

	Erdöl- und Erdgasindustrie Bohr- und Fördereinrichtungen Hebegerät (ISO 13535:2000) Deutsche Fassung EN ISO 13535:2000, (Deutscher und englischer Text)	DIN EN ISO 13535
ICS 75.180.10 Petroleum and natural gas industries – Drilling and production equipment – Hoisting equipment (ISO 13535:2000); German version EN ISO13535:2000; (German and English texts) Industries du pétrole et du gaz naturel – Équipements de forage et de production – Équipement de levage (ISO 13535:2000); Version allemande ENISO13535:2000; (Texte en allemand et anglais) Die Europäische Norm EN ISO 13535:2000 hat den Status einer Deutschen Norm. Nationales Vorwort Diese Europäische Norm wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 12 „Materialien, Ausrüstungen und Offshore-Bauwerke für die Erdöl- und Erdgasindustrie“ (Sekretariat: Frankreich) erstellt. Es handelt sich dabei um die unveränderte Übernahme von ISO 13535:2000 „Petroleum and natural gas industries – Drilling and production equipment – Hoisting equipment“, erarbeitet von ISO/TC 67 „Materials, equipment and offshore structures for petroleum and natural gas industries“, Subcommittee SC4, „Drilling and production equipment“. Für Deutschland war der Normenausschuss Erdöl- und Erdgasgewinnung (NÖG), Arbeitsausschuss NÖG4 „Bohr- und Fördereinrichtungen“, beteiligt. Für die im Abschnitt 2 zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen: ISO 11960 siehe DIN EN ISO 11960 Fortsetzung Seite 2 und 52 Seiten EN Normenausschuss Erdöl- und Erdgasgewinnung (NÖG) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.		
AVA Documents Document Sharing Hub		

Nationaler Anhang NA
(informativ)

Literaturhinweise

DINEN ISO11960, *Erdöl- und Erdgasindustrien – Stahlrohre zur Verwendung als Futter- oder Steigrohre für Bohrungen (ISO11960:1996); Deutsche Fassung ENISO 11960:1998.*

Deutsche Fassung

Erdöl- und Erdgasindustrie – Bohr- und Fördereinrichtungen –
Hebegerät (ISO 13535:2000)

Petroleum and natural gas industries – Drilling and
production equipment – Hoisting equipment
(ISO 13535:2000)

Industries du pétrole et du gaz naturel – Équipements de
forage et de production – Équipement de levage
(ISO 13535:2000)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 9. Dezember 2000 angenommen.

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

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

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.



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

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

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
Einleitung	4
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe, Definitionen und Abkürzungen	6
3.1 Begriffe und Definitionen	6
3.2 Abkürzungen	8
4 Konstruktion	8
4.1 Allgemeines	8
4.2 Konstruktionsbedingungen	8
4.3 Festigkeitsanalyse	8
4.4 Größenklasse	9
4.5 Berührungsflächenradien	9
4.6 Nennwerte	10
4.7 Konstruktionssicherheitsbeiwert	10
4.8 Scherfestigkeit	10
4.9 Sondergerät	11
4.10 Konstruktionsdokumentation	11
5 Konstruktionsabnahmeprüfung	11
5.1 Allgemeines	11
5.2 Auswahl von Prüfeinheiten	11
5.3 Prüfverfahren	11
5.4 Ermittlung der Nennlast	12
5.5 Alternatives Verfahren für die Konstruktionsabnahmeprüfung und Nennlastermittlung	12
5.6 Prüfvorrichtung für die Konstruktionsabnahmeprüfung	13
5.7 Konstruktionsänderungen	13
5.8 Protokolle	13
6 Anforderungen an Werkstoffe	13
6.1 Allgemeines	13
6.2 Schriftliche Spezifikationen	13
6.3 Mechanische Eigenschaften	14
6.4 Werkstoffeignung	15
6.5 Fertigung	16
6.6 Chemische Zusammensetzung	16
7 Schweißtechnische Anforderungen	19
7.1 Allgemeines	19
7.2 Schweißverfahrensprüfungen	19
7.3 Schriftliche Dokumentation	19
7.4 Überwachung der Schweißzusatzstoffe	19
7.5 Schweißseigenschaften	19
7.6 Wärmebehandlung nach dem Schweißen	20
7.7 Werkstattschweißungen	20
7.8 Ausbesserungsschweißen	20
8 Qualitätsüberwachung	21
8.1 Allgemeines	21
8.2 Qualifikation des Qualitätsüberwachungspersonals	21
8.3 Mess- und Prüfgerät	21
8.4 Qualitätsüberwachung bei spezifischen Bauteilen und Geräten	21
8.5 Maßhaltigkeitsprüfung	27
8.6 Prüflastprüfung	27
8.7 Wasserdrukprüfung	27
8.8 Funktionsprüfung	28

Contents

	Page
Foreword	4
Introduction	4
1 Scope	4
2 Normative references	5
3 Terms, definitions and abbreviated terms	6
3.1 Terms and definitions	6
3.2 Abbreviated terms	8
4 Design	8
4.1 General	8
4.2 Design conditions	8
4.3 Strength analysis	8
4.4 Size class	9
4.5 Contact surface radii	9
4.6 Rating	10
4.7 Design safety factor	10
4.8 Shear strength	10
4.9 Specific equipment	11
4.10 Design documentation	11
5 Design verification test	11
5.1 General	11
5.2 Sampling of test units	11
5.3 Test procedures	11
5.4 Determination of load rating	12
5.5 Alternative design verification test procedure and rating	12
5.6 Design verification test apparatus	13
5.7 Design changes	13
5.8 Records	13
6 Materials requirements	13
6.1 General	13
6.2 Written specifications	13
6.3 Mechanical properties	14
6.4 Material qualification	15
6.5 Manufacture	16
6.6 Chemical composition	16
7 Welding requirements	19
7.1 General	19
7.2 Welding qualifications	19
7.3 Written documentation	19
7.4 Control of consumables	19
7.5 Weld properties	19
7.6 Post-weld heat-treatment	20
7.7 Fabrication welds	20
7.8 Repair welds	20
8 Quality control	21
8.1 General	21
8.2 Quality control personnel qualifications	21
8.3 Measuring and test equipment	21
8.4 Quality control for specific equipment and components	21
8.5 Dimensional verification	27
8.6 Proof load test	27
8.7 Hydrostatic testing	27
8.8 Functional testing	28

	Seite		Page
9 Hebegerät	28	9 Equipment	28
9.1 Allgemeines	28	9.1 General	28
9.2 Seilscheiben	28	9.2 Hoisting sheaves	28
9.3 Flaschenzugblöcke	29	9.3 Travelling blocks	29
9.4 Block/Haken-Passstücke	30	9.4 Block-to-hook adapters	30
9.5 Verbindungsstücke, Bügelpassstücke und Bohrgestängeelevators-Passstücke	30	9.5 Connectors, link-adapters and drill-pipe elevator-adapters	30
9.6 Bohrhaken	30	9.6 Drilling hooks	30
9.7 Elevatorbügel	30	9.7 Elevator links	30
9.8 Elevatoren	30	9.8 Elevators	30
9.9 Spülköpfe	34	9.9 Rotary swivels	34
9.10 Kraftspülköpfe	42	9.10 Power swivels	42
9.11 Kellyverschraubvorrichtungen	42	9.11 Power subs	42
9.12 Totseilanker	43	9.12 Wireline anchors	43
9.13 Bohrstrang-Bewegungsausgleichsvorrichtungen	43	9.13 Drill-string motion compensators	43
9.14 Druckbehälter und Rohrleitungen	43	9.14 Pressure vessels and piping	43
9.15 Wälzlager	43	9.15 Anti-friction bearings	43
9.16 Sicherheitsklemmen (wenn zur Verwendung als Hebegerät geeignet)	43	9.16 Safety clamps when capable of being used as hoisting equipment	43
10 Kennzeichnung	44	10 Marking	44
10.1 Produktkennzeichnung	44	10.1 Product marking	44
10.2 Kennzeichnung mit Nennwerten	44	10.2 Rating marking	44
10.3 Kennzeichnung von zusammengesetztem Gerät	44	10.3 Composite equipment marking	44
10.4 Rückverfolgbarkeit von Bauteilen	44	10.4 Component traceability	44
10.5 Kennzeichnung mit Seriennummer	44	10.5 Serialization	44
10.6 Kennzeichnungsverfahren	44	10.6 Marking method	44
11 Dokumentation	44	11 Documentation	44
11.1 Allgemeines	44	11.1 General	44
11.2 Vom Hersteller zu führende Dokumentation	45	11.2 Documentation to be kept by the manufacturer	45
11.3 Mit dem Gerät mitzuliefernde Dokumentation	45	11.3 Documentation to be delivered with the equipment	45
Anhang A (normativ) Zusätzliche Anforderungen	46	AnnexA (normative) Supplementary requirements	46
A.1 Allgemeines	46	A.1 General	46
A.2 SR 1 Prüflastprüfung	46	A.2 SR 1 Proof load test	46
A.3 SR 2 Prüfung für niedrige Temperaturen	46	A.3 SR 2 Low temperature test	46
A.4 SR 3 Datenbuch	46	A.4 SR 3 Data book	46
A.5 SR 4 Zusätzliche volumetrische Prüfung von Gussteilen	47	A.5 SR 4 Additional volumetric examination of castings	47
A.6 SR 5 Volumetrische Prüfung von Schmiedewerkstoffen	47	A.6 SR 5 Volumetric examination of wrought material	47
Anhang B (normativ) Führungswagen	48	AnnexB (normative) Guide dollies	48
B.1 Allgemeines	48	B.1 General	48
B.2 Hauptlastzustände und zugehörige Sicherheitsbeiwerte	48	B.2 Principal loading conditions and corresponding safety factors	48
B.3 Belastungen und Lastkonstellationen	48	B.3 Loads and load combinations	48
B.4 Dauerfestigkeit	49	B.4 Fatigue considerations	49
B.5 Besondere Sicherheitsvorkehrungen	50	B.5 Special safety precautions	50
Anhang C (informativ) Anleitung für die Eignung von Wärmebehandlungsöfen	50	Annex C (informative) Guidance for qualification of heat-treatment equipment	50
C.1 Temperaturtoleranz	50	C.1 Temperature tolerance	50
C.2 Kalibrierung von Öfen	50	C.2 Furnace calibration	50
C.3 Messinstrumente	51	C.3 Instruments	51
Literaturhinweise	52	Bibliography	52

Vorwort

Dieses Dokument wurde vom ISO/TC 67 „*Werkstoffe, Einrichtung und Offshore-Konstruktionen für die Erdöl- und Erdgasindustrie*“, Unterkomitee SC 4 „*Bohr- und Förder-einrichtungen*“ erarbeitet und wurde vom CEN/TC 12 „*Materialien, Ausrüstungen und Offshore-Bauwerke für die Erdöl- und Erdgasindustrie*“ übernommen.

Dieses Europäische Dokument muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Juni 2001, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juni 2001 zurückgezogen werden.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen:

Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, die Tschechische Republik und das Vereinigte Königreich.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm ISO 13535:2000 wurde vom CEN als Europäische Norm ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Einleitung

Dieser Internationalen Norm liegt die API Spec 8C [2] 3. Ausgabe vom Dezember 1997 zugrunde.

Die Anwender dieser Internationalen Norm sollten sich bewusst sein, dass für einzelne Anwendungen weiter gehende oder differenziertere Anforderungen erforderlich sein können.

Diese Internationale Norm beabsichtigt nicht, einen Anbieter vom Angebot, oder einen Abnehmer von der Annahme alternativer Einrichtung oder technischer Lösungen für die einzelne Anwendung abzuhalten. Das kann besonders dann gelten, wenn es sich um eine innovative oder sich entwickelnde Technik handelt. Falls eine Alternative angeboten wird, sollte der Anbieter auf Abweichungen von diesem Internationalen Standard hinweisen und Einzelheiten darstellen.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm enthält Anforderungen für die Konstruktion, Fertigung und Prüfung von Hebegerät, das sich für den Einsatz bei Bohr- und Förderarbeiten eignet.

Diese Norm behandelt das nachstehende Hebegerät für Bohr- und Fördereinrichtungen:

- a) Seilscheiben;
- b) Flaschenzugblöcke und Hakenblöcke;
- c) Block/Haken-Passstücke;
- d) Verbindungsstücke und Bügelpassstücke;
- e) Bohrhaken;
- f) Steigrohr- und Pumpgestängehaken;
- g) Elevatorbügel;
- h) Futterrohr-, Steigrohr-, Bohrgestänge- und Schwergestängeelevatoren;
- i) Pumpgestängeelevatoren;
- j) Spülkopfbügel-Passstücke;

Foreword

ISO (the International Organization for Standardization) is a worldwide federation of national standards bodies (ISO member bodies). The work of preparing International Standards is normally carried out through ISO technical committees. Each member body interested in a subject for which a technical committee has been established has the right to be represented on that committee. International organizations, governmental and non-governmental, in liaison with ISO, also take part in the work. ISO collaborates closely with the International Electrotechnical Commission (IEC) on all matters of electrotechnical standardization.

International Standards are drafted in accordance with the rules given in the ISO/IEC Directives, Part 3.

Draft International Standards adopted by the technical committees are circulated to the member bodies for voting. Publication as an International Standard requires approval by at least 75% of the member bodies casting a vote.

Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. ISO shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard ISO 13535 was prepared by Technical Committee ISO/TC 67, *Materials, equipment and offshore structures for petroleum and natural gas industries*, Subcommittee SC 4, *Drilling and production equipment*.

Annexes A and B form a normative part of this International Standard. Annex C is for information only.

Introduction

This International Standard is based upon API Spec 8C [2], 3rd edition, December 1997.

Users of this International Standard should be aware that further or differing requirements may be needed for individual applications.

This International Standard is not intended to inhibit a vendor from offering, or the purchaser from accepting, alternative equipment or engineering solutions for the individual application. This may be particularly applicable where there is innovative or developing technology. Where an alternative is offered, the vendor should identify any variations from this International Standard and provide details.

1 Scope

This International Standard provides requirements for the design, manufacture and testing of hoisting equipment suitable for use in drilling and production operations.

This International Standard is applicable to the following drilling and production hoisting equipment:

- a) hoisting sheaves;
- b) travelling blocks and hook blocks;
- c) block-to-hook adapters;
- d) connectors and link adapters;
- e) drilling hooks;
- f) tubing hooks and sucker-rod hooks;
- g) elevator links;
- h) casing elevators, tubing elevators, drill-pipe elevators and drill-collar elevators;
- i) sucker-rod elevators;
- j) rotary swivel-bail adapters;

- k) Spülköpfe;
- l) Kraftspülköpfe;
- m) Kellyverschraubvorrichtungen;
- n) Keiltöpfe, wenn zum Einsatz als Elevatoren geeignet;
- o) Totseilanker;
- p) Bohrstrang-Bewegungsausgleichsvorrichtungen;
- q) Kellyverschraubvorrichtungen, wenn zum Einsatz als Hebegerät geeignet;
- r) Druckbehälter und am Hebegerät befestigte Rohrleitungen;
- s) Sicherheitsklemmen, wenn zum Einsatz als Hebegerät geeignet;
- t) Führungswagen (Anhang B).

Diese Internationale Norm enthält Anforderungen für zwei Produktspezifikationsstufen (PSL). Die beiden Bezeichnungen der Produktspezifikationsstufen legen unterschiedliche Stufen technischer Anforderungen fest. Alle Anforderungen der Abschnitte 4 bis 11 gelten für Produktspezifikationsstufe 1, sofern sie nicht besonders für die Produktspezifikationsstufe 2 ausgewiesen sind. Produktspezifikationsstufe 2 schließt alle Anforderungen von Produktspezifikationsstufe 1 sowie zusätzliche in der vorliegenden Norm aufgeführte Verfahren ein.

Zusätzliche Anforderungen gelten nur, wenn dies besonders angegeben ist. Anhang A enthält eine Anzahl standardisierter zusätzlicher Anforderungen.

2 Normative Verweisungen

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

EN 287 (alle Teile), *Prüfung von Schweißern – Schmelzschweißen*.

EN 288 (alle Teile), *Anforderungen und Anerkennung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe*.

ISO 10422, *Petroleum and natural gas industries – Threading, gauging and thread inspection of casing, tubing and line pipe threads – Specifications*.

ISO 11960, *Petroleum and natural gas industries – Steel pipes for use as casing or tubing for wells*.

API¹⁾ RP9B, *Application, Care, and Use of Wire Rope for Oil Field Service*.

API Spec 7, *Rotary Drill Stem Elements*.

ASME²⁾ B31.3, *Chemical Plant and Petroleum Refinery Piping*.

ASME V BPVCSection5, 1998, *Non-destructive Examination*.

ASMEVIII, DIV1, *Rules for Construction of Pressure Vessels*.

ASMEIX, *Welding and Brazing specification*.

ASTM³⁾ A 370, *Standard Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products*.

- k) rotary swivels;
- l) power swivels;
- m) power subs;
- n) spiders, if capable of being used as elevators;
- o) wire-line anchors;
- p) drill-string motion compensators;
- q) kelly spinners, if capable of being used as hoisting equipment;
- r) pressure vessels and piping mounted onto hoisting equipment;
- s) safety clamps, if capable of being used as hoisting equipment;
- t) guide dollies (annex B).

This International Standard establishes requirements for two product specification levels (PSLs). These two PSL designations define different levels of technical requirements. All the requirements of clause 4 through clause 11 are applicable to PSL 1 unless specifically identified as PSL 2. PSL 2 includes all the requirements of PSL 1 plus the additional practices as stated herein.

Supplementary requirements apply only when specified. Annex A gives a number of standardized supplementary requirements.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of ISO and IEC maintain registers of currently valid International Standards.

EN 287 (all parts), *Approval testing of welders – Fusion welding*.

EN 288 (all parts), *Specification and qualification of welding procedures for metallic materials*.

ISO 10422, *Petroleum and natural gas industries – Threading, gauging and thread inspection of casing, tubing and line pipe threads – Specifications*.

ISO 11960, *Petroleum and natural gas industries – Steel pipes for use as casing or tubing for wells*.

API¹⁾ RP9B, *Application, Care, and Use of Wire Rope for Oil Field Service*.

APISpec7, *Rotary Drill Stem Elements*.

ASME²⁾ B31.3, *Chemical Plant and Petroleum Refinery Piping*.

ASMEVBPVCSection5, 1998, *Non-destructive Examination*.

ASMEVIII, DIV 1, *Rules for Construction of Pressure Vessels*.

ASMEIX, *Welding and Brazing specification*.

ASTM³⁾ A370, *Standard Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products*.

1) American Petroleum Institute; 1220 L St N.W.; Washington DC, 20005; USA.

2) American Society of Mechanical Engineers; 345 East 47th Street; New York, NY 10017; USA.

3) American Society for Testing and Materials; 100 Barr Harbor Drive; West Conshohocken, PA 19428; USA.

1) American Petroleum Institute; 1220 L St N.W.; Washington DC, 20005; USA.

2) American Society of Mechanical Engineers; 345 East 47th Street; New York, NY 10017; USA.

3) American Society for Testing and Materials; 100 Barr Harbor Drive; West Conshohocken, PA 19428; USA.

ASTM A 388, *Standard Practice for Ultrasonic Examination of Heavy Steel Forgings.*

ASTM A 488, *Standard Practice for Steel Castings, Welding, Qualifications of Procedures and Personnel.*

ASTM A 770, *Standard Specification for Through-Thickness Tension Testing of Steel Plates for Special Applications.*

ASTM E 4, *Load Verification of Testing Machines.*

ASTM E 125, *Standard Reference Photographs for Magnetic Particle Indications on Ferrous Castings.*

ASTM E 165, *Standard Test Method for Liquid Penetrant Examination.*

ASTM E 186, *Standard Reference Radiographs for Heavy-Walled (2 to 4 1/2-in. (51 to 114-mm)) Steel Castings.*

ASTM E 280, *Standard Reference Radiographs for Heavy-Walled (4 1/2 to 12-in. (114 to 305-mm)) Steel Castings.*

ASTM E 428, *Standard Practice for Fabrication and Control of Steel Reference Blocks Used in Ultrasonic Inspection.*

ASTM E 446, *Standard Reference Radiographs for Steel Castings Up to 2 in. (51 mm) in Thickness.*

ASTM E 709, *Standard Guide for Magnetic Particle Examination.*

ASNT-TC-IA⁴⁾, *Recommended practice for personnel qualification and certification in non-destructive testing.*

AWSD1.1, *Structural welding code.*

AWSQC1, *Standard for AWS Certification of Welding Inspectors.*

MSS⁵⁾ SP-55, *Quality standard for steel castings for valves, flanges and fittings and other piping components – Visual method for evaluation of surface irregularities.*

ASTM A 388, *Standard Practice for Ultrasonic Examination of Heavy Steel Forgings.*

ASTM A 488, *Standard Practice for Steel Castings, Welding, Qualifications of Procedures and Personnel.*

ASTM A 770, *Standard Specification for Through-Thickness Tension Testing of Steel Plates for Special Applications.*

ASTM E 4, *Load Verification of Testing Machines.*

ASTM E 125, *Standard Reference Photographs for Magnetic Particle Indications on Ferrous Castings.*

ASTM E 165, *Standard Test Method for Liquid Penetrant Examination.*

ASTM E 186, *Standard Reference Radiographs for Heavy-Walled (2 to 4 1/2-in. (51 to 114-mm)) Steel Castings.*

ASTM E 280, *Standard Reference Radiographs for Heavy-Walled (4 1/2 to 12-in. (114 to 305-mm)) Steel Castings.*

ASTM E 428, *Standard Practice for Fabrication and Control of Steel Reference Blocks Used in Ultrasonic Inspection.*

ASTM E 446, *Standard Reference Radiographs for Steel Castings Up to 2 in. (51 mm) in Thickness.*

ASTM E 709, *Standard Guide for Magnetic Particle Examination.*

ASNT-TC-IA⁴⁾, *Recommended practice for personnel qualification and certification in non-destructive testing.*

AWS D1.1, *Structural welding code.*

AWS QC1, *Standard for AWS Certification of Welding Inspectors.*

MSS⁵⁾ SP-55, *Quality standard for steel castings for valves, flanges and fittings and other piping components – Visual method for evaluation of surface irregularities.*

3 Begriffe, Definitionen und Abkürzungen

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die folgenden Begriffe, Definitionen und Abkürzungen.

3.1 Begriffe und Definitionen

3.1.1 Tragzahl

berechnete größte Last für der Primärlast ausgesetzte Lager

3.1.2 Auslegungslast

Summe aus statischer und die dynamischer Last, die die höchstzulässige Spannung des Teils bewirken würden

3.1.3 Konstruktionssicherheitsbeiwert

Sicherheitsbeiwert zur Berücksichtigung einer gewissen Sicherheitsspanne zwischen der höchstzulässigen Spannung und der angegebenen Mindeststreckgrenze des verwendeten Werkstoffs

3.1.4 Konstruktionsabnahmeprüfung

Prüfung zur Bewertung der Übereinstimmung der bei der Konstruktion verwendeten Berechnungen

3 Terms, definitions and abbreviated terms

For the purposes of this International Standard, the following terms, definitions and abbreviated terms apply.

3.1 Terms and definitions

3.1.1 bearing-load rating

calculated maximum load for bearings subjected to the primary load

3.1.2 design load

sum of static and dynamic loads that would induce the maximum allowable stress in an item

3.1.3 design safety factor

factor to account for a certain safety margin between the maximum allowable stress and the specified minimum yield strength of a material

3.1.4 design verification test

test performed to validate the integrity of the design calculations used

4) American Society for Nondestructive Testing; 4153 Arlingate Plaza; Box 28518; Columbus, OH 43228; USA.

5) Manufacturers' Standardization Society of the Valve and Fittings Industry; 127 Park Street NE; Vienna, VA 22180; USA.

4) American Society for Nondestructive Testing; 4153 Arlingate Plaza; Box 28518; Columbus, OH 43228; USA.

5) Manufacturers' Standardization Society of the Valve and Fittings Industry; 127 Park Street NE; Vienna, VA 22180; USA.

3.1.5 dynamische Last

durch Beschleunigungswirkungen auf das Gerät einwirkende Last

3.1.6 Äquivalentdurchmesser

Normwert für den Vergleich verschieden geformter Querschnitte mit Rundstahl durch Bestimmung der Reaktion auf Härtingsmerkmale bei der Wärmebehandlung niedriglegierter und martensitischer korrosionsbeständiger Stähle

3.1.7 Linearanzeige

Anzeige bei zerstörungsfreier Prüfung, für eine Länge, die mindestens 3-mal der Breite entspricht

3.1.8 Nennlast

maximale Betriebslast, sowohl statisch als auch dynamisch, die auf die Einrichtung einwirkt

ANMERKUNG Die Tragzahl entspricht zahlenmäßig der Auslegungslast.

3.1.9 höchstzulässige Spannung

angegebene Mindeststreckgrenze, geteilt durch den Konstruktionssicherheitsbeiwert

3.1.10 Primärlast

beim Betrieb auf die Einrichtung einwirkende axiale Last

3.1.11 Primärlast-Tragelemente

Element der Einrichtung, welches die Primärlast trägt

3.1.12 Produktspezifikationsstufe

Stufe der Werkstoff- und Fertigungsprüfungen, die für die Primärlast-Tragelemente der Einrichtung gilt

ANMERKUNG Die zwei Produktspezifikationsstufen sind durch die Bezeichnungen PSL 1 und PSL 2 gekennzeichnet.

3.1.13 Prüflastprüfung

Nennlastungsprüfung, die zur Bewertung der Nennlast der Einheit durchgeführt wird

3.1.14 Ausbesserung

Beseitigung von Fehlern und die Ausbesserung des Bauteils oder der Baugruppe durch Schweißen während des Fertigungsprozesses einer neuen Einrichtung

ANMERKUNG Der Begriff „Ausbesserung“ in Sinne der vorliegenden Norm gilt nur für die Ausbesserung von Materialfehlern während der Fertigung der neuen Einrichtung.

3.1.15 Rundanzeige

Anzeige bei zerstörungsfreier Prüfung, mit kreisförmigen oder elliptischem Profil, für eine Länge, die mindestens 3-mal der Breite entspricht

3.1.16 zulässige Betriebslast

Auslegungslast minus dynamischer Last

3.1.17 Größenklasse

Bezeichnung, durch die eine abmessungsbezogen austauschbare Einrichtung der gleichen größten Nennlast gekennzeichnet ist

3.1.5 dynamic load

load applied to the equipment due to acceleration effects

3.1.6 equivalent-round

standard for comparing various shaped sections to round bars, used for determining the response to hardening characteristics when heat-treating low-alloy and martensitic corrosion-resistant steels

3.1.7 linear indication

indication revealed by NDE, having a length of at least three times the width

3.1.8 load rating

maximum operating load, both static and dynamic, to be applied to the equipment

NOTE The load rating is numerically equivalent to the design load.

3.1.9 maximum allowable stress

specified minimum yield strength divided by the design safety factor

3.1.10 primary load

axial load which equipment is subjected to in operations

3.1.11 primary-load-carrying component

component of the equipment through which the primary load is carried

3.1.12 product specification level

degree of controls applied on materials and processes for the primary-load-carrying components of the equipment

NOTE The two product specification levels are identified by the code PSL 1 or PSL 2.

3.1.13 proof load test

production load test performed to validate the load rating of a unit

3.1.14 repair

removal of defects from, and refurbishment of, a component or assembly by welding, during the manufacture of new equipment

NOTE The term "repair", as referred to in this International Standard, applies only to the repair of defects in materials during the manufacture of new equipment.

3.1.15 rounded indication

indication revealed by NDE, with a circular shape or with an elliptical shape having a length of less than three times the width

3.1.16 safe working load

the design load minus the dynamic load

3.1.17 size class

designation by which dimensionally-interchangeable equipment of the same maximum load rating is identified

3.1.18**Sonderverfahren**

Maßnahme, die die mechanischen Eigenschaften (einschließlich der Zähigkeit) der bei der Einrichtung verwendeten Werkstoffe verändern oder beeinflussen kann

3.1.19**Prüfeinheit**

Prototypmuster, mit dem eine Konstruktionsverifikationsprüfung durchgeführt wird

3.2 Abkürzungen

ER	Äquivalentdurchmesser
HAZ	Wärmeeinflusszone
PSL	Produktspezifikationsstufe
NDE	Zerstörungsfreie Prüfung
PLC	Hauptlastzustände
PWHT	Wärmebehandlung nach dem Schweißen

4 Konstruktion**4.1 Allgemeines**

Ein Hebegerät muss so konstruiert, hergestellt und geprüft werden, dass es in jeder Beziehung für den vorgesehenen Zweck geeignet ist. Das Gerät muss die Last, für die es vorgesehen ist, sicher übertragen. Das Gerät muss für einen einfachen und sicheren Betrieb geplant sein. Führungswagen müssen nach Anhang B konstruiert sein.

4.2 Konstruktionsbedingungen

Es gelten die folgenden Konstruktionsbedingungen:

- Der Bediener des Geräts ist bei jeder Hebearbeit für die Ermittlung der sicheren Arbeitslast verantwortlich;
- Die geringste Auslegungs- und Betriebstemperatur beträgt -20°C , sofern nicht die zusätzliche Anforderung SR 2 angewendet wurde (siehe A.3).

ACHTUNG – Das Gerät sollte nicht mit voller Nennlast bei Temperaturen unter -20°C eingesetzt werden, es sei denn, dass geeignete Werkstoffe mit den erforderlichen Zähigkeitseigenschaften bei niedrigeren Auslegungstemperaturen verwendet wurden (siehe A.3).

4.3 Festigkeitsanalyse**4.3.1 Allgemeines**

Im Rahmen der Konstruktionsanalyse des Geräts müssen übermäßiges Fließen, Ermüden und Knicken als mögliche Ausfallarten untersucht werden.

Die Festigkeitsanalyse muss im Allgemeinen auf der Grundlage der Elastizitätstheorie erfolgen. Eine (plastische) Bruchfestigkeitsanalyse kann jedoch herangezogen werden, wo dies angemessen ist. Eine Finite-Elemente-Analyse kann ebenfalls in Verbindung mit analytischen Verfahren verwendet werden.

Alle möglicherweise die Konstruktion bestimmenden Kräfte sind zu berücksichtigen. Für jeden zu untersuchenden Querschnitt ist die ungünstigste Kombination, Lage und Richtung der Kräfte zu wählen.

4.3.2 Vereinfachende Annahmen

Vereinfachende Annahmen in Bezug auf die Spannungsverteilung und Spannungskonzentration können verwendet werden, falls die Annahmen in Übereinstimmung mit allgemein anerkannten Praktiken bzw. mit hinreichend umfassenden Erfahrungen oder Prüfungen erfolgen.

4.3.3 Empirische Beziehungen

Die Verwendung empirischer Beziehungen anstelle von Analysen ist zulässig, falls diese Beziehungen mit

3.1.18**special process**

operation which may change or affect the mechanical properties, including toughness, of the materials used in the equipment

3.1.19**test unit**

prototype unit upon which a design verification test is conducted

3.2 Abbreviated terms

ER	equivalent-round
HAZ	heat-affected zone
PSL	product specification level
NDE	non-destructive examination
PLC	principal loading condition
PWHT	post-weld heat-treatment

4 Design**4.1 General**

Hoisting equipment shall be designed, manufactured and tested so that it is in every respect fit for its intended purpose. The equipment shall safely transfer the load for which it is intended. The equipment shall be designed for simple and safe operation. Guide dollies shall be designed in accordance with annex B.

4.2 Design conditions

The following design conditions shall apply:

- the operator of the equipment shall be responsible for determination of the safe working load for any hoisting operation;
- the minimum design and operating temperature shall be -20°C , unless supplementary requirement SR 2 has been applied (see A.3).

CAUTION – The equipment should not be used at the full load rating at temperatures below -20°C unless appropriate materials with the required toughness properties at lower design temperatures have been used (see A.3).

4.3 Strength analysis**4.3.1 General**

The equipment design analysis shall address excessive yielding, fatigue and buckling as possible modes of failure. The strength analysis shall be generally based on the elastic theory. An ultimate strength (plastic) analysis may, however, be used where appropriate. Finite-element mesh analysis, in conjunction with analytical methods, may be used.

All forces that may govern the design shall be taken into account. For each cross-section to be considered, the most unfavourable combination, position and direction of forces shall be used.

4.3.2 Simplified assumptions

Simplified assumptions regarding stress distribution and stress concentration may be used, provided that the assumptions are made in accordance with generally accepted practice or based on sufficiently comprehensive experience or tests.

4.3.3 Empirical relationships

Empirical relationships may be used in lieu of analysis, provided such relationships are supported by documented

Dehnungsmessstreifenprüfungen zur Überprüfung der Spannungen innerhalb des Teils bewiesen sind. Geräte oder Bauteile, die konstruktionsbedingt keine Anbringung von Dehnungsmessstreifen zur Überprüfung der Konstruktion ermöglichen, sind durch Prüfungen nach 5.5 zu qualifizieren.

4.3.4 Vergleichsspannung

Die Festigkeitsanalyse ist auf der Grundlage der Elastizitätstheorie durchzuführen. Die von der Auslegungslast bewirkte Nennvergleichsspannung gemäß der Theorie von Von Mises-Hencky darf die nach Gleichung (1) berechnete höchstzulässige Spannung $AS_{\max}$ nicht überschreiten.

$$AS_{\max} = \frac{YS_{\min}}{SF_D} \quad (1)$$

Dabei sind:

$YS_{\min}$ die festgelegte Mindeststreckgrenze;
 SF_D der Konstruktionssicherheitsbeiwert.

4.3.5 Bruchfestigkeitsanalyse (plastisch)

Unter einer der nachstehenden Bedingungen kann eine (plastische) Bruchfestigkeitsanalyse durchgeführt werden:

- bei Auflageflächen;
- bei Flächen mit durch die Geometrie des Teils bedingten stark örtlich begrenzten Spannungskonzentrationen und bei anderen Flächen mit hohen Spannungsgradienten, bei denen die mittlere Spannung im Querschnitt kleiner oder gleich der höchstzulässigen Spannung gemäß Festlegung in 4.3.3 ist.

Bei derartigen Flächen gilt die elastische Analyse für alle Spannungswerte unterhalb der mittleren Spannung.

Im Fall der plastischen Analyse darf die Vergleichsspannung gemäß Festlegung in 4.3.3 die nach Gleichung (2) berechnete höchstzulässige Spannung $AS_{\max}$ nicht überschreiten.

$$AS_{\max} = \frac{TS_{\min}}{SF_D} \quad (2)$$

Dabei sind:

$TS_{\min}$ die festgelegte minimale Zugfestigkeit;
 SF_D der Konstruktionssicherheitsbeiwert.

4.3.6 Stabilitätsanalyse

Die Stabilitätsanalyse ist in Übereinstimmung mit allgemein anerkannten Knicktheorien durchzuführen.

4.3.7 Ermüdungsanalyse

Die Ermüdungsanalyse ist, sofern nicht anders vereinbart, über eine Zeitspanne von nicht weniger als 20 Jahren durchzuführen.

Die Ermüdungsanalyse ist gemäß allgemein anerkannten Theorien durchzuführen. Ein hierbei gegebenenfalls anzuwendendes Verfahren ist unter Literaturhinweise [3] festgelegt.

4.4 Größenklasse

Die Größenklassenbezeichnung muss die abmessungsbezogene Austauschbarkeit und die Nennlast des Geräts angeben.

4.5 Berührungsflächenradien

Die Bilder 7, 8 und 9 und die Tabelle 6 zeigen die Berührungsflächenradien für Hebezeuge. Diese Berührungsradien gelten für Hebezeuge, die für Futterrohrhaken (einschließlich Steigrohrhaken) verwendet werden, aber alle anderen Anschlagmittel sind ausgeschlossen.

strain gauge test results that verify the stresses within the component. Equipment or components which, by their design, do not permit the attachment of strain gauges to verify the design shall be qualified by testing in accordance with 5.5.

4.3.4 Equivalent stress

The strength analysis shall be based on elastic theory. The nominal equivalent stress, according to the Von Mises-Hencky theory, caused by the design load shall not exceed the maximum allowable stress $AS_{\max}$ as calculated by equation (1).

$$AS_{\max} = \frac{YS_{\min}}{SF_D} \quad (1)$$

where

$YS_{\min}$ is the specified minimum yield strength;
 SF_D is the design safety factor.

4.3.5 Ultimate strength (plastic) analysis

An ultimate strength (plastic) analysis may be performed under any one of the following conditions:

- for contact areas;
- for areas of highly localized stress concentrations caused by part geometry, and other areas of high stress gradients where the average stress in the section is less than or equal to the maximum allowable stress as defined in 4.3.4.

In such areas, the elastic analysis shall govern for all values of stress below the average stress.

In the case of plastic analysis, the equivalent stress as defined in 4.3.4 shall not exceed the maximum allowable stress $AS_{\max}$ as calculated by equation (2).

$$AS_{\max} = \frac{TS_{\min}}{SF_D} \quad (2)$$

where

$TS_{\min}$ is the specified minimum ultimate tensile strength;
 SF_D is the design safety factor.

4.3.6 Stability analysis

The stability analysis shall be carried out according to generally accepted theories of buckling.

4.3.7 Fatigue analysis

The fatigue analysis shall be based on a period of time of not less than 20 years, unless otherwise agreed.

The fatigue analysis shall be carried out according to generally accepted theories. A method that may be used is defined in reference [3].

4.4 Size class

The size class shall represent the dimensional interchangeability and the load rating of equipment.

4.5 Contact surface radii

Figure 7, Figure 8, Figure 9 and Table 6 show radii of hoisting-tool contact surfaces. These contact radii are applicable to hoisting tools used in drilling (including tubing hooks), but all other work-over tools are excluded.

4.6 Nennwerte

Die Nennwerte aller gemäß dieser Internationalen Norm gelieferten Hebegeräte sind wie hier aufgeführt festzusetzen. Derart festgesetzte Nennwerte müssen bei allen Geräten die Nennlast und bei Gerät mit Lagern im Primärlastweg die Tragzahl umfassen.

Die Tragzahl ist hauptsächlich dazu gedacht, konsistente Kennwerte zu erhalten; sie dient aber auch dazu, eine angemessene Betriebslebensdauer von Lagern zu gewährleisten, wenn diese bei innerhalb der Nennlast liegenden Lasten betrieben werden.

Der Nennlast ist der Konstruktionssicherheitsbeiwert gemäß Festlegung in 4.7, die festgelegte Mindeststreckgrenze des bei den Primärlast-Tragelementen verwendeten Werkstoffs und die durch Konstruktionsberechnungen und/oder in einer Konstruktionsabnahmeprüfung nach 5.5 ermittelte Spannungsverteilung zugrunde zu legen.

Die Nennlast muss auf dem Gerät angegeben sein (siehe Abschnitt 10).

4.7 Konstruktionssicherheitsbeiwert

Der Konstruktionssicherheitsbeiwert ist wie folgt nach Tabelle 1 festzulegen.

4.6 Rating

All hoisting equipment furnished under this International Standard shall be rated as specified herein.

Such ratings shall consist of a load rating for all equipment and a bearing-load rating for all equipment containing bearings within the primary load path.

The bearing-load rating is intended primarily to achieve consistency of ratings, but is also intended to provide a reasonable service life for bearings when used at loads within the equipment-load rating.

The load rating shall be based on the design safety factor as specified in 4.7, the specified minimum yield strength of the material used in the primary-load-carrying components and the stress distribution as determined by design calculations and/or data developed in a design verification load test as specified in 5.5.

The load rating shall be marked on the equipment (refer to clause 10).

4.7 Design safety factor

The design safety factor shall be established from Table 1 as follows.

Tabelle 1 – Konstruktionssicherheitsbeiwert

Nennlast R kN (Tonnen)	Konstruktionssicherheitsbeiwert SF_D
1334 kN (150 short tons) und weniger	3,00
1334 kN (150 short tons) bis einschließlich 4448 kN (150 short tons)	$3,00 - [0,75 \times (R - 1334)/3\ 114]^a$
4448 kN (500 short tons)	2,25
^a In dieser Formel muss der Wert von R in Kilonewton angegeben werden.	

Table 1 – Design safety factor

Load rating R kN (ton)	Design safety factor SF_D
1334 kN (150 short tons) and less	3,00
1334 kN (150 short tons) to 4 448 kN (500 short tons) inclusive	$3,00 - [0,75 \times (R - 1334)/3\ 114]^a$
Over 4448 kN (500 short tons)	2,25
^a In this formula, the value of R shall be in kilonewtons.	

Der Konstruktionssicherheitsbeiwert ist als Konstruktionskriterium gedacht und darf unter keinen Umständen so gewählt werden, dass das Gerät Lasten ausgesetzt wird, die die Nennlast überschreiten.

4.8 Scherfestigkeit

Bei Konstruktionsberechnungen im Zusammenhang mit Scherbelastungen muss das Verhältnis von Scherstreckgrenze zu Zugstreckgrenze 0,58 betragen.

The design safety factor is intended as a design criterion and shall not under any circumstances be construed as allowing loads on the equipment in excess of the load rating.

4.8 Shear strength

For purposes of design calculations involving shear, the ratio of yield strength in shear to yield strength in tension shall be 0,58.

4.9 Sondergerät

Besondere Konstruktionsanforderungen im Hinblick auf zusätzliches Gerät sind in Abschnitt 9 aufgeführt.

4.10 Konstruktionsdokumentation

Die Dokumentation der Konstruktion muss alle Verfahren, Annahmen, Berechnungen und Konstruktionsanforderungen enthalten. Konstruktionsanforderungen müssen u.a. Kriterien für Größe, Prüf- und Betriebsdrücke, Werkstoffe, Umwelt- und Spezifikationsanforderungen sowie der Konstruktion zugrunde liegende einschlägige Anforderungen umfassen.

Die Anforderungen müssen auch für Änderungen der Konstruktionsdokumentation gelten.

5 Konstruktionsabnahmeprüfung

5.1 Allgemeines

Zur Sicherstellung der Integrität der Gerätekonstruktion ist die Konstruktionsabnahmeprüfung wie nachstehend beschrieben durchzuführen.

Die Konstruktionsabnahmeprüfung des Geräts ist durch eine von der Konstruktionsstelle unabhängige Stelle oder Organisation durchzuführen und/oder zu zertifizieren.

Gerät, das wegen seiner einfachen geometrischen Form genaue Spannungsanalysen ausschließlich durch Berechnung ermöglicht, ist von der Konstruktionsabnahmeprüfung auszunehmen.

5.2 Auswahl von Prüfeinheiten

Zur Qualifizierung von Konstruktionsberechnungen für eine Familie von Geräteeinheiten mit identischem Konstruktionskonzept, aber unterschiedlichen Größen und Nennwerten gelten die nachstehenden Auswahloptionen:

- Mindestens drei Konstruktionseinheiten werden einer Konstruktionsabnahmeprüfung unterzogen. Die Prüfeinheiten sind aus dem unteren, mittleren und oberen Bereich des Größen-/Nennwertbereichs auszuwählen;
- Alternativ dazu muss die geforderte Anzahl von Prüfeinheiten auf der Grundlage bestimmt werden, dass jede Prüfeinheit auch eine Größe oder einen Nennwert über und unter der/dem der ausgewählten Prüfeinheit qualifiziert.

ANMERKUNG Die zweite Option gilt allgemein für begrenzte Produktgrößen- und -nennwertbereiche.

5.3 Prüfverfahren

5.3.1 Funktionsprüfung

Die Prüfeinheit ist mit der Auslegungslast zu belasten. Nach Entlastung ist die Einheit auf die Funktionen des Geräts und seiner Bauteile zu überprüfen, dass durch diese Belastung keine Beeinträchtigung erfolgte.

5.3.2 Konstruktionsabnahmeprüfung

Die Prüfeinheit ist an allen Stellen, an denen hohe Spannungen zu erwarten sind, mit Dehnungsmessstreifen zu versehen, falls die Auslegung der Prüfeinheit dies zulässt. Die Verwendung von Finite-Elemente-Gitter-Analysen, Modellen, Fließlack usw. wird empfohlen, um die ordnungsgemäße Anbringung der Dehnungsmessstreifen zu bestätigen. Bei kritischen Stellen werden Dehnungsmessstreifen mit drei Elementen empfohlen, um die Bestimmung der Scherspannungen zu ermöglichen und nicht auf die genaue Ausrichtung der Messstreifen angewiesen zu sein.

4.9 Specific equipment

Refer to clause 9 for all additional equipment-specific design requirements.

4.10 Design documentation

Documentation of the design shall include methods, assumptions, calculations and design requirements. Design requirements shall include, but not be limited to, those criteria for size, test and operating pressures, material, environmental and specification requirements, and pertinent requirements upon which the design is to be based.

The requirements shall also apply to design change documentation.

5 Design verification test

5.1 General

To assure the integrity of equipment design, design verification testing shall be performed as specified below.

Design verification testing of equipment shall be carried out and/or certified by a department or organization independent of the design function.

Equipment which, by virtue of its simple geometric form, permits accurate stress analysis through calculation only shall be exempted from design verification testing.

5.2 Sampling of test units

To qualify design calculations applied to a family of units with an identical design concept but of varying sizes and ratings, the following sampling options apply:

- a minimum of three units of the design shall be subjected to design verification testing. The test units shall be selected from the lower end, middle and upper end of the size/rating range;
- alternatively, the required number of test units shall be established on the basis that each test unit also qualifies one size or rating above and below that of the selected test unit.

NOTE The second option generally applies to limited product size/rating ranges.

5.3 Test procedures

5.3.1 Functional test

Load the test unit to the design load. After this load has been released, check the unit to verify that the functions of the equipment and its components have not been impaired by this loading.

5.3.2 Design verification test

Apply strain gauges to the test unit at all places where high stresses are anticipated, provided that the configuration of the units permits such techniques. Tools such as finite-element analysis, models, brittle lacquer, etc. should be used to confirm the proper location of the strain gauges. Three element strain gauges should be applied in critical areas to permit determination of the shear stresses and to eliminate the need for exact orientation of the strain gauges.

Die bei der Konstruktionsabnahmeprüfung auf die Prüfeinheit aufzubringende Prüflast ist wie folgt zu bestimmen:

Konstruktionsabnahmeprüflast = $0,8 \times R \times SF_D$, (3)
aber nicht weniger als $2R$

Dabei sind:

R die Nennlast in Kilonewton;

SF_D der Konstruktionssicherheitsbeiwert gemäß Festlegung in 3.1.3 und 4.7.

Die Prüfeinheit ist bis zu der Konstruktionsabnahmeprüflast zu belasten. Diese Prüflast sollte vorsichtig aufgebracht werden, wobei die Werte der Dehnungsmessstreifen abgelesen und das Fließverhalten beobachtet werden. Die Prüfeinheit sollte so oft belastet werden, wie es zur Ermittlung der entsprechenden Daten nötig ist.

Die anhand der Messwerte der Dehnungsmessstreifen berechneten Spannungswerte dürfen die aus den Konstruktionsberechnungen (basierend auf der Konstruktionsabnahmeprüflast) erhaltenen Werte um nicht mehr als die Messunsicherheit des in 5.6 festgelegten Prüfgeräts überschreiten. Bei der Nichterfüllung dieser Anforderung oder einem vorzeitigen Ausfall einer Prüfeinheit muss eine vollständige Neubewertung der Konstruktion erfolgen; anschließend muss eine zusätzliche Prüfung mit einer gleichen Anzahl von Prüfeinheiten wie ursprünglich gefordert durchgeführt werden, bei der unter anderem eine Prüfeinheit geprüft wird, die in Größe und Nennwert der ausgefallenen Prüfeinheit entspricht.

Nach Abschluss der Konstruktionsabnahmeprüfung ist die Prüfeinheit zu zerlegen, und die Maße jedes Teils sind auf Anzeichen von Fließen zu prüfen.

Einzelne Teile einer Einheit können getrennt geprüft werden, wenn die Haltevorrichtungen die für das Teil in der zusammengebauten Einheit geltenden Lastzustände simulieren.

5.4 Ermittlung der Nennlast

Die Nennlast ist anhand der Ergebnisse der Konstruktionsabnahmeprüfung und/oder der in Kapitel 4 geforderten Konstruktions- und Spannungsverteilungsberechnungen zu ermitteln. Die Spannungen bei diesem Lastwert dürfen nicht die zugelassenen Werte gemäß 4.3 überschreiten. Bei Auflageflächen ist örtliches Fließen zulässig. Bei einer der Konstruktionsabnahmeprüfung unterzogenen Prüfeinheit darf die mit Dehnungsmessstreifen oder anderen geeigneten Mitteln ermittelte kritische bleibende Verformung nicht mehr als 0,2% betragen, ausgenommen davon sind Auflageflächen. Überschreiten die Spannungen die zulässigen Werte, ist das betreffende Teil (bzw. die betreffenden Teile) neu zu konstruieren, um den gewünschten Nennwert zu erreichen. Spannungsverteilungsberechnungen können zur Bemessung der Last des Geräts nur dann verwendet werden, wenn die Ergebnisse der Analyse nachgewiesenermaßen innerhalb der technischen Toleranzen liegen, wie sie mit der in Abschnitt 5 vorgeschriebenen Konstruktionsverifikationsprüfung verifiziert wurden.

5.5 Alternatives Verfahren für die Konstruktionsabnahmeprüfung und Nennlastermittlung

Die Prüfeinheit kann auch zerstörenden Prüfungen unterzogen werden, falls die genaue Streckgrenze und Zugfestigkeit des beim Gerät verwendeten Werkstoffs ermittelt wurde. Dies kann durch die Verwendung von Zerreißproben des tatsächlichen Werkstoffs des geprüften Teils und durch Bestimmung des Verhältnisses der Streckgrenze zur Zugfestigkeit erfolgen. Dieses Verhältnis wird dann zur Bestimmung der Nennlast des Geräts anhand nachstehender Gleichung verwendet:

The design verification test load to be applied to the test unit shall be determined as follows:

Design verification test load = $0,8 \times R \times SF_D$, (3)
but not less than $2R$

where

R is the load rating in kilonewtons;

SF_D is the design safety factor as defined in 3.1.3 and 4.7.

Load the unit to the design verification test load. This test load should be applied carefully, reading the strain gauge values and observing the yield. The test unit should be loaded as many times as necessary to obtain adequate data.

The stress values computed from the strain gauge readings shall not exceed the values obtained from design calculations (based on the design verification test load) by more than the uncertainty of the testing apparatus specified in 5.6. Failure to meet this requirement or premature failure of any test unit shall be cause for a complete reassessment of the design followed by additional testing of an identical number of test units as originally required, including a test unit of the same size and rating as the one that failed.

Upon completion of the design verification test, disassemble the unit and check the dimensions of each part for evidence of yielding.

Individual parts of a unit may be tested separately if the holding fixtures simulate the load conditions applicable to the part in the assembled unit.

5.4 Determination of load rating

Determine the load rating from the results of the design verification test and/or the design and stress-distribution calculations required by clause 4. The stresses at that rating shall not exceed the values allowed in 4.3. Localized yielding is permitted at areas of contact. In a test unit that has been design-verification tested, the critical permanent deformation determined by strain gauges or other suitable means shall not exceed 0,2%, except in contact areas. If the stresses exceed the allowable values, redesign the affected part or parts to obtain the desired rating. Stress-distribution calculations may be used to establish the load rating of equipment only if the results of the analysis are shown to be within acceptable engineering allowances as verified by the design verification test prescribed by clause 5.

5.5 Alternative design verification test procedure and rating

Destructive testing of the test unit may be used, provided an accurate yield and tensile strength of the material used in the equipment has been determined. This may be accomplished by using tensile-test specimens of the actual material in the part destructively tested and determining the yield-to-ultimate strength ratio. The ratio is then used to rate the equipment by the following equation:

$$R = L_b \cdot \frac{YS_m}{TS_a \cdot SF_D} \quad (4)$$

Dabei sind

SF_D Konstruktionssicherheitsbeiwert;
 YS_m festgelegte Mindeststreckgrenze;
 TS_a tatsächliche Zugfestigkeit;
 L_b Bruchlast;
 R Nennlast.

Da dieses Konstruktionsqualifikationsverfahren nicht von Spannungsberechnungen abgeleitet ist, ist die Qualifikation auf das geprüfte besondere Modell, seine Größe und Nennlast zu beschränken.

5.6 Prüfvorrichtung für die Konstruktionsabnahmeprüfung

Die zur Simulation der Prüflast bei der Prüfeinheit verwendete Prüfvorrichtung ist gemäß ASTM E4 zu kalibrieren, um sicherzustellen, dass die vorgeschriebene Prüflast erreicht wird. Bei einer Prüflast über 3558 kN (400 short tons) ist die Lastprüfvorrichtung mit Kalibriervorrichtungen zu überprüfen, die die Bestimmungen für Kalibriervorrichtungen der Klasse A erfüllen und eine Messunsicherheit von weniger als 2,5% aufweisen.

Prüfhalterungen müssen die Prüfeinheit (bzw. das zu prüfende Teil) im Wesentlichen auf die gleiche Weise wie im tatsächlichen Betrieb und mit im Wesentlichen den gleichen Auflageflächen an der lasttragenden Fläche belasten. Alle zur Belastung der Prüfeinheit (bzw. des zu prüfenden Teils) verwendeten Geräte sind auf ihre Eignung zur Durchführung der Prüfung zu überprüfen.

5.7 Konstruktionsänderungen

Wenn sich durch Änderungen bei der Konstruktion oder der Fertigung Änderungen der Nennlast ergeben, ist eine ergänzende Konstruktionsabnahmeprüfung nach Abschnitt 5 durchzuführen. Der Hersteller muss alle Änderungen bei der Konstruktion oder Fertigung im Hinblick auf ihre Auswirkungen auf die Nennlast bewerten. Diese Bewertung ist zu dokumentieren.

5.8 Protokolle

Alle Konstruktionsabnahmeprotokolle und zugehörige Belege sind der gleichen Überwachung unterworfen, wie sie für die Konstruktionsdokumentation in 11.2 festgelegt ist.

6 Anforderungen an Werkstoffe

6.1 Allgemeines

Alle Werkstoffe müssen sich für den vorgesehenen Einsatz eignen.

Der Abschnitt 6 beschreibt die verschiedenen Anforderungen in Bezug auf die Eignung, die Eigenschaften und die Verarbeitung von Werkstoffen, die für primärlastaufnehmende und druckhaltende Bauteile verwendet werden, sofern nicht anders angegeben.

6.2 Schriftliche Spezifikationen

Werkstoffe sind nach einer schriftlichen Werkstoffspezifikation herzustellen, in der zumindest die folgenden Parameter und Grenzwerte festgelegt werden:

- Anforderungen an die mechanischen Eigenschaften;
- Eignung des Werkstoffs;
- Anforderungen an die Bearbeitung, einschließlich zulässige Schmelz-, Bearbeitungs- und Wärmebehandlungsverfahren;
- Chemische Zusammensetzung und zulässige Abweichungen;

$$R = L_b \cdot \frac{YS_m}{TS_a \cdot SF_D} \quad (4)$$

where

SF_D is the design safety factor (see 4.7);
 YS_m is the minimum specified yield strength;
 TS_a is the actual ultimate tensile strength;
 L_b is the breaking load;
 R is the load rating.

Since this method of design qualification is not derived from stress calculations, qualification shall be limited to the specific model, size and rating tested.

5.6 Design verification test apparatus

Calibrate the loading apparatus used to simulate the working load on the test unit in accordance with ASTM E4 so as to ensure that the prescribed test load is obtained. For loads exceeding 3558 kN (400 short tons), verify the load-testing apparatus with calibration devices traceable to a Class A calibration device and having an uncertainty of less than 2,5%.

Test fixtures shall load the test unit (or part) in essentially the same manner as in actual service and with essentially the same areas of contact on the load-bearing surface. All equipment used to load the test unit (or part) shall be verified as to its capability to perform the test.

5.7 Design changes

When any change in design or manufacturing method changes the load rating, a supportive design verification test in conformance with clause 5 shall be carried out. The manufacturer shall evaluate all changes in design or manufacturing methods to determine whether the load rating is affected. This evaluation shall be documented.

5.8 Records

All design verification records and supporting data shall be subject to the same controls as specified for design documentation in 11.2.

6 Materials requirements

6.1 General

All materials shall be suitable for the intended service.

The remainder of clause 6 describes the various material qualification, property and processing requirements for primary-load-carrying components and pressure-containing components unless otherwise specified.

6.2 Written specifications

Materials shall be produced to a written material specification which shall, as a minimum, define the following parameters and limitations:

- mechanical property requirements;
- material qualification;
- processing requirements, including permitted melting, working and heat treatment;
- chemical composition and tolerances;
- repair-welding requirements.

– Anforderungen an das Ausbesserungsschweißen.
Die Beschreibung der Arbeitsverfahren muss das Volumenverminderungsverhältnis beim Schweißen einschließen.

6.3 Mechanische Eigenschaften

Werkstoffe müssen in ihren Eigenschaften die in der Werkstoffspezifikation des Herstellers genannten Anforderungen erfüllen.

Die Schlagzähigkeit ist anhand des Mittelwerts aus drei Prüfungen zu bestimmen, bei denen Prüfstücke voller Größe (Vollmaßproben) verwendet werden, wenn die Größe der Bauteile es erlaubt.

Wenn es beim Kerbschlagbiegeversuch erforderlich ist, Prüfstücke mit verkleinertem Maßen zu verwenden, sind die Annahmekriterien für die Schlagwerte mit dem entsprechenden Aufrechnungsfaktor nach Tabelle 3 zu multiplizieren. Prüfstücke mit verkleinertem Maßen mit Breiten von weniger als 5 mm sind nicht zulässig.

Bei Werkstoffen mit einer festgelegten Mindeststreckgrenze von mindestens 310 MPa (45 ksi) muss die mittlere Schlagzähigkeit bei -20°C mindestens 42 J (31 ft-lb) betragen, wobei kein Einzelwert unter 32 J (24 ft-lb) liegen darf.

Bei Werkstoffen mit einer spezifizierten Mindeststreckgrenze von weniger als 310 MPa (45 ksi) muss die mittlere Schlagzähigkeit bei -20°C mindestens 27 J (20 ft-lb) betragen, wobei kein Einzelwert unter 20 J (15 ft-lb) liegen darf.

Bei Auslegungstemperaturen unter -20°C (z.B. beim Betrieb unter arktischen Bedingungen) gelten für die Schlagzähigkeit zusätzliche Anforderungen, siehe Anhang A, SR2.

Wenn die Konstruktion konstante Dickeneigenschaften erfordert, sind die Werkstoffe auf Querschnittsabnahme in der Dickenrichtung gemäß ASTM A 770 zu prüfen. Die Mindestabnahme muss 25% betragen.

Bauteile der Produktspezifikationsstufe 2 sind aus Werkstoffen zu fertigen, die die geltenden Duktilitätsanforderungen gemäß Tabelle 2 dieser Norm erfüllen.

The description of the working practice shall include the forging reduction-ratio.

6.3 Mechanical properties

Materials shall meet the property requirements specified in the manufacturer's material specification.

The impact toughness shall be determined from the average of three tests, using full-size test pieces if the size of the component permits. If it is necessary for sub-size impact test pieces to be used, the acceptance criteria for impact values shall be those stated below but multiplied by the appropriate adjustment factor listed in Table 3. Sub-size test pieces of width less than 5 mm shall not be used.

For materials of a specified minimum yield strength of at least 310 MPa (45 ksi), the average impact toughness shall be at least 42 J (31 ft-lb) at -20°C , with no individual value less than 32 J (24 ft-lb).

For materials with a minimum specified minimum yield strength of less than 310 MPa (45 ksi), the average impact toughness shall be 27 J (20 ft-lb) at -20°C with no individual value less than 20 J (15 ft-lb).

For design temperatures below -20°C (e.g. arctic service), supplementary impact toughness requirements shall apply, see annex A, SR2.

Where the design requires through-thickness properties, materials shall be tested for reduction of area in the through-thickness direction in accordance with ASTM A 770. The minimum reduction shall be 25%.

PSL 2 components shall be fabricated from materials meeting the applicable requirements for ductility specified in Table 2.

Tabelle 2 – Dehnungsrelevante Anforderungen

Streckgrenze		Dehnung, mindestens %	
MPa	(ksi)	$L_0 = 4d^a$	$L_0 = 5d^a$
Weniger als 310	(45)	23	20
310 bis 517	(45 bis 75)	20	18
517,1 bis 758	(75,1 bis 110)	17	15
mehr als 758	mehr als 110	14	12

^a wobei L_0 die Messlänge und d der Durchmesser ist.

Table 2 – Elongation requirements (PSL-2)

Yield strength		Elongation, minimum %	
MPa	(ksi)	$L_0 = 4d^a$	$L_0 = 5d^a$
Less than 310	(45)	23	20
310 to 517	(45 to 75)	20	18
Over 517 to 758	(Over 75 to 110)	17	15
Over 758	(Over 110)	14	12

^a Where L_0 is the gauge length and d is the diameter.

Tabelle 3 – Aufrechnungsfaktoren für Prüfstücke mit verkleinertem Maßstab

Maße des Prüfstücks (mm)	Aufrechnungsfaktor
10,0 × 7,5	0,833
10,0 × 5,00	0,667

Table 3 – Adjustment factors for sub-size impact specimens

Specimen dimensions (mm)	Adjustment factor
10,0 × 7,5	0,833
10,0 × 5,00	0,667

6.4 Werkstoffprüfung

Die mechanischen Prüfungen sind mit Qualifikationsprobestücken durchzuführen, welche die bei der Fertigung des Bauteils verwendeten Chargen und Wärmebehandlungslose repräsentieren. Die Prüfungen sind in Übereinstimmung mit den Anforderungen in ASTM A 370 oder gleichwertigen Normen durchzuführen, wobei die Werkstoffe im endgültigen wärmebehandelten Zustand verwendet werden. Bei Werkstoffprüfungsprüfungen gilt nach dem Schweißen vorgenommene Wärmebehandlung nicht als Wärmebehandlung, vorausgesetzt, die Wärmebehandlungstemperatur ist unter der den Wärmebehandlungszustand des Grundwerkstoffes ändernden Temperatur.

Die Größe des Qualifikationsprobestücks eines Teils ist unter Anwendung des Verfahrens des Äquivalentdurchmessers zu ermitteln. Bild1 und Bild2 zeigen die Grundmodelle für die Bestimmung des Äquivalentdurchmessers von einfachen massiven und hohlen Teilen. Jede der dargestellten Formen kann für das Qualifikationsprobestück herangezogen werden. Bild4 beschreibt die Schritte zur Ermittlung des geltenden Äquivalentdurchmessers von komplexeren Querschnitten. Der Äquivalentdurchmesser eines Teils ist unter Verwendung seiner tatsächlichen Maße „wie im wärmebehandelten“ Zustand zu bestimmen. Der Äquivalentdurchmesser des Qualifikationsprobestücks muss gleich oder größer als der Äquivalentdurchmesser des dadurch zu qualifizierenden Teils sein, wobei die Ausnahme gilt, dass der Äquivalentdurchmesser nicht mehr als 125 mm (5 in.) betragen muss. In Bild3 und Bild5 ist das Verfahren für die Ermittlung der geforderten Maße einer Kielpalle gemäß ASTM A 370 wiedergegeben.

Qualifikationsprobestücke können mit den Bauteilen, die sie repräsentieren, eine Einheit bilden, oder von diesen getrennt sein, oder sind von einem nicht wiederzuverwendenden Fertigungsteil zu nehmen. In allen Fällen müssen die Probestücke aus derselben Charge stammen, wie die durch sie qualifizierten Bauteile; weiterhin müssen sie die gleichen Bearbeitungsschritte wie diese Bauteile durchlaufen und zusammen mit ihnen eine Wärmebehandlung erfahren haben.

Prüflinge sind von einer Einheit bildenden oder getrennten Qualifikationsprobestücken so zu entnehmen, dass sie in der Längsachse vollständig dem Bereich entstammen, der 1/4 der Dicke ausmacht (massive Probestücke), oder innerhalb von 3 mm (1/8 in.) der Mittendicke des dicksten Querschnitts (hohle Probestücke) liegen. Die Messlänge einer Zerreißprobe oder der Kerb einer Kerbschlagbiegeprobe müssen mindestens 1/4 der Dicke von den Enden des Probestücks entfernt sein.

6.4 Material qualification

Perform the mechanical tests on qualification test-coupons representing the heat and heat-treatment lot used in the manufacture of the component. Tests shall be performed in accordance with ASTM A370, or equivalent standards, using material in the final heat-treated condition. For the purposes of material qualification testing, PWHT is not considered heat-treatment, provided that the PWHT temperature is below that which changes the heat-treatment condition of the base material.

Determine the size of the qualification test-coupon for a part using the equivalent-round method. Figure1 and Figure 2 illustrate the basic models for determining the equivalent-round of simple solid and hollow parts. Any of the shapes shown may be used for the qualification test-coupon. Figure 4 describes the steps for determining the governing equivalent-round for more complex sections. Determine the equivalent-round of a part using the actual dimensions of the part in the “as-heat-treated” condition. The equivalent-round of the qualification test-coupon shall be equal to or greater than the equivalent-round dimensions of the part it qualifies, except that the equivalent-round is not required to exceed 125mm (5 in). Figure3 and Figure 5 illustrate the procedure for determining the required dimensions of an ASTM A370 keel block.

Qualification test-coupons shall either be integral with the components they represent, or be separate from the components, or be taken from sacrificed production part(s). In all cases, test-coupons shall be from the same heat as the components they qualify, shall be subjected to the same working operations and shall be heat-treated together with the components.

Test specimens shall be removed from integral or separate qualification test-coupons so that their longitudinal centreline axis is entirely within the centre core 1/4-thickness envelope for a solid test-coupon or within 3 mm (1/8 in) of the mid-thickness of the thickest section of a hollow test-coupon. The gauge length on a tensile specimen or the notch of an impact specimen shall be at least 1/4 thickness from the ends of the test-coupon.

Test specimens taken from sacrificed production parts shall be removed from the centre core 1/4-thickness envelope location of the thickest section of the part.