5
				A	Tabellen 3 und 4
5.4	Mechanische Eigenschaften				
5.4.1	Zugbean-spruchung	Siehe Tabelle 5 Die Anforderungen gelten für Schrauben, ausgenommen: a) Schrauben mit überstehendem Kopf mit einer Klemmlänge $< 2 \times$ Schaft-Nenndurchmesser; b) Senkkopfschrauben mit einer Klemmlänge $< 2,5 \times$ Schaft-Nenndurchmesser; c) Schrauben mit Gewinde bis annähernd Kopf mit einer Gesamtlänge $< 3 \times$ Schaft-Nenn-durchmesser oder Schrauben mit einer Gesamtlänge < 18 mm; d) Schrauben mit einer Gewinde-länge $< 1,5 \times$ Gewindenenn-durchmesser; e) Schrauben mit einem Nenn-durchmesser < 4 mm.	An Schrauben: ISO 7961 An Proben: ISO 6892 Die Proben müssen aus dem gleichen Werkstofflos wie die Schrauben hergestellt und mit diesen zusammen behandelt werden.		
5.4.1.1	— bei Umge-bungstem-peratur			Q	5
				A	Tabelle 6 oder 7
5.4.1.2	— bei Umge-bungstem-peratur	Nur auf den überstehenden Kopf anwendbar Prüftemperatur: 480 °C		Q	2

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Abschnitt	Merkmal	Anforderung	Prüfverfahren	Bezeichnung ^a	Prüfumfang
5.4.2	Scherfestigkeit, zweischnittig	Siehe Tabelle 5 Die Anforderungen gelten für Schrauben, ausgenommen: a) Schrauben mit überstehendem Kopf mit einer Klemmlänge $< 2 \times$ Schaft-Nenndurchmesser; b) Senkkopfschrauben mit einer Klemmlänge $< 2,5 \times$ Schaft-Nenndurchmesser; c) Schrauben mit einem Nenndurchmesser < 4 mm; d) Schrauben mit Gewinde bis annähernd Kopf.	ISO 7961	Q	5
				A	Tabelle 6 oder 7
5.4.3	Zeitfestigkeit im Zug-schwellbereich	Lebensdauer: — Mittelwert: min. 65 000 Lastspiele — Einzelwert: min. 45 000 Lastspiele max. 130 000 Lastspiele Frequenz: max. 140 Hz Kräfte: siehe Tabelle 8 Die Anforderungen gelten für Schrauben, ausgenommen: a) Schrauben mit überstehendem Kopf mit einer Klemmlänge $< 2 \times$ Schaft-Nenndurchmesser; b) Senkkopfschrauben mit einer Klemmlänge $< 2,5 \times$ Schaft-Nenndurchmesser; c) Schrauben mit einem Nenndurchmesser < 5 mm; d) Schrauben mit Hohl-schaft; e) Schrauben mit Gewinde bis annähernd Kopf.	ISO 7961	Q	5
				A	Tabelle 6
5.4.4	Härte	Vor der Aufbringung der Oberflächenbeschichtung muss die am Ende der Schraube (Gewinde-ende) ermittelte Härte folgenden Wert haben: — Rockwell: 44 HRC min. — Vickers: 434 HV 30 min.	ISO 6507-1 ISO 6508-1	Q	5
				A	Tabellen 3 und 4

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Abschnitt	Merkmal	Anforderung	Prüfverfahren	Bezeichnung ^a	Prüfumfang
5.4.5	Losdrehmoment für Innenantrieb	Der Innenantrieb der fertigbearbeiteten Schraube muss den in der Produktnorm der Bauunterlage spezifizierten Antriebsdrehmomenten standhalten. Während der Prüfung darf das Antriebsselement nicht herauspringen und der Innenantrieb keine übermäßige Verformung aufweisen.	Bei verdrehsicher montierter Schraube ist auf das Antriebsselement eine spezifizierte Endlast aufzubringen, wobei gleichzeitig das geforderte Losdrehmoment aufgebracht wird.	Q	5
5.4.6	Bruchbeanspruchung bei erhöhter Temperatur	Siehe Tabelle 5. Prüfbedingungen: 100 h bei 480 °C Die Anforderungen gelten für Schrauben, bis auf Nachstehende: a) Schrauben mit überstehendem Kopf mit Klemmlänge < 2 × Schaft-Nenndurchmesser b) Senkschrauben mit Klemmlänge < 2,5 × Schaft-Nenndurchmesser c) Schrauben mit Nenndurchmesser < 5 mm d) gebohrte Schaftschrauben; e) Schrauben mit Gewinde bis zum Kopf	ISO 7961	Q	3
5.4.7	Korrosion	Keine Korrosion oder Färbung nach 2 Stunden Exposition	ISO 9227	Q	3
				A	Tabelle 6
5.5	Metallurgische Eigenschaften				
5.5.1	Faserverlauf vom Kopf zum Schaft	Die Fließlinien müssen genau der Unterbrechungen der Fließlinien, siehe Bild 2. Bestehen Zweifel über die Annahmbarkeit, richtet sich diese nach den Ergebnissen der Annahmeprüfung der Zeitfestigkeit im Zugschwellbereich, siehe 5.4.3. Diese Prüfung ist dann auf diese Weise an den davon ausgenommenen Schraubentypen durchzuführen.	Makroskopische Untersuchung bei 10- bis 20facher Vergrößerung (siehe Bild 3), nach Ätzen in geeigneter Lösung	Q	5
				A	Tabelle 6
5.5.2	Faserverlauf im Gewinde	Er muss stetig sein und der allgemeinen Gewindekontur folgen, mit maximaler Dichte im Grund des Kernradius (siehe Bild 4).	Makroskopische Untersuchung bei 10- bis 20facher Vergrößerung (siehe Bild 3) nach Ätzen in geeigneter Lösung	Q	5
				A	Tabelle 6

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Abschnitt	Merkmal	Anforderung	Prüfverfahren	Bezeichnung ^a	Prüfumfang
5.5.3	Mikrogefüge, Überhitzung und Oberflächenverunreinigung	Es darf — keine Mikrolunker oder größere Seigerungen aufweisen; — keinen intergranularen Angriff vor oder nach der Korrosionsprüfung aufweisen (siehe 5.4.7); — keine Überhitzung aufweisen. Eine Überhitzung des Kopfes, mit Ausnahme der Auflagefläche, ist zulässig, sofern die senkrecht zur Kopffläche gemessene maximale Tiefe folgende Werte nicht überschreitet: — 1,5 mm für Durchmesser ≤ 16 mm; — 2,8 mm für Durchmesser > 16 mm. Die Oberflächenverunreinigung auf den nichttragenden Flächen des Kopfes darf bei allen Durchmessern 0,08 mm nicht überschreiten. Auf den anderen Flächen ist keine Oberflächenverunreinigung zulässig.	Mikroskopische Untersuchung bei 100facher Vergrößerung (siehe Bild 3) nach Ätzen in geeigneter Lösung	Q	5
				A	Tabelle 6
5.5.4	Fehler	Siehe Tabelle 9	Fluoreszenz-Eindringprüfung nach ISO 3452. Im Zweifelsfall sind Schrauben, bei denen Fehler vermutet werden, nach Ätzen in geeigneter Lösung einer mikroskopischen Untersuchung bei 100facher Vergrößerung (siehe Bild 3) zu unterziehen.	Q	5
				A	Eindringprüfung: Tabellen 3 und 4 Mikroskopische Untersuchung: Tabelle 6

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Abschnitt	Merkmal	Anforderung	Prüfverfahren	Bezeichnung ^a	Prüfumfang
5.6	Kennzeichnung	Nach Bauunterlage	Sichtprüfung	Q	25
				A	Tabellen 3 und 4
5.7	Lieferung				
5.7.1	Verpackung	Die Schrauben sind so zu verpacken, dass sie bei Handhabung, Transport und Lagerung nicht beschädigt werden und keine Korrosion auftritt. Jede Grundpackung darf nur Schrauben der gleichen Prüflösnummer enthalten.	Sichtprüfung	A	100 %
5.7.2	Etikettierung	Jede Grundpackung muss mit einem Etikett versehen sein, auf dem deutlich lesbar folgende Angaben aufgeführt sind: — die Bezeichnung nach Bauunterlage; — die Stückzahl; — die Prüflösnummer; — der Stempel des Prüfers.	Sichtprüfung	A	100 %
5.7.3	Konformitätsbescheinigung	Auf Wunsch des Kunden ist jeder Lieferung eine Konformitätsbescheinigung beizufügen, mit der bescheinigt wird, dass die Schrauben ausnahmslos und uneingeschränkt den Anforderungen dieser Internationalen Norm entsprechen.	Sichtprüfung	A	100 %
^a Q = Qualifikation, A = Annahme					

Tabelle 2 — Übersicht über die Qualifikationsprüfungen und Zuordnung der Schraubenproben

Art der Prüfung	Nach Ab- schnitt	Nummer der Schraubenproben																								
		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
Zerstörungsfreie Prüfungen																										
Maße	5.2						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ausrundung zwischen Kopf und Schaft	5.3.4 ^a	X	X	X	X	X																				
Oberflächenrauheit	5.3.6 ^a	X	X	X	X	X																				
Oberflächenbeschichtung	5.3.8						X	X	X	X	X															
Losdrehmoment für Innenantrieb	5.4.5																					X	X	X	X	X
Fehler: Fluoreszenz-Eindringprüfung	5.5.4 ^a	X	X	X	X	X																				
Kennzeichnung	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																										
Bei Umgebungstemperatur	5.4.1.1						X	X	X	X	X															
Bei hoher Temperatur	5.4.1.2											X	X													
Scherfestigkeit, zweiseitig	5.4.2	X	X	X	X	X																				
Zeitfestigkeit im Zugschwellbereich	5.4.3													X	X	X	X	X								
Härte	5.4.4 ^a	X	X	X	X	X																				
Bruchbeanspruchung bei hoher Temperatur	5.4.6																		X	X	X					
Korrosion	5.4.7																					X	X	X		
Faserverlauf vom Kopf zum Schaft	5.5.1	X	X	X	X	X																				
Faserverlauf im Gewinde	5.5.2	X	X	X	X	X																				
Mikrogefüge, Überhitzung und Oberflächenverunreinigungen	5.5.3	X	X	X	X	X																				
Passivierungsbehandlung	5.3.7																					X	X	X	X	X
^a Vor der Beschichtung durchzuführende Prüfungen.																										

^a Vor der Beschichtung durchzuführende Prüfungen.